

kompenzační cvičení

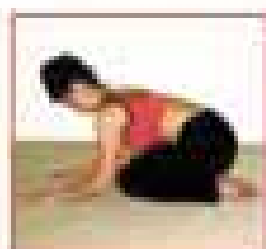
GRADA

fitness
sila
kvalita



MARTA BURSOVÁ

- uvolňovací
- protahovací
- posilovací



Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umístování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.





Copyright © Grada Publishing, a.s.

Marta Bursová

Kompenzační cvičení

uvolňovací – posilovací – protahovací

Vydala Grada Publishing, a.s.
U Průhonu 22, 170 00 Praha 7
obchod@gradapublishing.cz, www.grada.cz
tel. +420 220 386 401, fax +420 220 386 400
jako svou 2330. publikaci

Odpovědná redaktorka Magdaléna Jimelová
Grafická úprava a sazba Lenka Neumannová
Fotografie Luboš Charvát
Ilustrace Daniela Benešová
Počet stran 196
První vydání, Praha 2005
Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.
Husova ulice 1881, Havlíčkův Brod

© Grada Publishing, a.s., 2005
Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2005

ISBN 80-247-0948-1 (tištěná verze)
ISBN 978-80-247-6839-7 (elektronická verze ve formátu PDF)
© Grada Publishing, a.s. 2011

Obsah

Úvod	9
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1. Základní teoretická východiska	11
1.1 Tělesný pohyb a jeho funkce v životě člověka	11
1.2 Posturální funkce a charakteristika individuálně optimálního držení těla	13
1.3 Anatomicko-fyziologické základy kompenzačních cvičení	16
1.3.1 Základní charakteristika kosterního svalstva	16
1.3.2 Základy neurofyziologických zákonitostí řízení, regulace a kontroly činnosti kosterního svalstva	17
1.4 Doporučení pro tělovýchovnou praxi	25
2. Kompenzační cvičení	27
2.1 Náčíní	29
2.2 Didaktické zásady kompenzačních cvičení protahovacích	30
2.3 Didaktické zásady kompenzačních cvičení posilovacích	32
2.4 Kompenzační cvičení v tréninkovém procesu	35
II PRAKTICKÁ ČÁST	41
3. Dechová a relaxační cvičení	43
3.1 Relaxační cvičení	44
3.2 Dechová cvičení	47
3.2.1 Vlastní nácvik a kontrola bráničního dýchání	51
3.2.2 Vlastní nácvik a kontrola dolního hrudního dýchání	53
3.2.3 Vlastní nácvik a kontrola horního hrudního dýchání	54
3.2.4 Nácvik dechové vlny	55
4. Cvičení vedoucí k fixaci držení těla v základních polohách	59
4.1 Základní horizontální polohy	60
4.2 Příklady náročnějších cvičení v horizontálních polohách	68
4.3 Základní vertikální polohy	74
4.3.1 Poloha sed	74
4.3.2 Polohy klek a stoj	78
5. Cvičení zacílené na hluboké svaly zádové	81
5.1 Přehled začátků, úponů a funkce hlubokých svalů zádových	81
5.2 Testování hlubokých svalů zádových	83
5.3 Cvičení zacílená na hluboké svaly zádové	85
5.3.1 Přímivá cvičení	86
5.3.2 Uvolňovací a protahovací cvičení páteře v předozadním směru	90
5.3.3 Příklady uvolňování a protahování páteře hlubokými ohnutými předklony	92
5.3.4 Úklony páteře	94
5.3.5 Rotace páteře a rotační klony	100
5.3.6 Posilování hlubokých svalů zádových	106
5.3.7 Balanční cvičení	111
5.3.8 Spinální (torzní) cvičení	114

6. Kompenzační cvičení zacílená na oblast bederní páteře a dolních končetin	119
6.1 Uvolňovací cvičení oblasti pánve, beder a kyčelních kloubů	121
6.2 Hlavní flexory kyčelního kloubu	127
6.2.1 Přehled začátků, úponů a funkce vybraných flexorů kyčelního kloubu	127
6.2.2 Testování vybraných flexorů kyčelního kloubu	127
6.2.3 Kompenzační protahovací cvičení flexorů kyčelního kloubu	129
6.3 Hýždové svaly	138
6.3.1 Přehled začátků, úponů a funkce hýždových svalů	139
6.3.2 Testování hýždových svalů	139
6.3.3 Kompenzační posilovací cvičení hýždových svalů	143
6.4 Bederní vzpřimovače a čtyřhranný sval bederní	148
6.4.1 Přehled začátku, úponu a funkce čtyřhranného svalu bederního	148
6.4.2 Testování hlubokých svalů zádočných a čtyřhranného svalu bederního	149
6.4.3 Kompenzační protahovací cvičení bederní oblasti	150
6.5 Břišní svaly	151
6.5.1 Přehled začátků, úponů a funkce břišních svalů	151
6.5.2 Testování břišních svalů	152
6.5.3 Kompenzační posilovací cvičení břišních svalů	155
6.6 Svaly na zadní straně dolních končetin	165
6.6.1 Přehled začátků, úponů a funkce vybraných svalových skupin na zadní straně dolních končetin	165
6.6.2 Testování svalů na zadní straně dolních končetin	166
6.6.3 Kompenzační protahovací cvičení zacílené na svaly na zadní straně dolních končetin	168
7. Kompenzační cvičení zacílená na oblast hlavy a horní části těla	174
7.1 Přehled začátků, úponů a funkce vybraných svalových skupin v oblasti krční páteře a horní části těla	175
7.2 Testování vybraných svalových skupin v oblasti krční páteře a horní části těla	178
7.3 Cvičení ovlivňující postavení hlavy a horní části těla	181
7.3.1 Cvičení ovlivňující postavení hlavy a krční páteře	181
7.3.2 Cvičení ovlivňující postavení hrudníku	185
Literatura	194

Poděkování

Dovolte mi na tomto místě co nejsrdečněji poděkovat studentům magisterského a bakalářského studia tělesné výchovy a sportu Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni Haně Karnoldové, Petře Pěnkavové, Janu Koželuhovi, Zdeňku Novákovi a Josefu Šrámkovi, kteří ochotně spolupracovali při vytváření předložené fotodokumentace.

Současné poděkování si zaslouží i paní kolegyně Věra Knappová, která jako první čtenářka opo-
novala daný text a spolupodílela se i na fotografickém ztvárnění některých snímků.

Projevit dík za milou spolupráci si zaslouží i další kolegové katedry, paní Daniela Benešová, která vytvořila jednotlivé obrázky, a pan Luboš Charvát, který se zhostil úkolu zpracovat fotografické znázornění předložených cviků.

Na tomto místě bych ráda zavzpomínala na paní Osvaldovou, Matoušovou, Kabelíkovou a Vávrovou, jejichž odborné semináře ve mně probouzely zájem a přesvědčení o nezastupitelnosti cíleně zaměřeného a přesného pohybu jako důležité součásti pohybového programu každého jedince.

