



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

Pedagogická fakulta

Katedra tělesné výchovy a sportu

Diplomová práce

**Navržení a ověření cvičebního programu  
pro závodní plavce v kategorii mladšího  
dorostu dle metody Spirální stabilizace  
páteře**

Vypracoval: Bc. Martina Landauerová

Vedoucí práce: doc. PhDr. Renata Malátová, Ph.D.

České Budějovice, 2021



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**University of South Bohemia in České Budějovice**

Faculty of Education

Department of Sports Studies

Graduation thesis

**Design and verification of an exercise  
program for swimmers in the junior  
category according to the method of  
Spiral stabilization of the spine**

Author: Bc. Martina Landauerová

Supervisor: doc. PhDr. Renata Malátová, Ph.D.

České Budějovice, 2021

## **Bibliografická identifikace**

**Název diplomové práce:** Navržení a ověření cvičebního programu pro závodní plavce v kategorii mladšího dorostu dle metody Spirální stabilizace páteře

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Martina Landauerová

**Studijní obor:** Učitelství tělesné výchovy pro střední školy (jednooborové)

**Pracoviště:** Katedra tělesné výchovy a sportu PF JU

**Vedoucí diplomové práce:** doc. PhDr. Renata Malátová, Ph.D.

**Rok obhajoby diplomové práce:** 2021

### **Abstrakt:**

Diplomová práce se zabývá navržením a ověřením cvičebního programu pro zlepšení držení těla závodních plavců v kategorii mladšího dorostu. Teoretická část práce se zabývá anatomickým přehledem kosterní a svalové soustavy, dále se zabývá vlivy závodního plavání na pohybový aparát, charakteristikou kompenzačního cvičení a Spirální stabilizací páteře. V diplomové práci byla použita obsahová analýza, syntéza a standardizovaný test na držení těla dle Jaroše a Lomíčka. Soubor testovaných se skládal ze 2 chlapců a 4 dívek mladšího dorostu z Plaveckého klubu Příbram. Na základě výsledků vstupního testování byl navržen cvičební program dle metody Spirální stabilizace páteře. Následně bylo aplikováno 10 minutové cvičení 6x týdně po dobu 3 měsíců. Poté bylo provedeno výstupní testování shodné se vstupním a porovnání změn. U všech zkoumaných plavců došlo ke zlepšení držení těla. Ověření cvičebního programu můžeme považovat za úspěšné. Tato práce může sloužit jako podklad pro trenéry plavání při stanovování kompenzačního cvičení.

**Klíčová slova:** držení těla, plavci, svalová dysbalance, kompenzační cvičení, mladší dorost, testování

## **Bibliographical identification**

**Title of the graduation thesis:** Design and verification of an exercise program for swimmers in the junior category according to the method of Spiral stabilization of the spine

**Author's first name and surname:** Bc. Martina Landauerová

**Field of study:** Teacher training of physical education for secondary schools (single-subject)

**Department:** Department of Sports Studies

**Supervisor:** doc. PhDr. Renata Malátová, Ph.D.

**The year of presentation:** 2021

### **Abstract:**

The graduation thesis deals with the design and verification of an exercise program to improve the posture of competitive swimmers in the category of younger adolescents. The theoretical part of the thesis deals with the anatomical overview of the skeletal and muscular system, it also deals with the effects of competitive swimming on the musculoskeletal system, the characteristics of compensatory exercises and Spiral stabilization of the spine. Content analysis, synthesis, and standardized test for posture according to Jaroš and Lomíček were used in this graduation thesis. The group of test subjects consisted of 2 boys and 4 younger girls from the Příbram Swimming Club. Based on the results of the initial testing, an exercise program was designed according to the Spiral Stabilization of the Spine method. Subsequently, the 10 minute exercise was applied 6 times per week for 3 months. Afterwards, output testing which was identical to the input testing was performed and changes were compared. Posture was improved in all swimmers examined. The verification of the exercise program can be considered successful. This thesis can serve as a base for swimming coaches in determining compensatory exercises.

**Keywords:** posture, swimmers, muscle imbalance, compensatory exercises, juniors, testing

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, archivovaných Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum

Podpis studenta

### **Poděkování**

Mé poděkování patří vedoucí mé diplomové práce, paní doc. PhDr. Renatě Malátové, Ph.D. za poskytnutí informací a odborné vedení. Děkuji také fyzioterapeutce Mgr. Martině Čermákové za poskytnutí informací a odborné konzultace. V neposlední řadě také děkuji všem plavcům, kteří mi ochotně věnovali svůj čas.

# Obsah

1 Úvod .....	1
2 Metodologie .....	2
2.1 Cíl, úkoly a výzkumné otázky .....	2
2.1.1. Cíl práce .....	2
2.1.2 Úkoly práce .....	2
2.1.3 Výzkumné otázky .....	2
2.2 Použité metody výzkumu .....	2
2.3 Rešerše literatury .....	3
3 Přehled anatomických poznatků .....	7
3.1 Kosterní soustava .....	7
3.2 Kosterní svalovina .....	8
3.2.1 Posturální svalstvo .....	12
3.2.2 Fázické svalstvo .....	13
3.2.3 Typy vláken kosterního svalstva .....	14
3.2.4 Reciproční inervace .....	15
3.2.5 Svalové řetězce .....	16
3.2.6 Napínací reflex .....	19
3.3 Svalové dysbalance .....	20
3.3.1 Horní zkřížený syndrom .....	22
3.3.2 Dolní zkřížený syndrom .....	23
3.3.3 Vrstvový syndrom .....	25
3.4 Plavecký sport a jeho vliv na pohybový systém .....	25
3.5 Kompenzační cvičení .....	27
3.5.1 Kompenzační cvičení v tréninkovém procesu .....	29
3.5.2 Proprioceptivní nervosvalová facilitace .....	29
3.5.3 Kontrakčně-relaxační technika .....	30
3.6 Držení těla .....	31
3.6.1 Páteř .....	32
3.6.2 Zakřivení páteře .....	33
3.6.3 Stabilita páteře .....	34
3.7 Spirální stabilizace páteře .....	35
3.7.1 Principy metody spirální stabilizace páteře .....	36
3.7.2 Cvičení spirální stabilizace páteře .....	37
3.7.3 Základní spirální svalové řetězce .....	38

4 Projekt experimentu a jeho organizace .....	42
4.1 Organizační a testové zabezpečení experimentu .....	42
4.2 Charakteristika souboru .....	43
4.3 Sběr dat .....	43
4.4 Hodnocení držení těla dle Jaroše a Lomíčka .....	44
5 Výsledky .....	47
5.1 Výsledky testování probandky č. 1 .....	47
5.2 Výsledky testování probandky č. 2 .....	49
5.3 Výsledky testování probandky č. 3 .....	51
5.4 Výsledky testování probandky č. 4 .....	54
5.5 Výsledky testování probanda č.5 .....	57
5.6 Výsledky testování probanda č.6 .....	60
5.7 Cvičební program dle metody Spirální stabilizace páteře.....	62
5.7.1 Symetrické cviky zařazené do kompenzačního programu .....	62
5.7.2 Asymetrické cviky zařazené do kompenzačního programu .....	66
5.7.3 Protahovací cviky zařazené do kompenzačního programu .....	68
6 Diskuze .....	70
7 Závěr.....	72
Referenční seznam literatury .....	73
Internetové zdroje.....	74



## 1 Úvod

Plavání se věnuji řadu let. Do svých čtrnácti let jsem závodně plavala a v průběhu posledních pěti let se aktivně věnuji trénování. Při spolupráci s plavci se poměrně často setkávám s nejrůznějšími funkčními poruchami pohybového aparátu. Skutečnost, že plavci již ve svých 14 letech tráví více než 13 hodin týdně trénováním, a to především horní poloviny těla, mě vyzývalo k tomu, abych zkoumala důsledky této sportovní disciplíny na tělesné stavbě jednotlivých plavců. Vzhledem k vysoké intenzitě tréninkových jednotek a možnému přetrénování plavců již v mladších školních letech je nutné zařazovat do tréninkových plánů i vhodné kompenzační cvičení. Vhodně zvolený vyrovnávací program vede ke zlepšení celkového tělesného stavu, zabraňuje vzniku funkčních a později strukturálních poruch pohybového aparátu a v neposlední řadě zvyšuje sportovní výkonnost sportovce. Kompenzační program by měl být nedílnou součástí každého kvalitního tréninkového procesu. Není-li tomu tak, pak jsou prováděné pohyby neekonomické, dochází k častému zranění a v neposlední řadě i ke snižování sportovního růstu. Dnešní doba nabízí nespočet vyrovnávacích metod. Jelikož jsem měla možnost osobně vyzkoušet některé z nich, zvolila jsem tu, která pro mě osobně byla nejvíce efektivní. Jedná se o metodu Spirální stabilizace páteře, která funguje na principu zapojování svalových řetězců. Správným zapojením svalových řetězců lze odlehčit tlak na klouby a meziobratlové ploténky a protáhnout páteř a trup směrem vzhůru. Tato metoda pomáhá při léčbě vadného držení těla a je vhodnou prevencí před přetížením a degenerací páteře a velkých kloubů při sportu.

Tato práce se zabývá analýzou cíleného cvičebního programu zaměřeného na správné držení těla plavců. Pro výzkum bylo vybráno 6 plavců z toho 4 dívky a 2 chlapci v kategorii mladšího dorostu. Na začátku výzkumu bude provedeno vstupní testování zaměřené na vyšetření držení těla. Na základě výsledků vstupního testování bude vytvořen cvičební plán na 3 měsíce 6x týdně po dobu minimálně 10 minut, který bude obsahovat soubor cviků zaměřených na problematické partie plavců podle metody spirální stabilizace páteře. Po tříměsíční aplikaci bude provedeno výstupní testování shodné se vstupním a následně dojde k porovnání výsledků. Předpokládám, že výstupní testování ukáže zlepšení stavu držení těla a odstranění svalových dysbalancí.

## **2 Metodologie**

### **2.1 Cíl, úkoly a výzkumné otázky**

#### **2.1.1. Cíl práce**

Cílem práce je navržení a ověření cvičebního programu metodou spirální stabilizace páteře u šesti plavců z plaveckého klubu PK Příbram ve věku 15-16 let. Program byl zaměřen na zlepšení držení těla u plavců.

#### **2.1.2 Úkoly práce**

- provedení obsahové analýzy a následně syntézy domácí a zahraniční odborné literatury na zadané téma,
- stanovení výzkumných otázek,
- rešerše literatury,
- popis testu dle Jaroše a Lomíčka,
- realizace záměrného výběru a charakteristika souboru,
- realizace ověření cvičebního programu,
- vstupní testování (hodnocení dle Jaroše a Lomíčka),
- realizace tříměsíční intervence vytvořeného cvičebního programu u sledovaného souboru,
- výstupní testování shodné se vstupním,
- statické zpracování dat a vyhodnocení ověření intervence vytvořeného cvičebního programu,
- diskuse k výsledkům ověření,
- stanovení závěrů.

#### **2.1.3 Výzkumné otázky**

- Vyskytují se u testovaných plavců PK Příbram odchylky od správného držení těla?
- Ovlivní tříměsíční cvičební program metodou spirální stabilizace páteře držení těla u plavců?

### **2.2 Použité metody výzkumu**

Pro zpracování teoretických východisek byla použita metoda obsahové analýzy, která byla zaměřena na anatomický přehled kosterní a svalové soustavy, vlivy závodního plavání na pohybový aparát, kompenzační cvičení a popis cvičební metody Spirální stabilizace páteře. Pomocí obsahové analýzy byl vybrán i standardizovaný test na držení

těla dle Jaroše a Lomíčka. Zkoumaný soubor byl vybrán pomocí metody záměrného výběru. Na základě této metody jsme vybrali závodní plavce v kategorii mladšího dorostu.

Následně bylo provedeno testování dle Jaroše a Lomíčka a výsledky byly zpracovány na základě hodnotící škály standardizovaného testu. Na základě výsledků vstupního testování byl vytvořen cvičební plán na 3 měsíce 6x týdně po dobu minimálně 10 minut, který obsahoval soubor cviků zaměřených na problematické partie plavců podle metody spirální stabilizace páteře. Po tříměsíční aplikaci bylo provedeno výstupní testování shodné se vstupním a následně došlo k porovnání výsledků.

Pro výzkum byl použit postupný jednoskupinový, časově nesouběžný experiment. Postupný jednoskupinový, časově nesouběžný experiment je metoda experimentu nejčastěji využívaná ve výzkumu se sportovní tematikou. Podle Zháněla et al. (2014) se jedná o situaci, kdy na sledovaný soubor působí určitý čas daný experimentální činitelem. V dalším období výzkumník vyloučí působení tohoto činitele. Cílem je zjištění změn vyvolaných experimentálním činitelem na jednom konkrétním souboru.

## 2.3 Rešerše literatury

Diplomová práce se zabývá analýzou vlivu cvičebního programu dle metody Spirální stabilizace páteře na držení těla závodních plavců. Kromě držení těla se práce zaměřuje na svalové dysbalance vznikající vlivem dlouhodobého přetěžování organismu a nedostatečnou kompenzací. Jedna z kapitol zkoumá vlivy plaveckého sportu na pohybový aparát člověka a další z hlavních témat je kapitola o kompenzačních cvičení a zejména pak o metodě Spirální stabilizace páteře.

Nejvýznamnější úlohu pro správné uchopení a sjednocení kapitol o anatomickém přehledu kosterní soustavy, měly publikace Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada., Dylevský, I. (2019). *Somatologie: pro předmět Základy anatomie a fyziologie člověka*. Praha: Grada., Naňka, O., Elišková, M., & Eliška, O. (2009). *Přehled anatomie*. Praha: Galén, které posloužily i jako podklad pro odbornou podkapitolu o kosterní svalovině, její funkci, složení a rozdělení. Dále se otázkami o kosterní svalovině zabývají publikace od Kittnar, O. (2020). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada a Trojan, S. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada. Velkým zdrojem informací o svalové kontrakci

a jednotlivých pohybech kosterní soustavy byly využity práce od Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení*. Praha: Grada., Rokyta, R., & Šťastný, F. (2002). *Struktura a funkce lidského těla*. Praha: Tigris.

Pro bližší pochopení a specifikování svalových skupin byly využity publikace od autorů Čermák, J., Chválová, O., & Botlíková, V., & Dvořáková, H. (2000). *Záda už mě nebolí*. Praha: Svojtka a Vašut., Dostálová, I., & Sigmund, M. (2017). *Pohybový systém: anatomie, diagnostika, cvičení, masáže*. Olomouc: Poznání., Malátová, R., Polívková, J., Kašparová, K., & Schwachová, N. (2017). *Didaktika zdravotní tělesné výchovy, oslabení pohybové soustavy*. České Budějovice: Jihočeská univerzita.

Další podkapitola v teoretické části práce pojednává o svalových řetězcích. Jako zdroj byla využita práce od Smíšek, R., Smíšková, K., & Smíšková, Z. (2015). *Spirální stabilizace páteře: léčba a prevence bolestí zad*. Praha: Richard Smíšek. Autoři zde popisují charakteristiku svalových řetězců a princip fungování jednotlivých svalových spirál v lidském těle, což bylo důležitým poznatkem pro tvorbu teoretické i praktické části této diplomové práce.

Kapitola o svalových dysbalancích čerpala rešerší ze zdrojů knih Kabelíková, K., & Vávrová, M. (1997). *Cvičení k obnovení a udržování svalové rovnováhy: průprava ke správnému držení těla*. Praha: Grada., Hnízdil, J., Šavlík, J., & Chválová, O. (2005). *Vadné držení těla dětí*. Praha: Triton a Čermák, J., Chválová, O., & Botlíková, V. & Dvořáková, H. (2000). *Záda už mě nebolí*. Praha: Svojtka a Vašut. Téma doplnila publikace Stackeová, D. (2012). *Cvičení na bolavá záda*. Praha: Grada. Tato autorka uvádí krátkodobé a dlouhodobé následky svalových dysbalancí. Dalšími podstatnými podkapitolami byly jednotlivé syndromy – horní, dolní, vrstvý syndrom a jejich následky. O této problematice pojednávaly knihy od autorů Tlapák, P. (2007). *Tvarování těla pro muže a ženy*. Praha: ARSCI., Janda, V. (1982) *Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch*. Brno: Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků.

Další kapitola v teoretické části souhrnně pojednávala o vlivech plaveckého sportu na pohybový systém člověka, kdy se stal velkým zdrojem článků Novotný, J., Hrazdira, L., Bernaciková, M., Sebera, M., & Chaloupecká, A. (2009). *Kapitoly sportovní medicíny: Plavání*. Dostupné z <https://is.muni.cz/do/fsps/elearning/kapitolysportmed/index.html>, který byl doplněn informacemi z článku Batalha, N., Marmeleira, J., Garrido, N., & Silva, A. J. (2015). Does

a water-training macrocycle really create imbalances in swimmers' shoulder rotator muscles? *European journal of sport science*, 15(2), 167–172., kde autoři přiblížili příčiny vzniku svalových dysbalancí u závodních plavců.

Několik zajímavých postřehů k této problematice bylo zaznamenáno z publikace Motyčka, J. (2001). *Teorie plaveckých sportů: plavání, synchronizované plavání, vodní pólo, skoky do vody, záchrana tonoucích*. Brno: Masarykova univerzita.

Stěžejní literaturou pro teoretickou část diplomové práce byly publikace zabývající se kompenzačním cvičením. Z těchto publikací měla největší přínos Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení*. Praha: Grada. Zde byla velmi odborně zpracovaná teoretická východiska tělesného pohybu a jeho funkce v životě člověka. Velkým přínosem byla i kapitola Kompenzační cvičení v tréninkovém procesu. Částečně byly využity i práce Křištofič, J. (2006). *Pohybová příprava dětí*. Praha: Grada., Alter, M. L. (1999). *Strečink: 311 protahovacích cviků pro 41 sportů*. Praha: Grada.

Neméně důležitá kapitola o držení těla čerpala rešerší od několika autorů, kteří uváděli poněkud rozdílné definice o vzpřímeném postoji a postuře. Konkrétně se jednalo o publikace Čermák, J., Chválková, O., Botlíková, V., & Dvořáková, H. (1994). *Záda už mě nebolí*. Praha: Svojtka a Vašut., Kolář, P., Bitnar, P., Horáček, O., Kříž, J., Dyrhonová, O., Adámková, M., ... Zumrová, A. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén., Kopecký, M. (2010). *Zdravotní tělesná výchova*. Olomouc: Univerzita Palackého., Hošková, B., & Matoušová, M. (2007). *Kapitoly z didaktiky zdravotní tělesné výchovy: pro studující FTVS UK*. Praha: Karolinum.

Pro výzkumnou část této práce byla důležitá publikace zabývající se hodnocením držení těla, a to konkrétně kniha Hošková, B., & Matoušová, M. (2007). *Kapitoly z didaktiky zdravotní tělesné výchovy: pro studující FTVS UK*. Praha: Karolinum. Tato publikace posloužila zejména jako návod k hodnocení jednotlivých částí těla či souhrnného hodnocení držení těla s přesně definovanými kritérii. Test byl popsán srozumitelně a testování bylo podle návodu snadno realizováno.