Můj vřelý dík však ještě patří i desítkám cvičenek, cvičenců a studentů, jež mi umožnili při vedení hodin zdravotní tělesné výchovy získat praktické zkušenosti. Nemalou zásluhu mají i výkonnostní sportovci a klienti z řad veřejnosti, kteří přišli na vyšetření funkční úrovně jejich pohybového systému do našeho Centra sportovní diagnostiky a kteří poctivě realizovali a konzultovali individuálně sestavený cvičební program. Ověřovali tak aplikaci kompenzačních cvičení při specifickém tréninkovém zatížení a při odstraňování vertebrogenních bolestí.

jaro 2005

autorka

Předmluva

Milí přátelé,

pokud jste otevřeli knihu Kompenzační cvičení, je to první malý krůček k tomu, abyste udělali něco pro své zdraví a tělo.

Většina z nás patří do jedné z následujících skupin – buď cvičíme proto, abychom předešli problémům pohybového aparátu. (Jestliže jste to Vy, gratuluji Vám, já se do této skupiny, bohužel, řadit nemohu.) Nebo cvičíme proto, že nás občas více či méně něco bolí. Já osobně sice cvičím pravidelně, ale intenzitu zvýším až tehdy, když mě začne něco pobolívat a následně, když problém přejde, polevuji. Určitě to není to, co bych Vám mohla doporučit. Z vlastní zkušenosti však vím, že dlouhodobé poctivé cvičení přináší až nečekané výsledky. Horší zpráva je, že měsíc je příliš krátká doba na to, aby se dostavilo výrazné zlepšení.

Jestliže uděláte i ten druhý krok – začnete cvičit, tak Vám držím palce. Vydržte! Správně prováděné kompenzační cvičení je skvělé pro sportovce i nesportovce, je dobré najít si „své“ cviky a pokud se stanou nedílnou součástí Vašeho života, určitě nebudete litovat.

Všechny Vás zdraví Katka Neumannová, mistryně světa v běhu na lyžích 2005

Vážení sportovní přátelé!

Triatlon ve výkonnostní a vrcholové podobě způsobuje protichůdné zatížení pohybového aparátu. Kombinace tří různých cyklických pohybů a důrazem na vytrvalost je častou příčinou vzniku celé řady svalových dysbalancí, které spolu se snížením kloubní a svalové pohyblivosti představují skryté nebezpečí poškození zdraví.

Dlouholeté zkušenosti získané tréninkem i závodní činností jsem v posledních letech obohatila o teoretické poznatky vysokoškolského studia na FTVS UK v Praze, kde jsem studovala specializaci učitelství tělesné výchovy a trenérství triatlonu. Mohu jen litovat, že publikace věnovaná kompenzačním cvičením ve sportu se v takovém rozsahu a kvalitě dostává na náš trh až nyní.

V knize Marty Bursové (která mimochodem i ve zralém věku vypadá skvěle) je uvedeno velké množství kompenzačních cvičení určených k protažení a k posílení všech problémových svalových partií. Tato cvičení lze navíc spojit s libovolnou pohybovou aktivitou. Praxí prověřený systém cviků je vhodný jak pro začínající sportovce mládežnických kategorií, tak pro aktivní seniory. Inspiraci zde najdou vrcholoví sportovci i amatéři s prostou touhou po zdravém pohybu.

Kompenzační cvičení rozhodně nejsou jen módní záležitostí, naopak – mají své nezastupitelné místo v každé tréninkové jednotce, podporují rozvoj výkonnosti a sportovní dlouhověkost, napomáhají ke zlepšení kvality života.

Zdraví a štěstí Vám přeje Lenka Radová, akademická mistryně světa v triatlonu 2002

Úvod

Milí čtenáři,

v knize, kterou právě listujete, vám nabízíme metodicky zpracovaný zásobník kompenzačních cvičení od nejjednodušších cvičebních tvarů ke složitějším. Cvičení jsou cíleně zaměřena na **harmonizaci pohybového systému se „správným“ držením těla a svalovou rovnováhou, jež současně napomáhá optimalizaci jednotlivých funkcí vnitřních orgánů a psychické i sociální pohodě**. Hlavní důraz klademe na **přesné provedení jednotlivých cvičení a schopnost sestavení individuálního cvičebního programu na základě orientačního vyšetření vlastní úrovně hybného systému**. Dostupné cvičební náčíní, jež v publikaci používáme, může přispět nejen k pestrosti cvičení, ale i k ulehčení či naopak ke ztížení požadovaného účinku.

Domníváme se, že uvedený záměr je vysoce aktuální, neboť v dnešní uspěchané a přetechnizované době trávíme převážnou část dne ve statickém „kyfotickém sedu“ s uvolněným zádovním svalstvem, s předsunutou a mírně zakloněnou hlavou a s uvolněným břišním svalstvem. Současně sportující populace (sportovně talentovaná mládež, výkonnostní a vrcholoví sportovci) se snaží s maximálním úsilím o extrémní úroveň sportovního výkonu. Dosažení takového výkonu ale vyžaduje mj. optimální souhru jednotlivých svalových skupin v průběhu pohybu (sportovní dovednosti), kterou právě prioritně ovlivňuje kvalita posturální funkce, motor-hold svalového systému (kvalita systému „držícího“ polohu v průběhu pohybu). Po náročném sportovním tréninku nebo sportovní soutěži by měla být samozřejmostí důsledná kompenzace (uvolnění, protažení, příp. dysbalanční posilování) vybraných svalových skupin, jež významně přispěje ke zkrácení zotavovacího procesu.

Publikace je rozdělena na část teoretickou a praktickou. K využití praktické části není bezpodmínečně nutné studium teoretických podkladů, ale jejich porozumění umožní efektivněji a tvořivěji přistupovat k vlastní realizaci kompenzačního cvičení a vyhnout se tak přejímání jednotlivých cviků či celých cvičebních sestav nejrůznějších metodik obecně doporučovaných v převážné části dostupné literatury.

Cvičení, jehož záměrem je úprava individuální kvality vzpřímeného držení těla a které umožňují optimální souhru odpovídajících svalových skupin v průběhu elementárních ale i složitějších pohybů, vyžaduje především pomalý, vedený, soustředěný a uvědomělý pohyb. Takový pohyb je efektivní a přínosný, i když velice náročný. Považujeme však za důležité učit se vnímat pohyb „zevnitř“ prostřednictvím svalových receptorů a tak úspěšně korigovat odezvu vlastního těla na pohybovou zátěž. Jedině s kladným vztahem k vlastnímu tělu, k péči o svalovou rovnováhu a individuálně optimální držení těla, můžeme nejen předcházet častým vertebrogenním potížím (bolesti zad „od páteře“) zejména u nesportující populace, ale i výrazně napomoci výkonnostním či vrcholovým sportovcům zvyšovat úroveň jejich výkonnosti bez patologických změn hybného aparátu.

V tělovýchovné a sportovní praxi si pomalu začínáme uvědomovat důležitost využívání teoretických poznatků při vytváření kondičních programů. Není však ale ještě automatické, aby kompenzační cvičení byla sestavována **na základě fyzioterapeutického vyšetření, které si každý sám dle doporučeného postupu může orientačně udělat**, a tím umožnit respektovat individuálně rozdílné podklady při sestavování účelově zaměřených pohybových programů.