Pro tuto diplomovou práci byla zásadní publikace o Spirální stabilizaci páteře, kterou velmi zdařile popisují knihy Smíšek, R., Smíšková, K., & Smíšková, Z. (2019) *Spirální stabilizace páteře: léčba a prevence bolestí zad*. Praha: Richard Smíšek., Smíšek, R., Smíšková, K., & Smíšková, Z. (2018). *Svalové řetězce 3: spirální stabilizace páteře: manuální příprava, pohybová léčba výhřezu meziobratlového disku bez operace, potíží*

*po operacích páteře, skoliózy bez korzetu a operace.* Praha: Richard Smíšek. Tyto publikace se jeví jako velmi odborné. Přinášejí teoretické základy této metody, ucelený metodický návod pro její aplikaci s velmi kvalitní fotodokumentací. Tyto knihy byly velkým přínosem při sestavování cvičebního programu výzkumné části této práce. Autoři v knize také vysvětlují správné provedení držení těla a jeho zapojení při chůzi a běžných denních činnostech.

### 3 Přehled anatomických poznatků

Následující kapitoly v teoretické části práce přináší základní anatomické poznatky nutné pro pochopení stavby a funkce pohybového aparátu. V textu jsou uváděny poznatky k problematice vadného držení těla a kompenzační cvičení sloužící k prevenci a odstranění funkčních poruch hybného systému.

#### 3.1 Kosterní soustava

Základ kosterní soustavy tvoří kostra (skelet) složená z kostí vzájemně propojených klouby. Kostra tvoří pevný základ lidského těla, který chrání orgánové systémy, podpírá měkké tkáně a umožňuje pohyb těla a jeho částí, neboť je místem úponu jednotlivých svalů. Spojením jednotlivých kostí, svalů a pojivových tkání vzniká jeden fungující celek, ale také vznikají ochranná pouzdra (lebka, kostra hrudníku), která chrání důležité vnitřní orgány např.: mozek, mícha, srdce, plíce, játra atd. Kostí jsou s příslušnými svaly uspořádány do pohyblivého systému pák, které se mohou pomocí svalové kontrakce pohybovat v kloubech. Jedná se tedy o pasivní složku lokomočního (pohybového) systému. Kosterní, příčně pruhované nebo také volní svalstvo je aktivní složkou pohybového systému a umožňuje vykonávat veškerý pohyb. Tento typ svaloviny svojí funkcí ovládá nejen lokomoci těla, ale pomáhá při dýchání, podporuje krevní oběh a termoregulaci. Kosterní svaly jsou řízeny centrálním nervovým systémem a kontrolovány naší vůlí a citem. Mezi další funkce kostry patří i tvorba krve, kdy se v kostní dřeni některých kostí tvoří krevní buňky. V raném dětství se krvetvorba odehrává v dlouhých kostech a během dospívání přetrvává především v páteři a v kostech plochých. Kostra je také velkou zásobárnou minerálních látek, které se ukládají do kostí a tam plní biomechanickou funkci. Z kostí mohou být v případě potřeby uvolněny do organismu a transportovány k místům, kde jsou nutné. Za jistých podmínek se kostra může stát i odpadištěm látek, které jsou tělu cizí (Dylevský, 2009).

Lidská kostra dospělého člověka je složena z více než 200 jednotlivých kostí, které se liší jak tvarem, tak velikostí. Všechny kosti jsou mezi sebou vzájemně spojeny. Toto spojení probíhá dvěma způsoby buď pevně – vazivem, chrupavkou, kostní tkání, nebo pohyblivě – kloubem. Klouby se třídí podle tvaru styčných ploch spojených kostí a z počtu kostí spojujících se v kloubu. Na základě toho se dá odvodit možný rozsah a typ pohybu v kloubu. Veškeré pohyby lidského těla, jsou závislé na souhře kloubních

spojení a svalstva. Nesprávně provedený pohyb může způsobit poškození kloubního systému (Naňka, Elišková & Eliška, 2009).

### **3.2 Kosterní svalovina**

Kosterní svalstvo tvoří hybnou, motorickou, aktivní složku pohybového systému. Svaly v lidském těle představují zhruba 40 % celkové hmotnosti, přičemž svalstvo tvoří více než 300 párových svalů, které se liší tvarem i velikostí. Hodnoty zastoupení svaloviny se mohou lišit v závislosti na pohlaví, věku, trénovanosti a zdravotním stavu jedince. Základní stavební jednotkou kosterní svaloviny je svalové vlákno. Svalové vlákno je mnohojaderný útvar o průměru 40-100 mm a dlouhé průměrně 1-40 mm. Vlákna jsou válcovitého tvaru a na jejich povrchu se nachází buněčná membrána (sarkolema). V místě pod membránou jsou rozmístěna buněčná jádra, organely a podélně orientovaná vlákénka (myofibrily). Kolem myofibril se nachází systém trubic s vysokou koncentrací vápenatých a hořečnatých iontů, které jsou potřebné k realizaci svalové kontrakce. Pod světelným mikroskopem je na myofibrilách viditelné střídání světlých (anizotropních) a tmavých (izotropních) úseků. Z tohoto důvodu je odvozen název svalového vlákna jako příčně pruhované. Každý izotropní úsek je oddělen tenkou ploténkou (telofragmou) nazývanou také jako Z-linií. Úsek myofibrily, který se nachází mezi dvěma Z-liniemi se nazývá sarkoméra. Sarkoméra je kontraktilní jednotka svalového vlákna, neboť se skládá z bílkovinových myofilament aktinu a myozinu, které zajišťují svalovou kontrakci. Aktin je bílkovinné vlákno složený ze dvou spirálně stočených makromolekul, zasahujících mezi vlákna myozinu. Aktinová vlákna jsou tenčí a početnější než vlákna myozinu. Myozin je bílkovina, jejíž molekuly mají tyčinkovité tělo, ohebný krk a kulovitou hlavu. Pro hlavu s krčkem se také užívá název příčný můstek. Prostřednictvím hlavy dochází ke komunikaci s aktinem. Aktin a myozin jsou tedy základní kontraktilní (stažlivé) bílkoviny svalu, které odpovídají za jeho prodlužování a zkracování do původní délky. Na molekulární úrovni za tyto funkce zodpovídají bílkoviny titin a nebulin. Titin má tendenci stahovat sval a při protažení vytváří elastický odpor. I nebulin klade při protažení svalu elastický odpor, ale především se podílí na stabilizaci aktinových vláken (Dylevský, 2009).

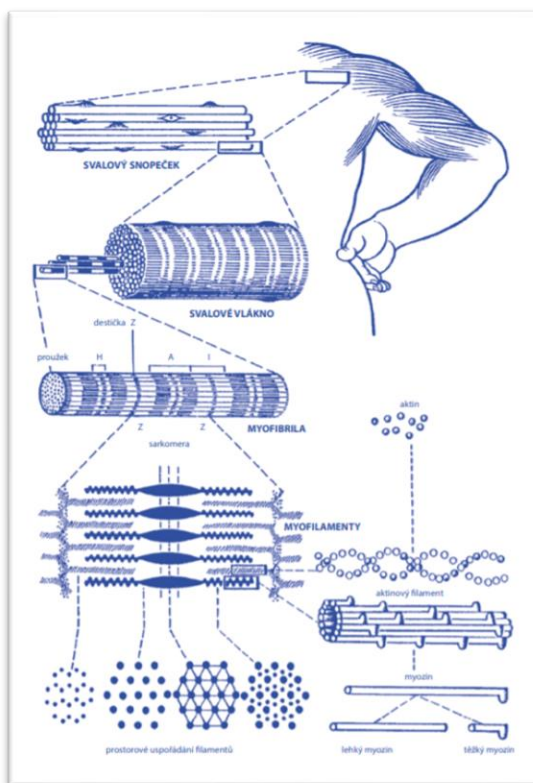
Svalová kontrakce (smrštění) je proces, při kterém sval reaguje na podráždění nervového systému. Existují dvě formy svalové kontrakce: izometrická a izokinetická



(izotonická). Při izometrické kontrakci nedochází ke změně délky svalu, ale mění se svalové napětí (tonus). Naopak u kontrakce izokinetické svalová vlákna nemění své napětí, ale dochází v průběhu pohybu k prodloužení délky svalu (excentrická kontrakce), nebo ke zkracování délky svalu (koncentrická kontrakce). Žádný ze svalů nepracuje striktně v izometrickém či izokinetickém režimu. Velmi časté jsou svalové kontrakce auxotonické, kdy se změnou svalového tonusu dochází i ke změně délky svalových vláken (Kittnar, 2020).

Příčně pruhovaná svalová tkáň odpovídá za volní pohyby (řízené vůlí) a aktivně se podílí na udržování polohy (tzv. posturální funkce). Kosterní sval (mys, musculus) je orgán se složitou vnitřní stavbou propojen s cévním a nervovým systémem. Sval je tvořen začátkem (origo), šlachou (tendo) a pokračuje svalovou hlavou (caput), která přechází na svalové břicho (venter musculi). Svalové břicho přechází v úponovou šlachu (insertio), která se nejčastěji upíná do kosti, ale i do kůže nebo kloubu. Jestliže se jedná o plošně rozšířenou šlachou, na kterou se upíná více svalových skupin nese označení aponeuróza. Povrch svalů je kryt pružným vazivovým obalem (fascií). Začátek svalu je umístěn na nehybné, fixované místo a úpon na místo pohyblivé. Kosterní svaly mohou začínat jednou až čtyřmi hlavami a upínat se do několika šlach (cípů) čímž vznikají několicípé svaly (Dylevský, 2019).

Kosterní sval je tvořen třemi komponenty: příčně pruhovaná svalovina, vazivo (skelet svalů) a pomocná zařízení (cévy a nervy). Svalová příčně pruhovaná tkáň je řízena mozgovými a míšními nervy. Je ve své činnosti pod kontrolou mozkové kůry a je řízena vůlí; volní inervace. Svalová vlákna bez inervace nejsou schopna funkce. Kosterní svalovina se upíná na kostru vždy tak, že sval přemostuje jeden nebo více kloubů (Trojan, 2003).