Z uvedeného důvodu předkládáme nejen jednotlivé testovací cviky s přesným popisem a možnými chybami, ale i anatomické a funkční charakteristiky vybraných svalových skupin. Věříme, že tyto vědomosti mají pozitivní vliv na kvalitu představy průběhu pohybu, a tím i na efektivitu cvičení. Případná nepřesnost či nesprávná volba může vést až ke škodlivému účinku.

Při vlastním kompenzačním cvičení v tréninkovém procesu ani ve cvičení se zdravotně preventivním zaměřením či školní tělesné výchově obvykle nevyužíváme **neurofyziologické zákonitosti řízení motoriky a funkční vztahy jednotlivých svalových skupin**. V teoretické části stručně a velice zjednodušeně seznamujeme čtenáře s jejich anatomicko-fyziologickými podklady, v praktické části z nich pak důsledně vycházíme. Proto např. předřazujeme samostatnou kapitolu zabývající se problematikou dechových a relaxačních cvičení (zkrácený sval před protahováním musíme nejdříve dostatečně uvolnit, stejně tak při posilování „fázických“ svalových skupin vědomě tlumíme aktivitu jejich hyperaktivních synergistů) a kapitolu, jež je zaměřena na fixaci držení těla v základních polohách [kvalita „držící polohy“ je neoddelitelná od pohybové složky každého pohybového projevu a je významným činitelem ovlivňujícím jeho úroveň].

V souladu s uvedeným vstupem je zřejmá využitelnost předloženého textu. Všeobecně asi všichni souhlasíme s primární potřebou vhodné pohybové aktivity v každém věku zejména pro jeho pozitivní vliv na naše zdraví. Přesto ale nedokážeme respektovat tento požadavek, neboť u velké části populace se přiznává nejen nedostatek pohybu aerobního charakteru, ale i nedostatečně kompenzované nadměrné udržování statických poloh při sedavém způsobu života („sedící populace“). Negativní důsledky pohybového deficitu jsou již dnes všeobecně známy a promítají se do řady civilizačních onemocnění (hromadných neinfekčních onemocnění), ale např. i do kvality trávení volného času především mladé generace.

Z uvedených důvodů můžeme doporučit publikaci poměrně širokému okruhu zájemců:

1. Jako **studijní materiál** pro posluchače studující tělesnou výchovu a sport, pro budoucí učitele 1. stupně základní školy i škol mateřských, cvičitele jednotlivých pohybových forem a trenéry nejen sportovně talentované mládeže, ale i vrcholových sportovců. Jisté využití mohou najít i pracovníci např. letních táborů, různých školních tělovýchovných kroužků, školních družin, ale i učitelé ostatních vzdělávacích předmětů, jež považují za samozřejmost odpovídající kompenzaci statické polohy v průběhu dlouhého vyučování.
2. **Trenérům, učitelům, cvičitelům** k doplnění nových neurofyziologických poznatků s následným zkvalitněním tělovýchovného procesu.
3. **Sportovcům výkonnostní i vrcholové úrovně všech sportovních disciplín**. Na základě teoretických podkladů zdůvodňujeme průběžně v textu vhodnost a důležitost zařazování jednotlivých kompenzačních cvičení, jež mají pozitivní vliv zejména na kvalitu pohybové soustavy. Významně však napomáhají snižovat rizika zranění a vyrovnat se často až s nadměrným fyzickým a psychickým zatížením. V současnosti zcela jistě patří k tréninkovým prostředkům, jež pozitivně mohou ovlivnit úroveň sportovního výkonu.
4. V neposlední řadě předpokládáme využitelnost **širokou nesportující populaci**, které není lhostejné vlastní zdraví a která cítí důležitost kompenzovat statickou zátěž nejen v průběhu zaměstnání, ale i v domácím prostředí. Odůvodňujeme důležitost péče o vlastní páteř a její dynamickou funkci, stejně jako protistresový, relaxační a harmonizační účinek předložených cvičení.

I TEORETICKÁ ČÁST

1. Základní teoretická východiska

1.1 Tělesný pohyb a jeho funkce v životě člověka

Pohyb je základním projevem života, umožňuje člověku jeho existenci, a měl by být proto jeho primární, životně důležitou potřebou. Sehrává významnou roli v každém kalendářním věku. Funkce pohybu je tím přirozenější, čím je člověk mladší. Stěžejní roli sehrává i v rozvoji dětské psychiky zejména v kojeneckém a batolecím věku. Je v tomto období spontánní, odráží potřeby dítěte, ale také jeho individuální temperament a dokonce i intelekt (zřetelný je vztah u mentálně zaostalých dětí). S přibývajícím věkem je pohyb ovlivněn sociálním prostředím, ve kterém je usměrňován, podporován či tlumen, nebo dokonce nahrazován jinými podněty či náhražkami (např. televize).

Optimálním pohybem vykonávaným podpůrně pohybovým aparátem podněcujeme přes nervový a hormonální systém celý organismus k výraznější látkové přeměně (metabolismu), podporujeme srdeční činnost (snižujeme např. klidovou tepovou frekvenci a tím srdce pracuje efektivněji), zvyšujeme dechový objem a vitální kapacitu plic, napomáháme odstraňovat toxické látky, stimuluje produkci endorfinů v mozku, harmonizujeme vegetativní nervový systém apod. Nesmíme ale zapomenout zdůraznit, že vhodně zvolenou pohybovou aktivitou můžeme zajišťovat a příp. pozitivně korigovat postavení jednotlivých obratlů páteře a její fyziologické dvojesovité zakřivení, svalovou rovnováhu a fyziologické zapojování jednotlivých svalových skupin do pohybových vzorců.

Co je to endorfin

Při intenzivnější, kladně přijímané zátěži produkují mozkové buňky jakýsi „lidský opiát“ - endorfin, který navozuje velice příjemný stav psychiky a který přispívá k dobré náladě, lepší snášenlivosti bolesti (lze tím vysvětlit i případné přetížení při konkrétní zátěži), uvolněnosti, vyrovnanosti až blaženosti. Vyvolává pocit euforie a uspokojení při a po výkonu.

Z uvedeného je patrný nezastupitelný **fyziologický význam** tělesného pohybu ve vývoji jedince. Je nutnou potřebou zdravého růstu (ve smyslu celkově uspokojivého životního pocitu člověka – angl. well-being – v úrovni tělesné, duševní i společenské) a prioritním prostředkem **preventivní péče o zdraví** (funkce zdravotní a zdravotně preventivní). Při jeho nedostatku se vždy objeví jistá patologie. Pohybová aktivita nám ale současně umožňuje příjemné trávení volného času a napomáhá formovat jedince i po stránce sociální. Jelikož je pohyb řízen centrální nervovou soustavou (dále CNS) a s její činností úzce souvisí, ovlivňuje psychickou stránku jedince a jeho vlastnosti jako jsou intelekt, ctízádnost, poctivost, sebedůvěra, vůle, což jsme se již naučili úspěšně využívat např. při plavání kojenců a předškolních dětí.

Tento vztah pohybu k tělesným a psychickým vlastnostem byl znám již v Číně, Indii, ve starověkém Řecku i Římě. Jednotlivé systémy – kalokagathia, kung-fu a jóga – měly mnoho společného, především však zdůrazňovaly nutnost harmonického rozvoje tělesných (fyzických) a psychických vlastností člověka. Dnes má však náš výchovně-vzdělávací systém škol diametrálně odlišnou

povahu. Véle (1997) např. uvádí: „Poměr předmětů rozvíjejících intelekt k předmětům rozvíjejícím pohyb se disharmonicky zhoršil na 10:1 z řeckých poměrů, kde byla pohybová výchova harmonicky vyrovnána s výchovou intelektu. V hierarchii učitelů jsou dnes preferováni matematikové nebo jazykovědci a podceňováni tělocvikáři.“ Důsledkem tohoto stavu je i postupné zhoršování fyzické zdatnosti a psychofyzické rovnováhy (balance).

Procentuální podíl působení pohybové aktivity na jednotlivé složky osobnosti se v průběhu života samozřejmě mění. Zatímco pohybová činnost u dítěte a adolescenta má zejména dominantní **formativní vliv** na tvar a funkci jednotlivých vyvíjejících se orgánů a celého těla, u **dospělého** je pravidelná tělesná aktivita výrazným prostředkem zajišťujícím **udržování jednotlivých funkcí a jejich struktur**. Z fyziologického hlediska stimuluje činnost všech orgánů a organismu jako celku, podílí se na udržování stálosti vnitřního prostředí. I fyzicky pracující člověk (asi 20 % populace) by měl aktivně odpočívat a optimálním pohybem kompenzovat převážně jednostranné zaměstnání.

Pohyb plní v tomto věkovém období významnou úlohu v oddalování a snižování rychlosti zákonitě vznikajících regresivních změn a napomáhá udržovat fyzické zdraví. Optimální tělesná zdatnost (s ní souvisí i psychická a sociální zdatnost) může podstatně ulehčit nezvratný proces stárnutí a preventivně ovlivňovat aktivní zdraví. V současné době se **úroveň tělesné zdatnosti považuje za nepřímý ukazatel biologické úrovně v dospělosti**, ukazatel biologického věku označovaného za věk fyzického zdraví, věk funkční (fyziologický) či výkonnostní. Samozřejmě, čím je hodnota biologického věku nižší vzhledem k věku kalendářnímu, tím lépe. Rozdíly mezi jedinci stejného kalendářního věku mohou být velké, dle lékařů, až desítky let. Tělesná výkonnost sportujících starších lidí dokazuje, že celoživotní vykonávání pohybové aktivity může pozitivně ovlivňovat pokles výkonnosti až do pozdního stáří.

Poznámka k aerobnímu cvičení

Při volbě intenzity zátěže, kterou hodnotíme tepovou frekvencí (TF), musíme respektovat zejména kalendářní věk a stupeň trénovanosti (příp. stupeň obezity). **Individuální hodnota maximální TF** (TF_{max}), která vyjadřuje nejvyšší intenzitu zátěže jedince, se s přibývajícím věkem snižuje. Nejjednodušším způsobem ji určíme **nepřímo**:

$TF_{max} = 220 \text{ minus věk}$ (u méně trénovaných nebo starších jedinců 200 minus věk).

- Tělesná zátěž nižší než 60 % TF_{max} , která odpovídá velmi pomalému běhu nebo chůzi o rychlosti 5–6 km/hod., aktivuje metabolismus a je vhodná především pro netréované a starší jedince, dále pak pro osoby s vysokým stupněm obezity.
- Pohybová aktivita o intenzitě 60–80 % TF_{max} zapojuje prakticky všechny tělesné orgány, přináší především pozitivní změny v srdečně-cévním a dechovém systému. Má výrazný vliv na růst výkonnosti jedince a současně můžeme očekávat případnou požadovanou redukci hmotnosti. V průběhu zátěže se řídíme **subjektivními** příznaky hodnocení velikosti únavy (zrychlené pravidelné dýchání – občas ústy, zčervenání, příjemné pocení). Úroveň rozvoje obecné vytrvalostní schopnosti limitují další činitelé, zejména však doba zatížení a frekvence cvičení v týdnu (alespoň 3×20–30 min.).

Srdeční frekvenci přesně určíme pomocí sportesteru na principu snímání elektrických impulzů srdeční činnosti. Ruční měření nejlépe na vřetení tepně na zápěstí (přiložením 3–4 prstů druhé ruky) není tak přesné, ale je „finančně dostupné“ všem zájemcům (i ve školní tělesné výchově.)

Pohybová aktivita prováděná v každém věkovém období musí pochopitelně vždy respektovat didaktické zákonitosti s ohledem na individuální zvláštnosti každého jedince, především však jeho aktuální zdravotní stav a úroveň tělesné zdatnosti. Obsahová náplň by měla být zaměřena zejména na dynamicko-silové a vytrvalostní cvičení aerobního charakteru a měla by vždy respektovat subjektivní naladění a pocity. Součástí každodenního pohybového režimu by mělo být cvičení zaměřené na pohyblivost, pružnost a pevnost páteře, na udržování svalové rovnováhy a co nejoptimálnějšího individuálního držení těla, které současně může plnit i funkci relaxační s protistresovým účinkem.

V dnešní době se všeobecně přiznává u velké části populace **nedostatek pohybu** (hypokinéza) se současným **nekompenzovaným nadměrným udržováním statických poloh** (sezení ve škole, u televize, stání v tramvaji). Obrovský pohybový deficit „sedící populace“ je negativním důsledkem dnešního životního stylu, který se podílí na řadě tzv. **civilizačních onemocnění** (hromadných neinfekčních onemocnění) jako je např. obezita, diabetes mellitus, ischemické choroby srdeční, alergie, u školní mládeže především pak **poruchy v držení těla**, které se v dospělosti projevují degenerativními změnami na páteři (vertebrogenními potížemi).

1.2 Posturální funkce a charakteristika individuálně optimálního držení těla

Individuálně optimální (často se používá termín „správné“) držení těla je jedním ze základních předpokladů správného zapojování odpovídajících svalových skupin v průběhu pohybu a efektivního provádění jednotlivých kompenzačních cvičení. Kromě toho však umožňuje optimální funkci všech vnitřních orgánů, tedy i orgánů zajišťujících neurohumorální (viz kap. 1.3.2) řízení pohybové činnosti a její požadované energetické krytí. Tím významně ovlivňuje i úroveň každého sportovního výkonu.

Vzpřímený stoj (vertikální labilní poloha) je výsledkem naší individuální posturální (antigravitační, „držící“) funkce, která zajišťuje zaujímání a udržování vzpřímené labilní polohy těla vůči měnícím se podmínkám v gravitačním poli a umožňuje tak specifický lidský pohyb. Fixovaná poloha před zahájením pohybu (např. před odrazem), v průběhu (při vlastní letové fázi) a po jeho ukončení pohybu (udržení doskokové polohy) vždy významně určuje velikost měřitelné složky výsledného pohybu. *Véle* (1997) nazývá tuto složku tělesného pohybu jako **pohyb podpůrný** (ereismatický – oporný) a zdůrazňuje neoddělitelnost této složky „držící“ od „pohybové“ v každém pohybovém projevu.