**Obrázek 1. Schéma stavby kosterního svalu (Dylevský, 2019, s. 76).**

Z hlediska chemického složení obsahuje kosterní svalovina 75 % vody, 24 % organických látek a 1 % látek anorganických. Mezi organické látky spadají zejména bílkoviny (aktin, myozin, albumin, globulin), červené barvivo (myoglobin), enzymy a rezervní látky, glykogen a makroergní fosfáty. Anorganické látky zastupují hlavně ionty draslíku a vápníku, které regulují svalový stah a proces relaxace a dále pak sodík, železo a fosfor. Kosterní svalovina má bohaté cévní zásobení, které je úměrné metabolické aktivitě svalových vláken. Na 1mm<sup>2</sup> svalu připadá zhruba 2 000 vlásečnic a při vhodném pohybovém tréninku se kapilarizace svalů zlepšuje. Zásobení svalů nervovými vlákny se nazývá svalová inervace. Nervová vlákna obsažena v kosterním svalu jsou dvojího typu: hybná vlákna (motorická) a citlivá vlákna (senzitivní). Motorická vlákna jsou motoneurony míšních buněk (axony), které vedou impulzy z CNS ke kontrakci svalových vláken. Hybná vlákna končí na nervosvalových (motorických) ploténkách. Senzitivní vlákna předávají informaci o napětí a orientaci svalu z tzv. proprioreceptorů (svalová vřeténka, šlachová tělíška). Poškození motorické inervace svalu má za následek postupné zmenšení a nahrazení svalové tkáně zmnoženou tkání vazivovou (Dylevský, 2019).

Každý svalový stah (kontrakce) je vyvolán podnětem z motorického nervu. Vzruch vysílaný z mozku nebo z míchy se pomocí soustavy nervů dostane k nervovému zakončení, kde se nachází kontaktní místo mezi nervovým a svalovým vláknem (synapse). Na tomto místě se stýkají výběžky sousedních buněk a vzruch se šíří do svalové buňky. Tímto způsobem je ovládáno jedno nebo i více svalových vláken současně. Přenos vzruchu umožňuje chemická látka acetylcholin. Acetylcholin při kontaktu s membránou svalového vlákna vyvolá tzv. akční potenciál, který je veden ke speciálním receptorům. Tímto impulsem se uvolní vápenaté ionty, které vyvolávají elektrochemické děje vedoucí k zasouvání bílkovin aktinu a myozinu, ze kterých se skládají myofibrily. Výsledkem je zkracování myofibril svalu projevující se zkrácením celé svalové tkáně což se projeví pohybem. Síla kontrakce je závislá na síle a četnosti přijímaných vzruchů. Aby docházelo ke kontrakci svalu, musí mít podnět, který stah vyvolává danou intenzitu. Kosterní svalovina je schopna zkrácení o 3050 % délky vlákna (Rokyta & Šťastný, 2002).

Kosterní svalovina je rozložena kolem kloubů a podle jejich začátku, úponu a polohy vzhledem k ose vykonávají následující pohyby: addukci (přitažení) a abdukci (odtažení), při těchto pohybech se kosti přibližují nebo oddalují od střední osy těla. Dále flexi (ohnutí) a extenzi (natažení), kdy dochází ke zmenšení nebo zvětšení úhlu, který v kloubu svírá dané kosti. Rotací (otáčení) se vyznačuje pohyb, který je prováděn kolem podélné (vertikální) osy těla rozlišuje se na rotaci (vnitřní) pronaci a (zevní) supinaci. Cirkumdukce (kroužení) patří mezi pohyb složený, kdy postupně dochází v kloubu k flexi, abdukci, extenzi a addukci. Sval, který iniciuje pohyb v jednom směru a je hlavním vykonavatelem pohybu se nazývá agonista. Antagonista je sval působící protichůdným směrem. Tento druh svalu je při pohybu je natahován. Synergisté (svaly pomocné) jsou svalové skupiny, které spolupracují s agonisty, ale pohyb nejsou schopny vykonat samostatně. Důležitou funkci plní i svaly fixační (stabilizační), které umožňují provést hlavní pohyb stabilizací pohybového segmentu v postavení, které je pro pohyb nejvýhodnější. Svaly neutralizační ruší nepotřebné vnější síly vyvolané vedlejšími svaly a tím eliminují nežádoucí pohyby. Další dělení svalových skupin je z hlediska tendence k ochabování nebo zkracování svalových vláken. Tyto skupiny nazýváme tónické (posturální) a fázické (Bursová, 2005).

Svalová vlákna jsou v kosterním svalu uspořádána do jednotlivých svazků, které jsou zpevnovány řídkým vazivem. Podle tvaru, množství a uspořádání svalových svazků je ovlivňován vnější tvar svalu. Svaly ploché mají vlákna rozprostřena do prostoru, jiná vytvářejí bříška nebo hlavy dlouhých svalů. Šikmo uspořádané svazky vytvářejí tzv. svaly zpeřené, jejichž jednotlivá vlákna jsou nestejně dlouhá. Tato stavba umožňuje svaly vykonávat komplikované pohyby. Rozlišují se tři typy svalů podle tvaru: nálevkovitý, trojúhelníkovitý a trapézový (Dylevský, 2009).

### **3.2.1 Posturální svalstvo**

Posturální (tónické) svaly se především podílejí na udržování vzpřímeného postoje a pomáhají tak odolávat gravitaci, která na lidské tělo nepřetržitě působí. Z tohoto hlediska bývají také často označovány jako antigravitační či stabilizační svaly. Jsou vývojově starší. Posturální svaly jsou přizpůsobeny pro statickou či pomalou a vytrvalou činnost nižší intenzity. Jsou odolné, pomalu unavitelné a mají schopnost rychlé regenerace. Posturální svalstvo pracuje nepřetržitě s neustálým napětím. Vzhledem k nadměrnému používání (přetěžování) těchto svalů dochází k jejich zkrácování a zvyšování klidového napětí. Zkrácení svalových vláken má za následek snížený rozsah pohybu v kloubních spojeních. Zkrácení posturálních svalů je vhodné kompenzovat vyrovnávacím cvičením opačného charakteru (Čermák, Chválová, Botlíková & Dvořáková, 2000).

Svaly posturální svojí funkci využívají hlavně při vzpřímeném držení těla a stabilizaci jednotlivých tělesných segmentů v neměnném postavení. V případě většího zatížení svaly reagují zkrácením, spolu se zvýšeným napětím a tuhostí. V některých pohybových vzorcích, přebírají činnost fázických svalů (Dostálová & Sigmund, 2017).

Hlavní posturální svaly a jejich schéma (obr. 2) vyznačené fialovou barvou:

- šíjové svalstvo (mm. colli),
- zdvihač lopatky (m. levator scapulae),
- horní část trapézového svalu (m. trapezius)
- vzpřimovače páteře (m. erector spinae) v oblasti krční a bederní,
- spodní vlákna velkého svalu prsního svalu (m. pectoralis major),
- podlopatkový sval (m. supraspinatus),
- spodní vlákna širokého svalu zádového (m. latissimus dorsi),
- trojhlavý sval pažní (m. triceps brachii),

- čtyřhranný sval bederní (m. quadratus lumborum),
- sval bedrokyčlostehenní (m. iliopsoas major),
- sval hruškovitý (m. piriformis),
- napínač stehenní povázky (m. tensor fasciae latae),
- dvojhlavý sval stehenní (m. biceps femoris),
- přímý sval stehenní (m. rectus femoris),
- přitahovače stehna (mm. abductores),
- trojhlavý sval lýtkový (m. tripeps surae) (Malátová, Polívková, Kašparová & Schwachová, 2017).

### **3.2.2 Fázické svalstvo**

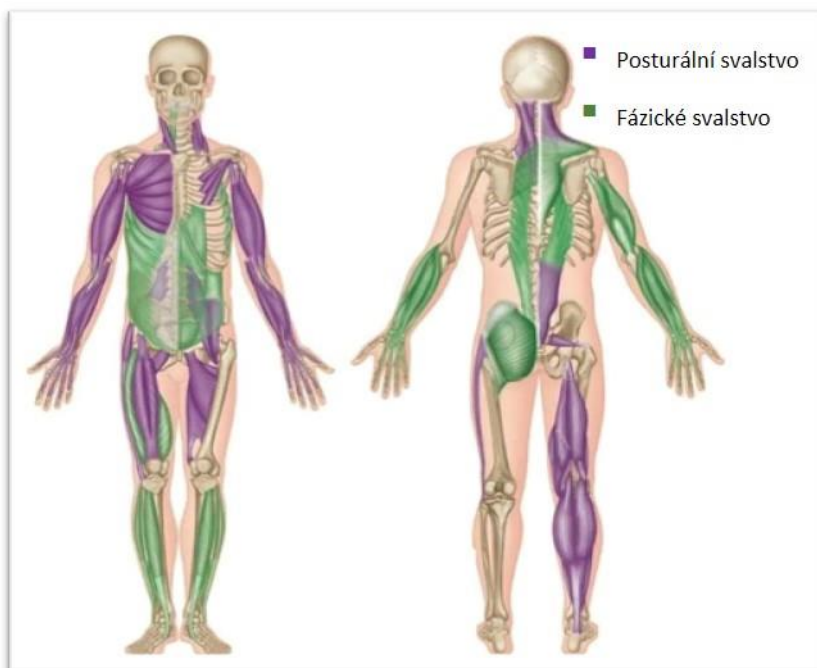
Svaly fázické jsou funkčním protějškem posturálních svalů a jejich počet je až o polovinu menší. Jsou vývojově mladší. Jejich hlavní funkcí je vyvářet aktivní dynamický pohyb. Pokud jsou fázické svaly v pohybu pracují za vysoké rychlosti a podmiňují činnost s maximální a submaximální intenzitou. Fázické svaly se relativně rychle unaví, jejich krevní zásobení je menší, a proto regenerují pomaleji. Klidový tonus fázického svalstva je nižší což vede k oslabování svalů a k zvětšení jejich klidové délky. Fázické svalstvo bez pohybové aktivity ochabuje a slábne je tedy potřeba svaly cíleně posilovat a vědomě je zapojovat do pohybových vzorců (Čermák et al., 2000).