Postura

Posturální (postura = lat. postava) funkce zajišťuje vzpřímenou polohu těla v tíhovém poli. Posturou označujeme polohu, kterou tělo a jeho části zaujmají v klidu.

Vzpřímené postavení, které si každý jedinec musí po narození osvojit, je výsledkem složitých reflexních dějů, které se programují v centrální nervové soustavě na základě vrozených, geneticky daných pohybových vzorců (*Kolář, 1996*). Podmínkou tohoto spontánního děje je pohybová stimulace, která zajišťuje upevnění reflexních vazeb. Výsledkem je určitý vzorec posturální funkce, tj. **individuální posturální stereotyp** (ustálený, navyklý způsob reagování na určitý podnět) **vzpřímeného držení těla**. Uvědoměle „správné“ držení těla je výsledkem působení nepodmíněných

a kladně podmíněných reflexů. Kvalita držení těla je ovlivněna celou řadou faktorů. Je obrazem vnějšího a vnitřního prostředí jedince, odpovídá jeho tělesným a duševním vlastnostem, momentálnímu stavu psychických procesů (dobrá nálada, stres), tělesné stavbě a stavu svalstva. Není to rys trvalý, mění se s vývojem jedince a jeho životních podmínek. Je to dynamicky probíhající aktivní proces, který je umožněn složitou souhrou zejména posturálních svalů. Koordinační funkce nervové soustavy, která řídí, reguluje a kontroluje činnost těchto svalových skupin, probíhá v podvědomí (subkortikálně), a proto korekce a případná trvalá přestavba této funkce je velice obtížná. Z tohoto důvodu je daleko výhodnější věnovat zvýšenou pozornost správnému formování držení těla již od nejtělejšího dětského věku.

Dosud neexistuje a s největší pravděpodobností nikdy existovat nebude standardní držení těla, které by bylo jediné možné pro všechny. Držení těla je vždy individuálně odlišné. Existují však některé obecně platné ukazatele, podle kterých lze „správné“ držení těla charakterizovat. Podle *Rychlíkové (1985)* a dalších autorů [např. *Matoušová, 1992, Čermák, 1992*] lze „správné“ držení těla charakterizovat postojem, při kterém jsou jednotlivé články těla v optimálním postavení vzhledem k udržení rovnováhy a minimálnímu zapojení posturálních svalů a při kterém je zachována fyziologická funkce jednotlivých orgánů a soustav těla.

Konkrétní podobu „správného“ držení těla můžeme přiblížit **modelem tzv. ideálního držení těla**, který odpovídá vysoké úrovni posturální funkce. Při tomto postoji jsou nohy volně u sebe, kolena a kyčle nenásilně nataženy. Pánev je v takovém postavení, aby hmotnost trupu byla vycentrována nad spojnicí středů kyčelních kloubů. Páteř je plynule dvojesovitě zakřivena. Ramena jsou spuštěna volně dolů, lopatky jsou celou plochou přiloženy k zadní straně hrudníku a lehce přitaženy k páteři. Hlava je vzpřímena, brada svírá s osou těla pravý úhel.

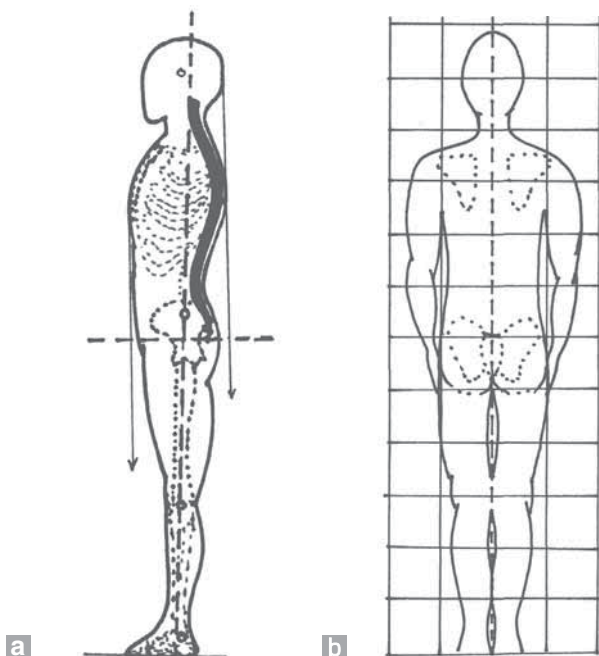
K hodnocení držení těla se používají různé diagnostické metody. V tělovýchovné praxi se vychází zejména ze subjektivního hodnocení jednotlivých parametrů držení těla podle metodiky *Jaroše a Lomíčka (1957)*, které respektujeme i při cvičení ovlivňujícím držení těla.

Jednotlivé parametry při pohledu z boku hodnotíme vzhledem k těžnici, kterou spustíme ze středu hrbolu kosti týlní (obr. 1a):

- hlava je vzpřímená („zasunutá“), brada svírá pravý úhel s osou těla, spojnice oční štěrbiny a horního úponu ušního boltce je kolmá na těžnici spuštěnou z hrbolu kosti týlní, vzdálenost krční lordózy od těžnice je kolem 2 cm (v dospělosti do 3 cm);
- hrudník je vyklenutý a symetrický, jeho osa je kolmá, žebra svírají s páteří 30°, vrchol hrudní kyfózy se dotýká těžnice spuštěné z hrbolu kosti týlní;
- břišní stěna je za kolmicí spuštěnou z mečikovitého výběžku kosti hrudní, vzdálenost bederní lordózy od těžnice je 2,5–3 cm (v dospělosti opět o málo větší), pánev s kostí křížovou svírá s vertikálou úhel asi 30° ;
- těžnice prochází mezihýžďovou rýhou, středem mezi kolena a dopadá do středu spojnice pat.

Hodnocení držení těla v čelní rovině, při pohledu zezadu (obr. 1b):

- osa páteře je totožná s osou těla;
- osa boků je rovnoběžná s osou ramen a je kolmá na osu těla;
- ramena jsou stejně vysoko a symetricky rozložena;
- lopatky jsou celou plochou přitisknuty k hrudníku a jsou symetricky oddáleny od páteře;
- thorako-abdominální trojúhelníky (prostor mezi paží a tělem) jsou symetrické;
- středy kyčelních, kolenních a hlezenních kloubů jsou na svislici (klenba nohy je fyziologická, není příčně ani podélně plochá).



Obr. 1 Správné držení těla, pohled z boku a zezadu

V období dětství a dospívání (integrační období) je „správné“ držení těla jedním z ukazatelů zdraví dětí a jedním z ukazatelů jejich tzv. zdravotně orientované zdatnosti. Porucha posturální funkce charakteristická odchylkami od fyziologických parametrů držení těla je nazývána jako **vadné držení těla**. U školní mládeže je vadné držení těla tak časté, že bývá řazeno k civilizačním nemocem. V této době však není pohybový systém (ani nervová soustava) zdaleka dotvořen, a proto lze posturální stereotyp držení těla volním úmyslným úsilím pozitivně (ale i negativně!) korigovat. Hlavní příčinou vadného držení těla je u většiny dětí nezdravý životní styl, který spočívá v nedostatku pohybu (spontánního i řízeného) a v nadměrném udržování statických poloh při sezení. Proto účelově zaměřené pohybové programy mohou významně napomoci předcházet těmto negativním vlivům dnešního stylu života. Pokud necháme držení těla v tomto vývojovém období bez povšimnutí, postupně se funkční porucha může změnit v nenapravitelnou **strukturální vadu páteře**.

Mezi základní poruchy držení těla počítáme **chabé držení** charakteristické celkově nižším napětím svalstva, **plochá záda** s nedostatečným zakřivením páteře, **zvětšená hrudní kyfóza** (kulatá záda a odstávající lopatky) se zvětšeným vyklenutím hrudní páteře, **zvětšená bederní lordóza** se zvětšeným prohnutím bederní páteře a **skoliotické držení** s vychýlením páteře do stran.

1.3 Anatomicko-fyziologické základy kompenzačních cvičení

Každý lidský organismus je složitě uspořádaný **system** (bio-psycho-sociální), ve kterém jsou jednotlivé podsystémy vzájemně hierarchicky a účelově uspořádány. Jednotlivé prvky naší „tělesné množiny“ vytvářejí nekonečné množství vazeb mezi sebou a tím určují vlastnosti celku. Mechanický projev svalové činnosti – **svalový stah (kontrakce)** je výsledkem součinnosti jednotlivých dílčích systémů organismu (podpůrně pohybového, řídicího a transportního), které pracují vždy jako jeden **funkční celek**. Spolupráce probíhá na úrovni biochemických dějů a fyziologických funkcí.

Řídicí systém představuje nervová soustava, která vytváří, řídí a kontroluje jednotlivé pohybové programy a rozhoduje o pohybové reakci organismu podle vnějších a vnitřních podmínek. **Transportní** (zásobovací) systém zásobuje organismus (svalové vlákno) chemickými látkami, které jsou zdrojem energie, a tím udržuje podmínky pro práci vnitřního prostředí (svalovou kontrakci). Tento systém představují soustavy, jejichž hlavním úkolem jsou přesuny potřebných látek.

Je asi zřejmé, že nás budou nejvíce zajímat jednotlivé svaly (podpůrně pohybový, hybný systém), které zajišťují převod chemické energie na mechanickou sílu vlastního pohybu. Vzhledem k obsáhlosti dané problematiky si dovolueme velké zjednodušení a pro náš záměr vybereme pouze potřebné teoretické základy.

1.3.1 Základní charakteristika kosterního svalstva

Kosterní svaly jsou aktivním orgánem pohybové činnosti a společně s kostrou, s jejími chrupavkami, vazy a klouby (tzv. pasivní částí podpůrně pohybové soustavy) tvoří nedílný celek. Základní anatomickou jednotkou kosterního svalu jsou jednotlivá **svalová vlákna**, která bez inervace (ovládání CNS) nejsou schopna funkce (viz kap. 1.3.2).

Jednou ze základních vlastností svalových vláken je **svalová kontrakce**, kdy sval reaguje na podráždění. Rozlišujeme kontrakci **izometrickou**, při které nedochází ke změně délky svalu, ale mění se svalové napětí (tonus), a kontrakci **izokineticou** (dříve nazývanou izotonickou), kdy svalová vlákna nemění své napětí a buď se v průběhu pohybu prodlužují (excentrická kontrakce), nebo zkracují (koncentrická kontrakce). Velice časté jsou svalové kontrakce **auxotonické**, kdy se změnou napětí ve svalu dochází i ke změně délky svalových vláken (smeč, střelba na branku ve výšce, přemet stranou).

Kosterní svaly jsou rozloženy kolem kloubů a podle jejich začátku, úponu a polohy vzhledem k ose kloubu, který přecházejí, provádějí odpovídající pohyby. Rozeznáváme **ohnutí** (flexi) a **natažení** (extenzi), při kterých dochází ke zmenšení nebo zvětšení úhlu mezi pohybuujícími se kostmi, dále **přitažení** (addukci) a **odtažení** (abdukci), kdy se pohybuující kosti buď přibližují ke střední rovině, nebo naopak se od ní oddalují, a pohyby kolem vertikální osy, které označujeme jako **otáčení** (rotace). Rozeznáváme rotaci zevní a vnitřní. **Kroužení** je složený pohyb, při kterém můžeme různě obměňovat jednotlivé typy pohybů (flexi, extenzi, abdukci a addukci).

Sval, který působí ve směru pohybu a který způsobuje pohyb, se nazývá **agonista**, sval působící proti je **antagonista**. **Synergisté** jsou svalové skupiny, které spolupracují s agonisty, napomáhají vykonání pohybu, ale pohyb nejsou schopny vykonat samostatně. Velice důležitou roli hrají tzv. **fixační svaly**, které umožňují provést hlavní pohyb fixací potřebné polohy některých segmentům (např. fixace pánve při posilování velkého hýžďového svalu zanožováním – viz kap. 6.3.3). Jelikož každý sval provádí pohyb nejméně ve dvou směrech, hrají významnou úlohu při hlavním pohybu i tzv. neutralizační svaly, které vykonání druhého směru pohybu neutralizují, a tím eliminují nežádoucí souhyby.

Kosterní svaly nepracují izolovaně ani při jednoduchých pohybech, nýbrž ve **svalových smyčkách**, které se navzájem ovlivňují (začátky navazují na úpony jiných svalů). **Centrální nervový systém řídí velikost, rychlost a pořadí stahů jednotlivých svalových skupin v konkrétním funkčním řetězci.**

Činnost hybného systému, na rozdíl od většiny ostatních systémů organismu, minimálně podléhá automatické, mimovolní korekci na nejrůznější podněty. Důsledkem toho je, že sval je schopen se adaptovat na extrémně rozdílná funkční zatížení. U vrcholových sportovců následkem často až nadměrné stimulace dochází k tzv. hypertrofii svalů (zvětšování průřezu svalových vláken zmnožováním svalových fibril). Na druhém pólu u „sedící populace“ následkem nedostatku tělesného pohybu svaly atrofují (aktivní svalová hmota je nahrazována vazivem a tukovou tkání).

V případě neadekvátního zatěžování pak dochází k maladaptaci, jejímž důsledkem jsou bolestivé funkční a později strukturální poruchy hybného systému, bolestivé vertebrogenní potíže a nižší potencionální úroveň sportovní výkonnosti.

Adaptace a maladaptace

Adaptace je schopnost organismu přizpůsobovat se různým vlivům vnějšího prostředí. Přizpůsobení se organismu na nefyziologický podnět nazýváme **maladaptací** (tj. špatnou adaptací na zátěž), při níž vznikají náhradní (nefyziologické) mechanismy, které umožňují dlouhodobou statickou polohu udržet nebo nevhodný či nepřiměřený pohyb zvládnout. Např. dlouhodobé sezení při práci na počítači postupně vede k bolestivé zvětšené hrudní kyfóze s vpadlým hrudníkem a předsunutou a mírně zakloněnou hlavou se zvednutými rameny. Dalším příkladem může být aktivace bederních vzpřimovačů při nesprávném posilování hýžďových svalů nadměrným zanožováním nebo zanožováním v nevhodné poloze. Ke stejným patologickým výsledkům vedou fyziologické podněty, které však svojí náročností neodpovídají připravenosti organismu (např. neadekvátní počet opakování, zátěž při únavě, přetížení či přetrénování) nebo nevhodný či dokonce až škodlivý výběr jednotlivých cvičení pro konkrétního jedince (posilování hýžďových svalů zanožováním u jedinců s nestabilní pávní nebo se zvětšeným bederním prohnutím).