Svaly fázické se vyznačují prudkou a vydatnou kontrakcí. Tyto kontrakce jsou využívány hlavně při rychlých pohybech dynamického charakteru. Sval se při takové kontrakci snadno unaví a hůře regenerují (Dostálová & Sigmund, 2017).

Hlavní fázické svaly a jejich schéma (obr. 2) vyznačené zelenou barvou:

- flexory krku (m. longus colli, m. longus capitis),
- mezilopatkové svaly (mm. rhomboidei),
- přední sval pilovitý (m. serratus anterior),
- vzpřimovače páteře (m. erector spinae) v oblasti hrudní,
- rotátory páteře
- horní vlákna širokého svalu zádového (m. latissimus dorsi),
- zadní část deltového svalu (m. deltoideus),
- vnější rotátory paže
- dvojhlavý sval pažní (m. biceps brachii),

- horní vlákna velkého svalu prsního (m. pectoralis major),
- břišní svaly (m. rectus abdominis, o. obliques abdominis internus / externus),
- hýžďové svaly (m. gluteus maximus/medius/minimus),
- vnější a vnitřní hlava čtyřhlavého svalu stehenního (m. quadriceps lateralis a medialis)
- přední holenní sval (m. tibialis anterior) (Malátová et al., 2017).



Obrázek 2. Posturální a fázické svaly (Gibbons, 2011, s. 48).

### 3.2.3 Typy vláken kosterního svalstva

Svalová vlákna vykazují několik společných znaků, zejména znaky anatomické, které dovolují jejich jednotný obecný popis. Avšak kosterní svalstvo je ve skutečnosti heretogenní populací vláken, které lze klasifikovat na základě mikroskopických, histochemických a fyziologických vlastností na čtyři typy: pomalá červená vlákna, rychlá červená vlákna, bílá rychlá vlákna a přechodná vlákna. Zastoupení zmíněných svalových vláken ve svalu je podmíněno geneticky. Určitý poměr svalových vláken u daného jedince má zásadní vliv na svalovou výkonnost, rychlost prováděného pohybu a ekonomiku svalové práce (Dylevský, 2009).

Pomalá červená vlákna neboli typ I (SO – slow oxidative) zajišťují polohové (statické) funkce a pomalé pohyby. Tento typ vláken je poměrně tenký a bohatě kapilarizovaný s nízkým obsahem myofibril a vysokým obsahem mitochondrií a myoglobinu, které jim dodává červenou barvu. Tato vlákna jsou enzymaticky vybavena k pomalejší kontrakci a energii pro svoji práci získávají především štěpením

tuku. Jsou vhodná pro vytrvalostní činnost nižší intenzity (aerobní zátěž). Svoji strukturou a funkcí jsou vhodnější pro svaly zajišťující statickou, polohovou činnost a pomalý pohyb. Pomalá červená vlákna bývají též označována jako „tónická vlákna“ (Dylevský, 2019).

Rychlá červená vlákna též označována jako typ II A (FOG – fast oxidative and glycolytic) jsou vlákna středně silná, kapilarizovaná s větším obsahem myofibril. Dominantním zdrojem energie pro svalovou činnost je zde glukóza. Jedná se tedy o vlákna s vysokou glykolytickou kapacitou a střední oxidační kapacitou zajišťující rychlý silný pohyb. Jejich unavitelnost je středně rychlá. Vlákna tohoto typu pracují částečně aerobně i anaerobně a uplatňují se při zátěžích střední až submaximální intenzity.

Rychlá bílá vlákna neboli typ II B (FG – fast glycolytic), jsou vlákna velmi silná zajišťující maximální silový pohyb. Vykazují horší krevní zásobení a nižší obsah mitochondrií i myoglobinu v porovnání s červenými vlákny. Tato vlákna získávají energii převážně z ATP a kreatinfosfátu. Jedná se tedy o vlákna s nejvyšší glykolytickou kapacitou a nízkou oxidační kapacitou. Vlákna se uplatňují při rychlých silných kontrakcích prováděné maximální silou, díky kterým se rychle vyčerpají. Zapojují se při rychlostních a silových výkonech maximální intenzity s převládajícím anaerobním získáváním energie. Používá se pro ně také označení „fázická vlákna“.

Přechodná vlákna, typ III (intermediární) představují nediferencovanou skupinu vláken, která jsou potenciálním zdrojem předešlých tří typů kosterních svalových vláken (Dylevský, 2009).

#### **3.2.4 Reciproční inervace**

Tento termín popisuje princip koordinace motoriky v rámci tzv. „funkční svalové skupiny“. Jedná se o skupinu svalů umístěnou kolem kloubu tvořených agonistou (hlavní vykonavatel pohybu), synergisty (svaly, spolupracující s agonisty) a antagonisty (svaly, pracující proti agonistům). V rámci lokomoce lidského těla disponují končetiny svaly, které vykonávají pohyby, jež jsou vůči sobě opačné. Přesto svaly, které tyto pohyby vykonávají, pracují v určité souhře. Pokud pracuje jedna skupina svalů, dochází k útlumu protější skupiny svalstva např. při ohnutí v loketním kloubu dochází k činnosti dvouhlavého svalu pažního (m. biceps brachii) a zároveň k útlumu trojhlavého svalu pažního (m. triceps brachii), který je jeho agonistou (Lewit, 1990).

Reciproční inervaci zajišťuje spolupráce nervů. V případě, kdy se dostaví nervový impulz způsobující kontrakci v jednom svalu, automaticky dojde k relaxaci svalu opačného. Tento proces je vyhodnocován centrální nervovou soustavou, která především kontroluje plynulost a koordinaci pohybu. (Alter, 1999).

Na principu reciproční inervace probíhá veškerá koordinace pohybu, udržování vzpřímeného stoje a rovnováhy a je zároveň podstatou lokomoce (Trojan, 2003).

### **3.2.5 Svalové řetězce**

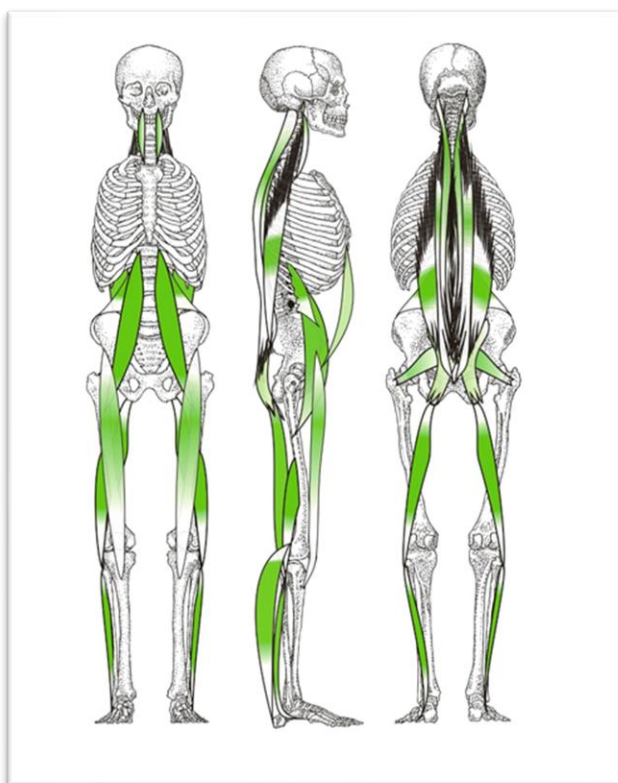
Svalový řetězec vzniká vzájemnou fyzikální a funkční vazbou několika svalových jednotek, kloubů, kostí, fascií a šlach a vytváří tak samostatný útvar. Činnost svalových řetězců je řízena centrální nervovou soustavou (CNS). Jednotlivé úseky svalového řetězce se mohou zapojovat do různých svalových řetězců a téměř vždy se jich na stabilizaci a provedení pohybu podílí více najednou. Proporcionální zapojení jednotlivých řetězců se také mění v průběhu pohybu. Avšak propojené (zřetěžené) svalstvo nemusí pracovat pouze synchronně. CNS umožňuje aktivovat jednotlivé části řetězců podle předem programovaného rozvrhu (timing), který koordinuje činnost svalstva a tím dosahuje přesnosti pohybu. Funkce svalových spirál (řetězců) se analyzuje pomocí klinických vyšetření či elektromyograficky. Činnost zřetěžených svalových vláken a svalová souhra je nedílnou součástí pohybových vzorců v běžných činnostech (Smíšek, Smíšková & Smíšková, 2018).

Smíšek et al. (2015) rozdělují svalové řetězce na vertikální a spirální, přičemž každý z nich má svůj význam a funkci při odlišných činnostech.

Vertikální svalové řetězce jsou nezbytné pro zabezpečení stability ve statických polohách bez pohybu končetin (sed, stoj). Vertikální svalová zřetěžení vytvářejí kompresní tlak směřující dolů a zajišťují stabilizaci páteře. Vertikální řetězce neboli vertikály jsou uloženy na přední i zadní straně těla a vedou od zátylku a ramen vertikálním směrem podél páteře k pánvi a dolním končetinám. Svalové vertikály mají tendenci k napětí a ke zkrácení, a proto je nutné tyto svaly relaxovat a protahovat. Mezi hlavní vertikální řetězce patří (obr. 3):

- vertikála ES – erector spinae (vzpřimovač páteře),
- vertikála QL – quadratus lumborum (čtyřhranný sval bederní),
- vertikála IP – iliopsoas (sval bedrokyčlostehenní),
- vertikála RA – rectus abdominis (přímý sval břišní).