1.3.2 Základy neurofyziologických zákonitostí řízení, regulace a kontroly činnosti kosterního svalstva

V této části textu nabízíme stručně a velice zjednodušeně problematiku řízení motorických projevů, jejíž pochopení není vůbec snadné a vyžaduje hluboké anatomicko-fyziologické vědomosti. Soutředíme se na vybrané teoretické podklady, které bychom měli respektovat při kompenzačním cvičení, neboť mohou významně zkvalitnit jeho úspěšnost. Efektivitu tělovýchovného či tréninkového procesu může podstatně zvýšit porozumění míšní reflexní činnosti a zejména pak

porozumění kombinačnímu zapojování jednotlivých svalových skupin v elementárních pohybech. Pokud neuvedeme jinak, čerpáme zejména z odborné literatury autorů *Véle (1997)*, *Kolář (1988, 1996, 1998)*, *Janda (1982)*, *Lewit (1990)* a *Trojan (1996)*.

Řídicím centrem neurohumorální regulace pohybu je hypothalamo-hypofyzární systém, který zprostředkovává jednotlivé vazby mezi řídicím systémem (centrální nervovou soustavou) a systémem řízeným (pohybovým systémem). Látková regulace je vždy podřízena nervovému systému a na rozdíl od nervové regulace, která je okamžitá, vyžaduje určitou časovou prodlevu, způsobenou vyplavením odpovídajících hormonů do krve a transport k cílovému orgánu. K nejdůležitějším hormonům, jež zajišťují vnitřní prostředí organismu při tělesné zátěži, patří katecholaminy dřeně nadledvin (adrenalin a noradrenalin). Korigují srdeční a dechovou frekvenci, rozklad jaterního a svalového glykogenu, zvyšují koncentraci cukru v krvi mobilizací zásobního tuku, zajišťují přesun krve do pracujících svalů z nečinných oblastí a krevních zásobáren, zvyšují krevní tlak, rozšiřují průdušky a tlumí činnost žaludku a střev (pohybovou činnost neprovádíme po jídle). Významnou roli ale hrají i další hormony, např. ADH, jež udržuje stálost vnitřního prostředí.

Zásady nervového řízení hybnosti odpovídají obecně platným principům známým z teorie řízení (kybernetiky). Podstatou je obousměrný přenos informací mezi řídicím centrem a řízenou pohybovou soustavou. Pro náš záměr je nutno zdůraznit jeden ze základních principů kybernetiky, kterým je **zpětná vazba** – přenos informací z prvků řízených k řídicím (ze svalů k mozkovým centřům). Na tomto principu je postavena kvalita kompenzačních cvičení a volního pohybu, neboť umožňuje neustálou kontrolu a případnou korekci daného pohybového projevu.

Provedení pohybu závisí na koordinaci jednotlivých nervových pochodů. Na řízení, regulaci a kontrole motoriky se podílejí všechny tři úrovně CNS – **korová, podkorová a míšň** (spinální), jež tvoří jednu funkční jednotku. Nejvyšším řídicím a integračním centrem je mozková kůra. Spojení mezi CNS a ostatními orgány těla, tedy i svalovou tkání, zabezpečují obvodové (periferní) nervy. **Mozková kůra řídí a reguluje pohyby volní, tj. pomalé, úmyslné a vědomé, v průběhu pohybu ovlivnitelné.** Mimovolní motoriku, pohyby neuvědomělé, bezděčné až automatické a pohyby vědomě spouštěné (rychlé, švihové), v průběhu pohybu již nekorigovatelné, řídí **podkorová mozková centra** (mícha, prodloužená mícha, retikulární formace, bazální ganglia, thalamus a mozeček). Čím „vyšší“ řízení je k pohybu potřeba, tím se uplatňují náročnější a komplikovanější regulační pochody.

■ POZNÁMKA

Funkční jednotkou řízení je **reflex**. **Reflexní okruh** je zahájen podnětem působícím na odpovídající receptor, který vyvolá vzruchovou aktivitu. Aferentně dostředivými vlákny se vzruch dostává do CNS (přes míchu a příp. podkorová centra), kde je zpracován (analyzovány jsou podněty z jednotlivých receptorů a porovnávány s již uloženými dřívějšími informacemi v paměti) a jako výstupní informace se v podobě vzruchů (určitého počtu a frekvence) eferentně odstředivými vlákny dostává k výkonnému orgánu (opět přes míchu a příp. podkorová centra).

Na podkorovém řízení motoriky se významně podílí i **limbický systém** (tzv. „pocitový, emoční mozek“), který zastrešuje veškeré motivační a volní procesy a vede k motorické aktivitě. Je pokládán za nejstarší motorický systém, který je potřebný jako zdroj aktivity k vytváření paměťových stop a pohybových programů. Funkce limbického systému rozhodujícím způsobem souvisí s emocemi a motivací, jež mají významný podíl na provedení pohybového úkolu (důležitost pestrého cvičení, příjemných pocitů z vlastního cvičení, zážitků z tréninku, přesvědčení o nezastupitelnosti kompenzačních cvičení, pochopení jejich přesnosti v průběhu pohybu, „vzafažující“ nadšení cvičitele, trenéra).

Obousměrnou spojkou mezi mozkovou kůrou a výkonným svalem je **mícha**, která je chráněna páteřním kanálem sestaveným z jednotlivých obratlů. Toto je další důvod, proč fyziologický tvar páteře a kvalita posturální funkce jsou tak důležité aspekty ovlivňující naše zdraví a úroveň sportovního výkonu. Není-li tomu tak, pak činnost nervové soustavy může být narušena (dráždění, stlačení a uskřípnutí míšních nervů) a může negativně ovlivňovat nejen činnost svalového aparátu, ale i ostatních vnitřních orgánů (vertebroviscerální vztahy).

Nejnižší rovinou reflexního řízení činnosti svalů je **míšní reflexní oblouk**, který představuje automatickou reakci, kdy se jednoduchý podnět (pro mozek „nedůležitý“) zpracuje přímo v míše a odtud je okamžitá svalová odpověď vyslána k odpovídajícím svalům. Jeho úkolem je např. neustále korigovat svalový tonus a tak nastavovat a udržovat funkční délku jednotlivých svalových skupin na základě průběžné informace z proprioceptorů (*viz dále*). Tato úroveň řízení velice významně ovlivňuje výsledek pohybové činnosti. Přestože se jedná o řízení automatické, můžeme ovlivnit jeho kvalitu především péčí o svalový aparát, o jeho svalovou rovnováhu. Respektováním míšních reflexů můžeme zvyšovat pozitivní účinek kompenzačních protahovacích cvičení.