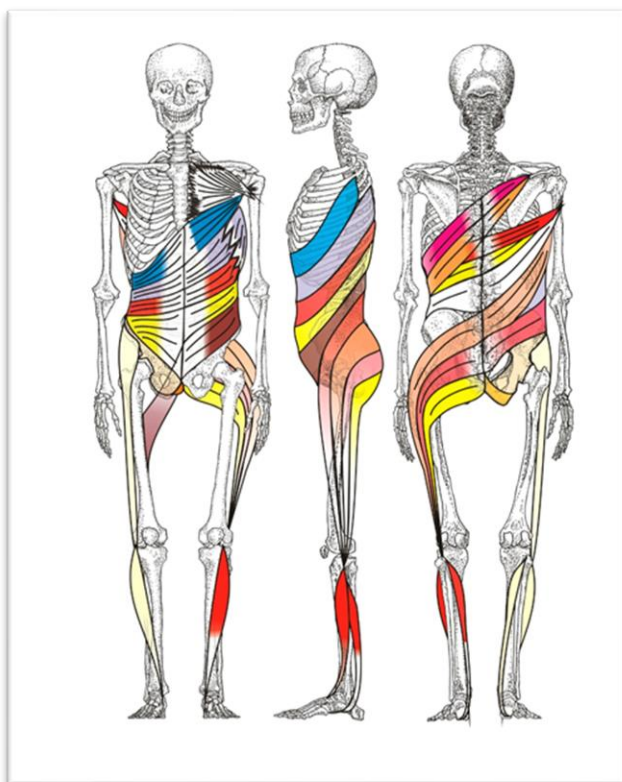
**Obrázek 3. Vertikální svalové řetězce (Smíšek et al., 2018, s. 3).**

„V klidu se lopatka nepohybuje a páteř je stabilizována svaly uloženými podél páteře – svalovými vertikálami. Ty ji však stlačují k sobě a blokují pro pohyb. Páteř je pevná, ale není pohyblivá. Tato klidová, vertikální stabilizace umožňuje udržet tělo mnoho hodin v klidové pozici například při práci v sedu na počítači. Činnost vertikál stlačuje páteř a snižuje meziobratlové disky“ (Smíšek, Smíšková & Smíšková, 2019, s. 5).

Spirální svalové řetězce svoji činnost zahajují během pohybové aktivity. Tyto řetězce spirálně obtáčejí tělo od ramen až k dolním končetinám. Svalové spirály aktivují šikmé břišní svaly, vytvářejí tlak na povrch těla a způsobují zeštíhlení trupu v oblasti pasu. Činností svalových spirál se vytváří trakční síla, která protahuje páteř směrem vzhůru a tím ulevuje meziobratlovým ploténkám a obratlům od permanentního vertikálního zatížení. Spirální řetězce neboli spirály jsou aktivovány pohybem paže a lopatky. Každá z těchto spirál ovlivňuje aktivitu svalů v různých částech břišní stěny. Svalové spirály mají tendenci k oslabení, proto je nutné tato svalová vlákna posilovat. Mezi hlavní spirální řetězce patří (obr. 4):

- spirála LD – latissimus dorsi (široký sval zádový),
- spirála TR – trapezius (sval kápovitý),
- spirála SA – serratus anterior (přední sval pilovitý),

- spirála PM – pectoralis major (velký prsní sval).



**Obrázek 4. Spirální svalové řetězce (Smíšek et al., 2018, s. 2).**

„Tvar a funkci páteře ovlivňuje pohyb paže a lopatky. Pohyb paže a lopatky vzad je spojen především s činností širokého svalu zádového a svalu trapézového. Tyto svaly zahajují aktivitu svalových spirál. Spirály stahují obvod pasu k sobě, páteř protahují směrem vzhůru, stabilizují a umožňují rotační pohyb, především optimálně koordinovanou a stabilizovanou chůzi“ (Smíšek et al., 2019, s. 4).

Vzájemný vztah mezi činností vertikál a spirál funguje na obdobném principu jako vztah antagonisty a agonisty mezi svaly podílejícími se na pohybu v některém z kloubů. Zmíněné řetězce fungují na principu reciproční inervace (inhibice), kdy aktivitou svalových spirál (agonistů) dochází k útlumu svalových vertikál (antagonistů). Spirální svalové řetězce jsou aktivovány přirozeným pohybem paží při běžném pohybu nebo při práci. Svoji činnost jsou však schopny rozvíjet pouze za zcela určitých podmínek. Faktory ovlivňující aktivitu svalových spirál jsou: pozice těla, koordinace pohybu dílčích tělesných segmentů, použitá síla a dostatečný rozsah pohybu v kloubech. Činnost svalových řetězců je závislá na CNS a lze ji aktivovat tehdy, kdy jsou svalová vlákna schopná funkce na spinální řídicí úrovni. Je-li rovnováha ve svalové spirále narušena, mohou vznikat svalové dysbalance s dlouhodobými i krátkodobými následky. Svalové dysbalance lze

terapeuticky ovlivnit, avšak za předpokladu, že se podařilo najít příčinu vzniku poruchy. (Smíšek et al., 2018).

Vzhledem k rozmístění svalových spirál a jejich vzdálenému propojování, není možné přistupovat ke zjištěným poruchám pouze lokálně, nýbrž postupovat komplexně a brát v úvahu i vzdálené svalové řetězce. Díky současnému sedavému způsobu života dochází u dnešní populace k častému výskytu chabého držení těla. Vlivem dlouhodobého a pravidelného sezení dochází k nevhodnému zapojování vertikálních stabilizátorů, a to nejen při stabilizaci těla ve statické poloze, ale i při pohybové aktivitě. Důvodem může být špatné vyhodnocení informací z pohybového systému nebo také skutečnost, že z hlediska nesprávného držení těla a svalovým dysbalancím není tělo schopno aktivovat spirální stabilizaci. Tento případ vede k paradoxní situaci, kdy se pohybová aktivita, která je z hlediska kardiovaskulárního systému nezbytná, může stát škodlivou pro pohybový systém (Smíšek et al., 2019).

„Instrukci, jak se má poloha správně udržovat sice každý pochopí, ale nepadno bude vědomě tuto polohu udržovat, protože držení polohy je kontrolováno podvědomím, které volí často „cestu nejmenšího odporu“ i za cenu pochybného výsledku do budoucna“ (Véle, 2006, s. 328).

### **3.2.6 Napínací reflex**

Jedná se o automatickou obrannou reakci svalu po jeho rychlém a prudkém natažení. V jednotlivých svalech a šlachách jsou umístěna svalová vřeténka neboli proprioreceptivní senzory, které kontrolují svalový tonus a v případě ohrožení vyvolávají obrannou reakci. Impulsem k podráždění svalového vřeténka je prudké napnutí svalového vlákna. Sval vzápětí reaguje reflexní kontrakcí (stahem). Tento mechanismus zajišťuje natažení svalových vláken pouze v rámci jejich fyziologického rozmezí, tedy tak, aby nedocházelo k natržení a poškození svalu. Mikrotraumata, která vznikají následkem natržením či přetržení svalového vlákna se hojí méně pružnou vazivovou jizvou, která může postupně způsobovat nedostatečnou flexibilitu svalové tkáně. Je-li protažení svalstva prováděno pomalu, napínací reflex vůbec nevzniká (Bursová, 2005).

Mezi hlavní funkce napínacího reflexu patří: korekce svalového tonu, regulace nechtěných změn délky svalu, udržení vzpřímeného postoje a odolávání gravitaci. Nejčastějším příkladem napínacího reflexu se uvádí patelární reflex. Poklepem na čěšku (patelu) dojde k pasivnímu (nechtěnému) natažení svalových vřetének, které jsou

paralelně vedeny se svalovými vlákny. To vede k podráždění nervových zakončení, které vyšlou signál do míchy, z míchy je veden nervový signál do svalu, který následně vyvolá kontrakci (zkrácení) svalu (Alter, 1999).

Pro zvýšení efektivity protažení je vhodné zařadit tzv. postizometrickou relaxaci (PIR) neboli reflexní ochranný útlum. PIR funguje na principu izometrické kontrakce, uvolnění a protažení. Tato technika má vliv na svalové spasmy, přetížená svalová vlákna a zejména spoušťové body (trigger points). Zároveň napomáhá ke snížení bolesti a připravuje svaly na pohybovou aktivitu. Tato protahovací metoda přispívá k dosažení požadovaného napětí svalu, které je nutné pro koordinačně náročné pohybové stereotypy. Změna napětí v jednom svalu, dokáže ovlivnit i napětí v dalších svalech, potažmo i v celém svalovém řetězci. Z tohoto důvodu lze touto metodou léčit i zřetězené svalové spasmy a spoušťové body, které vyvolávají přenesenou bolest (Lewit, 2003).

### **3.3 Svalové dysbalance**

Svalová dysbalance je porucha hybného systému, kdy vztah mezi jednotlivými svaly a svalovými skupinami je v určité funkční nerovnováze. Svalovou dysbalancí je myšlena nerovnováha svalových řetězců a svalových smyček. Dochází k rozdílnému vývoji svalstva z hlediska síly a pružnosti. Následkem svalové dysbalance nedochází pouze k poruchám periferních struktur pohybového aparátu, nýbrž i k hlubším poruchám hybného systému (Čermák, Chválová & Botlíková, 1994).

Svalová nerovnováha se může objevovat mezi agonisty a antagonisty, pravou a levou polovinou těla nebo také mezi pravou a levou končetinou. Tato porucha se objevuje již v dětském věku zejména pak po nástupu do školy. V rámci školní docházky děti stráví velkou část dne pasivním sezením a tím je omezena jejich pohybová činnost. Dalším příkladem je pasivní trávení volného nebo jednostranné zatěžování, ke kterému dochází u mnoha sportovních aktivit např. fotbal, hokej, tenis, golf, které mohou být původci svalové nerovnováhy (Kabelíková & Vávrová, 1997).