Příjem informací, jejich zpracování a vlastní realizaci pohybových programů zajišťují tři dílčí **funkční etapy**. Informace z vnějšího a vnitřního prostředí se přenášejí prostřednictvím smyslových analyzátorů do mozku, kde se vytváří ucelený obraz o zadaném pohybovém úkolu. Programování pohybové reakce probíhá na všech úrovních nervové soustavy, přičemž nejvýznamnější a nejvyšší úrovní mozkové kůry je oblast senzomotorická. Významnou roli sehrává asociační oblast, která zprostředkovává vertikální (mezi korovou, podkorovou a míšní úrovní) a horizontální (mezi jednotlivými senzoryckými oblastmi v mozkové kůře) propojení. Tyto etapy můžeme zkvalitnit např. přesnou ukázkou cviku, odpovídajícím vysvětlením, videozáznamem s analytickým rozбором chyb, vhodnou motivací s využitím pestrých pomůcek, prostředím umožňujícím se soustředit a samozřejmě dodržováním metodické návaznosti a všech didaktických doporučení. Vlastní naprogramovaná pohybová odpověď (výsledný pohyb) je spouštěna, regulována a koordinována z CNS. Při velkém zjednodušení vedou motorická (odstředivá, eferentní) vlákna dvou rozdílných nervových drah nervové vzruchy z CNS přes míchu k výkonným svalům. Hlavní motorickou dráhou je dráha volní motoriky, tzv. pyramidová dráha. Sestupuje z mozkové kůry bez přerušení až do jednotlivých úseků míchy a odtud pokračuje k výkonným svalům. Prostřednictvím této inervace se vytvářejí pohybové reflexy podmíněné (naučené), které jsou podkladem velmi složitých, zejména volních (úmyslných) pohybů. Tento systém je označován jako **motor-move systém** (systém zajišťující změnu polohy – move = pohybovat se).

Mimopyramidové dráhy vedou nervové vzruchy ke kosternímu svalstvu z mozkové kůry několika neuronů přes jednotlivá podkorová centra, která konkrétním způsobem pak výsledný pohyb ovlivňují. Zajišťují (na podkorové úrovni pod „nenápadnou“ kontrolou nejvyššího ústředí) především svalový tonus posturálního svalstva a změny napětí při změnách poloh. Hlavním úkolem tohoto **motor-hold systému** (systému pro aktivní udržování polohy – hold = držení) je tedy udržování vzpřímené polohy těla v gravitačním poli.

Obě nervové dráhy tvoří neoddělitelný funkční celek, který navzájem spolupracuje, doplňuje se, i když zpravidla posturální pohyby („držičiho“ motor-hold systému) nepatrně jaksi předchází vlastní pohybový projev. Uvedené inervace jsou podkladem dvou základních funkcí hybného systému a funkční rozdílnosti krajních typů svalových vláken. Současně v souladu s uvedeným rozlišujeme dva typy **motorických** vláken – silná alfa vlákna a tenká gama vlákna.

1. **Alfa vlákna** končí v nervosvalových ploténkách svalových vláken (sestupují k nim dráhy pyramidové z mozkové kůry) a vedou ke stahu inervovaného svalu.
2. **Gama vlákna** končí v intrafázálních svalových vláčkách svalového vřeténka (sestupují k nim dráhy mimopyramidové) a korigují jejich úroveň dráždivosti (stažlivosti, mění jejich citlivost). Svalová vřeténka (viz *dále*) mají vlastní motorickou inervaci, jež bývá označována jako gama systém, gama smyčka. Tato regulace je závislá na stupni natažení svalu a má charakter autoregulačního zpětnovazebního systému, který řídí dráždivost svalových vřetének v závislosti na intenzitě a kvalitě podnětu.

Zvláštní důležitost při kompenzačních cvičení mají **senzitivní** (dostředivá, aferentní) nervová vlákna vycházející z jednotlivých proprioceptorů, jejichž úkolem je informovat nervová centra mozku a míchy o poloze a pohybech vlastního těla (proprius = vlastní) a jeho jednotlivých částí (do míchy vstupují zadními kořeny míšními a odtud pokračují k vyšším centrům). Kromě senzitivních vláken obsahuje kosterní sval také **vegetativní** (autonomní) nervová vlákna, jež mají za úkol především inervaci stěn krevních cév ve svalů regulovat jejich průsvit a tím průtok krve ve svalů.

Proprioceptory jsou mikroskopické útvary čítí ve svalech (svalová vřeténka), šlachách (šlachová tělíska) a kloubních pouzdrech. Ze svalových vřetének vystupují nervová vlákna dvojího typu s rozdílnou citlivostí a CNS informují jak o rychlých (fázických) změnách délky svalu (při pohybu), tak i o změnách dlouhodobých, tonických (při udržování určité polohy). Odpovídajícím podnětem pro oba typy nervových zakončení je protažení. Při protažení „nastavené“ délky svalového vřeténka dojde ke zvýšení jejich napětí a naopak při neadekvátním zkrácení (kontrakci) se napětí snižuje (viz gama systém, samostatná motorická inervace podléhající centrální kontrole).

Oba systémy reagující na protažení se liší v **řízení antagonistů**:

1. Systém fázický (motor-move systém) má tlumivý vliv na antagonisty a pracuje na principu tzv. **reciproční inervace** (např. kontrakce břišních svalů snižuje napětí bederních svalů).
2. Tonický systém (motor-hold systém) funguje jak na základě **reciproční inervace** (např. zkrácený bederní sval tlumí břišní svaly), tak i na základě **simultánní inervace** (současně inervuje agonistu i antagonistu, např. při izometrické kontrakci svalů na zadní straně dolních končetin dochází k izometrické kontrakci svalů na přední straně).

Nejvýhodnější moment spolupráce obou systémů (včetně zapojení šlachových tělísek) využíváme při protahovacím cvičení, jež se vžil pod názvem **postizometrická relaxace**. Důležité je dodržovat pomalý průběh pohybu (při rychlém se nezapojí tonický systém a vzniká napínací reflex).

Šlachová tělíska (Golgiho) jsou umístěna na přechodu svalu a šlachu a jsou drážděna stejně jako svalová vřeténka, ale mají vyšší práh dráždivosti. Na základě silného napnutí svalu vyvolají tzv. **inverzní napínací reflex**, který **tlumí** (alfa motoneurony) **vlastní sval** (snižuje kontrakci a zabraňuje neadekvátnímu napnutí šlachu) a současně **aktivuje antagonisty** daného svalu. Tento automatický mechanismus chrání sval před extrémní kontrakcí, kterou by mohl být poškozen.

Činnost kloubních receptorů s následnou svalovou reakcí je označována jako tzv. **kloubně-svalová souhra**, což zdůrazňuje existenci úzkých recipročních vztahů. V kloubních pouzdrech se nacházejí receptory s pomalou i rychlou adaptací vysílající vzruchy v klidu i za pohybu. Je tedy zřejmé, že nefyziologické kloubní spojení negativně ovlivňuje informace proudící do CNS, a tím vyvolává korekci pohybové odpovědi se všemi nechtěnými důsledky.

Úroveň motorických výkonů významně ovlivňují i další receptory. Jsou to zejména **visceroreceptory**, uložené ve stěnách útrobu a cév a registrující změny tlaku v cévách, změny pH krve, teplotní změny