Svalová rovnováha, je popisována stavem, kdy svalový tonus na protilehlých stranách kloubů u tzv. antagonistů je zachován v takovém napětí a poměru, aby bylo zajištěno funkční postavení kloubu či daného segmentu těla. V případě, že jeden z antagonistů bude svým napětím převažovat druhého, dojde k tzv. svalové dysbalanci (Čermák et al., 2000).

Vadné držení těla nebo nesprávné tělesné zatěžování provází po určité době svalová nerovnováha mezi svaly, které jsou uloženy na různých stranách téhož kloubu. Na jedné straně se vyskytují svaly zkrácené, které brání normální pohyblivosti a znemožňují pohyb opačným směrem. Svalová nerovnováha začíná obvykle ochabnutím fázického svalstva, což je příčinou zhoršeného držení těla. Není-li svalová dysbalance včas vyrovnána, dochází k zafixování poruchy zkrácením antagonistických svalů. Preventivně je třeba dbát na protažení svalů s tendencí ke zkracování, a naopak posílení svalstva s tendencí k ochabování (Hnízdil, Šavlík & Chválová, 2005).

Svalová nerovnováha je porucha svalové souhry vyplývající z neúčelného působení svalového tonu-hypotonického, čímž je ovlivněno držení postiženého segmentu, který je přemístován na stranu hypertonického svalu. Mezi příčiny vedoucí ke vzniku svalových dysbalancí patří:

- malá aktivita, hypokinéza, nedostatečné zatěžování svalstva,
- zvýšená aktivita, hyperkinéza, chronické přetěžování nad hranici danou kvalitou svalstva,
- asymetrické zatěžování bez důsledné kompenzace (Čermák et al., 1994).

Svalové dysbalance jsou pouze prvním stádiem dalších závažnějších funkčních poruch pohybového aparátu. Z narušené rovnováhy svalstva lze odvodit převážnou část posturálních vad u dětí a dospívajících, z níž je možno vyvozovat jednu z hlavních příčin vadného držení těla v dospělosti. Znalost posturálního vývoje u dítěte je velmi podstatná, neboť způsob, jakým došlo k vertikalizaci (vzpřimování), se může odrážet v pozdější motorice jedince. Pokud při výskytu dysbalance nedochází k dostatečné kompenzaci, dochází k trvalému prohlubování. Zpočátku svalové nerovnováhy se v pohybovém vzorci objevují reverzibilní (návrtné) funkční změny, které vedou ke změnám reflexním a později i ke změnám strukturálním. V důsledku těchto změn dochází ke zvýšení svalového tonu, k postupné ischemizaci (nedokrvení) svalu, ke zmnožení vaziva až k degeneraci svalu. K morfologickým změnám dochází i v kloubu následkem nesouměrného tahu. Asymetrický tah časem způsobuje anatomickou přestavbu kloubu a vede ke změnám kvality vazivových tkání a šlach (Kolář, Bitnar, Horáček, Kříž, Dyrhonová, Adámková, ... Zumrová, 2009).

Svalové dysbalance jsou spojeny se snížením tělesné a pohybové výkonnosti také s vysokou zranitelností pohybového aparátu, zejména vazů, šlachových úponů

a kloubních pouzder. Při dysbalanci dochází ke zkracování vazivové části svalu což způsobuje nedostatečný rozsah pohybu v kloubu. Sval, jež nemůže pracovat v plném rozsahu, má rovněž sníženou pohybovou výkonnost a stává se dominantním svalem při takových pohybových činnostech, kdy by měl být tlumen. V pohybových vzorcích zkrácený sval přebírá hlavní funkci čímž tlumí činnost antagonistů, kteří se tak při pohybu nemohou zcela aktivovat (Véle, 1997).

Pro obnovení svalové rovnováhy je nezbytné normalizovat poměry v periferních strukturách pohybového aparátu. Začíná se protažením hypertonických a zkrácených svalových vláken, neboť kromě mechanické bariéry k provedení pohybové činnosti jsou zde také uplatněny reflexní vazby mezi partnerskými antagonistickými svaly. Vzhledem ke skutečnosti, že většina vlivů způsobující svalovou nerovnováhu, často přetrvává, je nezbytné rovnováhu svalů prostřednictvím kompenzačních cvičení trvale upevňovat (Kabelíková & Vávrová, 1997).

Podle Stackeové (2012) mohou být následky svalové dysbalance krátkodobého i dlouhodobého charakteru. Mezi nejzávažnější následky uvádí:

- nefyziologické zatížení kloubů,
- kloubní blokády,
- kloubní nestabilita provázená zvýšeným rizikem poranění,
- přetížení v oblasti úponových šlach a vazů,
- vadné držení těla,
- narušení pohybových vzorců a celkové zhoršení pohybové koordinace,
- bolestivé stavy pohybového aparátu,
- rychlý rozvoj degenerativních kloubních změn.

Následkem nerovnováhy svalů vznikají typické svalové dysbalance, které svou charakteristikou spadají do tzv. syndromů (horní a dolní zkřížený syndrom, vrstvý syndrom). Tyto svalové nerovnosti se objevují nejčastěji v oblasti krku, ramen a horní části trupu (horní zkřížený syndrom), dále ve spodní části trupu a v oblasti pánve (dolní zkřížený syndrom). Zmíněné syndromy však neomezují pouze určitou část těla, ale často se sdružují, kombinují a navzájem podmiňují (vrstvý syndrom) (Čermák et al., 2000).

### **3.3.1 Horní zkřížený syndrom**

U této funkční poruchy vzniká svalová dysbalance mezi oslabenými hlubokými flexory krku a hlavy na přední straně krční páteře a zkrácenými šíjovými svaly, horními

vlákny trapézových svalů a zdvihačů lopatky na zadní straně. Dále v oblasti horní části trupu na přední straně dochází ke zkrácení prsních svalů a předních vláken svalu deltového. Oslabenými svaly jsou pak svaly rombické, střední a dolní vlákna svalu trapézového, přední sval pilovitý a zadní část svalu deltového (Čermák et al., 2000).

Uvedená svalová dysbalance je provázena zřetelnou změnou statiky a dynamiky hybných stereotypů. Dochází k předsunu hlavy s přetížením cervikokraniálního (krčněhlavového) a cervikothorakálního (krčněhrudního) přechodu. Objevují se tzv. gotická ramena s elevací (zdvihání) celého ramenního pletence, kulatá záda a odstávání dolního úhlu nebo vnitřní hrany lopatky od hrudníku tzv. scapula alata. Abdukce a rotace lopatky přispívá ke strmějšímu průběhu osy ramenní jamky což vede k přetěžování svalů. Touto svalovou dysbalancí nedochází pouze ke statickému přetížení v oblasti krční a hrudní páteře, ale předpokládají se také změny v hybném stereotypu pletence ramenního (Tlapák, 2007).

Horní zkřížený syndrom se projevuje v oblasti šíje, pletence ramenního a horní části trupu. Slovo zkřížený se v této spojitosti užívá proto, že svaly s tendencí k oslabení a svaly s tendencí ke zkrácení jsou umístěny proti sobě do jakéhosi kříže. Svalové dysbalance u horního zkříženého syndromu se týkají těchto svalových skupin (Janda, 1982):

#### *Svaly oslabené*

- hluboké flexory šíje (m. longus capitis a m. longus colli),
- přední sval pilovitý (m. serratus anterior),
- vodorovná vlákna širokého svalu zádového (m. latissimus dorsi),
- vodorovná a spodní vlákna trapézového svalu (m. trapezius),
- svaly rombické (m. rhomboideus major et minor).

#### *Svaly zkrácené*

- krční část vzpřimovačů trupu (m. colli erector spinae),
- dolní vlákna velkého prsního svalu (m. pectoralis major),
- zdvihač lopatky (m. elevator scapulae),
- horní vlákna trapézového svalu (m. trapezius).

### **3.3.2 Dolní zkřížený syndrom**

Dolní zkřížený syndrom je způsoben svalovou dysbalancí v oblasti pánve a spodní části trupu. V rámci tohoto syndromu dochází ke zkrácení flexorů kyčelního kloubu

a vzpřimovače trupu v bederní a křížové oblasti. Oslabeným svalstvem se pak stávají svaly hýžděové a svaly břišní. Oslabení hýžděového svalstva má zásadní význam pro držení těla a ochablé břišní svaly přispívají ke zvýšené bederní lordóze. Ke vzniku hyperlordózy je však třeba svalová dysbalance u všech čtyř jmenovaných skupin. Zmíněná dysbalance je provázena změnou statických a dynamických poměrů v hybném stereotypu. Objevuje se antevertze pánve (sklon směrem dopředu), dochází k flekčnímu postavení v kyčelních kloubech a vzniká zvýšená lordóza v přechodu bederní a křížové oblasti. To je provázeno změnou rozložení tlaků na oblast křížových a bederních segmentů a kyčelních kloubů. Vedle změny zmiňovaných statických poměrů jsou důležitější změny dynamické, kde dochází k chybnému přebudování stereotypu kroku (Janda, 1982).

V uvedeném syndromu se však nejedná pouze o svaly zkrácené versus oslabené, nýbrž i o substituci, kdy za oslabené hýžděové svalstvo pracuje napínač stehenní povázky, vzpřimovače trupu a ischiokrurální svaly (hamstringy) a za oslabené břišní svaly se při flexi trupu aktivují flexory kyčle (Kolář et al., 2009). Zkrácené ohybače kyčle mění koordinaci chůze z extenčního pohybového vzoru na flekční. Flekční vzor chůze napíná svaly podél páteře tzv. paravertebrální svaly a relaxuje svalstvo břišní. Tím je zabráněno regeneraci páteře. Tlak, který je na páteř vyvinut způsobuje bolest při chůzi (Smíšek et al., 2015).

Při tomto syndromu je narušen mechanismus odvíjení trupu při narovnání z předklonu a při posazování z lehu. Výsledkem je bederní hyperlordóza a zvětšený sklon pánve. Zkráceny bývají rovněž ohybače kolene, ty ale nejsou označovány jako součást dolního zkříženého syndromu. Svalové dysbalance u horního zkříženého syndromu se týkají těchto svalových skupin (Janda, 1982):

#### *Svaly oslabené*

- přímý břišní sval (m. rectus abdominis),
- velký hýžděový sval (m. gluteus maximus),
- střední a malý sval hýžděový (m. gluteus medius et minimus).

#### *Svaly zkrácené*

- sval bedrokyčlostehenní (m. iliopsoas),
- přímý sval stehenní (m. rectus femoris),
- bederní vzpřimovače trupu (m. lumborum erector spinae),



- čtyřhranný sval bederní (m. quadratus lumborum),
- napínač stehenní povázky (m. tensor fasciae latae).

### **3.3.3 Vrstvový syndrom**

Pro tento syndrom je typické pravidelné střídání hypertrofických (zkrácených, zbytnělých) a hypotrofických (oslabených) vrstev svalů. Při pohledu na lidské tělo ve směru od nohou k hlavě lze na zadní části pozorovat zkrácené ohybače kolen a ischiokruální svaly, dále jsou oslabené svaly hýžděové a málo vyvinuté bederní vzpřimovače trupu. Následují zkrácené vzpřimovače v oblasti hrudní, ochablé mezilopatkové svaly a hypertrofická horní vlákna trapézového svalu. Na přední straně těla se vyklenuje spodní část ochablých přímých břišních svalů a po stranách trupu v místech zkrácených šikmých břišních svalů bývá břišní stěna vtažena. Vrstvový syndrom ještě provází zvýšené napětí v oblasti velkého prsního svalu, zdvihače hlavy, bedrokyčlostehenním svalu a přímého svalu stehenního (Kolář et al., 2009).

Podstatnou roli zde hrají dysfunkční chodidla. Za normální situace, kdy dojde k výkyvu rovnováhy, bývá stabilita zajištěna pomocí svalstva prstů, chodidel a bérců. Následkem obuvi však činnost těchto svalů bývá utlumena a jejich úlohu přebírají svaly stehien, hýždí i trupu a zároveň se stávají svaly hyperaktivními (Lewit, 2003).

## **3.4 Plavecký sport a jeho vliv na pohybový systém**

Plavání je pohybová aktivita cyklického charakteru, která je získána motorickým učením během života a umožňuje pohyb ve vodním prostředí a druhotně rovněž provádění různých vodních sportů a rekreačních činností (Macejková, 2008).

Pravidelné plavání přináší pozitivní vliv na tělesnou i duševní kondici a je vhodnou doplňkovou aktivitou pro řešení řady zdravotních obtíží, nedostatek pohybu spojen s nadváhou nebo nízkou tělesnou zdatností. Jelikož se jedná o pohyb ve vodorovné poloze, kde pracují všechny končetiny se zapojením velkých svalových skupin, má plavání pozitivní účinky na oběhový systém. K tomu přispívá i hydrodynamický a hydrostatický tlak vody, který usnadňuje průtok krve. Hydrostatický tlak vody klade odpor také při nadechování, tudíž u trénovaných plavců postupně dochází k posílení nádechových svalů a zlepšení činnosti bránice. Pravidelným plaváním se zvyšuje vitální kapacita plic a hodnota maximální spotřeby kyslíku  $VO_2$  max. Tato hodnota souvisí se střídáním aerobního a anaerobního využívání energie. Tato pohybová aktivita je tedy

vhodná nejen pro zvýšení kondice a posílení svalstva, ale také pro redukci tuku. Pravidelný trénink přináší změnu i v krevním obrazu, kde se může vyskytnout větší počet červených krvinek a vyšší obsah hemoglobinu. Plaváním se minimálně zatěžuje pohybový aparát, neboť ve vodě mizí zátěž spojená s hmotností a nezatěžují se tak klouby. V neposlední řadě je pozitivním vlivem i zapojování různých svalových skupin v jiných kinematických řetězcích než při všedních činnostech, zlepšení vytrvalosti a koordinace (Motyčka, 2001).

Závodní plavci, kteří tráví ve vodě několik hodin týdně jsou ze zdravotního hlediska vystavováni řadě negativních vlivů. Vlivem dlouhodobého působení chlorované vody může docházet k podráždění sliznic dutiny ústní i nosní, spojivek a v souvislosti se změnou tlaku často vzniká i poškození zvukovodu. Plavci také často čelí dermatologickým problémům, neboť se často nachází ve vlhkém a teplém prostředí. Při vrcholovém plavání dochází vlivem nedostatečné kompenzace k častému přetížení svalového aparátu a k mikrotraumatům, nejčastěji se objevují záněty lokalizované v místě úponu šlachy nebo vazů (entezitida) a také tzv. „tendinitida“ neboli zánět šlachy. Vlivem svalových dysbalancí horní poloviny těla se u většiny plavců vyskytuje vadné držení těla s typickým kyfotickým držením. Při nedostatečné kompenzaci se u plavců dostávají obtíže vertebrogenního charakteru např.: bolesti v oblasti páteře, blokáce nebo protruze (výhřez) meziobratlové ploténky. V současné době se u plavců nejčastěji vyskytují problémy spojeny s chronickou bolestí v ramenním kloubu, která se připisuje charakteru plaveckého sportu spojeného se špatnou technikou a nedostatečnou kompenzací. Tato vada může vést ke vzniku subluxace (částečné, neúplné vykloubení) až luxace (vykloubení) ramenního kloubu, poškození labra (vazivově chrupavčitý lem), kloubního pouzdra nebo k ruptuře svalů ramenního pletence. V neposlední řadě je třeba zmínit mechaniku dýchání. Správnou technikou při nádechu je pravidelné střídání stran. Pravidelné nadechování na obě strany podporuje symetrii těla (Novotný et al., 2009; Laughlin & Delves, 2006).

Addukce a vnitřní rotace v ramenním kloubu jsou jedním z převládajících pohybů, které jsou využívány ve většině plaveckých způsobů. Vlivem častého zatěžování dochází u svalů provádějících tyto úkony k výrazné hypertrofii na rozdíl od jejich antagonistů. Bolestivost v ramenním kloubu je pak u plavců poměrně častou zdravotní komplikací. Výsledkem přetěžování adduktorů a vnitřních rotátorů ramene vznikají

svalové dysbalance mezi svaly prsními a přitahovači lopatek. Takto vzniklá dysbalance se projevuje protrakcí ramen s abdukcí a rotací lopatky což přispívá k subakrominálním nárázům. Protahání prsních svalů s posílením svalů lopatek a rotátorové manžety se jeví jako účinná prevence vadného držení těla, bolestivosti ramene a vzniku zranění (Batalha, Narmeleira, Garrido & Silva, 2015).

### **3.5 Kompenzační cvičení**

Spontánní pohybová aktivita, se objevuje u dětí již v raném dětství, tj. do 3 let a vychází ze samotných potřeb dítěte. Tato činnost je řízena reflexně, a proto nemůže mít negativní dopad na vývoj organismu dítěte. Tento pohyb podstatně formuje osobnost jedince nejen po stránce motorické, ale i psychické, biologické a sociální. Kvalita pohybu je současně nepřímým ukazatelem dosaženého stupně celkového vývoje dětí. S přibývajícím věkem je však pohybová aktivita stále silněji ovlivňována prostředím, ve kterém se nachází, nebo je dokonce nahrazována podněty jinými (počítače, televize). Následkem toho vznikají u tzv. „sedící populace“ problémy s nedostatkem pohybové aktivity, nadměrným udržováním statických poloh a pohybovou chudostí. U sportovně talentované mládeže a vrcholových sportovců se pak vyskytují obtíže spojené s jednostranným sportovním zatížením a přetěžováním organismu. Tyto neadekvátní pohybové činnosti jsou jedním ze spouštěcích faktorů způsobujících poruchy tělesného a duševního zdraví a tím vést k nevyhnutelnému poškození organismu. Ke vzniku funkčních a strukturálních vad pohybového aparátu s bolestivými následky (kloubní bolesti, svalová dysbalance, vertebrogenní potíže) mohou přispět i nesprávně prováděné či nevhodně zvolené cviky (Bursová, 2005).

Jedním z východisek, jak snížit riziko uvedených negativních dopadů na lidský organismus je pravidelné provádění kompenzačních cvičení. Kompenzační cvičení je proměnlivý soubor jednoduchých cviků, prováděn v jednotlivých cvičebních polohách, které lze účelně modifikovat s využitím náčiní a nářadí. Volba cviků by však měla být individuálně zacílena, tj. měla by vycházet z funkčního stavu hybného systému jedince. Má-li být zvolený program efektivní s kladným účinkem je potřeba v jeho průběhu respektovat neurofyziologické zákonitosti cvičení provádět vždy přesným způsobem (Bursová, 2005).

Malátová et al. (2017) označují za kompenzační neboli vyrovnávací cvičení takové, kterým lze cíleně působit na jednotlivé složky hybného systému a zlepšit tak jejich funkční parametry (kloubní pohyblivost, sílu, napětí a souhru svalů, nervosvalovou koordinaci i charakter hybných stereotypů. Kompenzační soubor cviků vede nejen k odstranění blokád či ztuhnutí kloubů, k vyrovnání dysbalancí mezi svaly zkrácenými a oslabenými, ale také slouží k odstranění návyku vadného držení těla a nesprávně prováděných pohybů.

Hlavním úkolem vyrovnávacích cvičení je předcházet vzniku svalových dysbalancí, které zapříčiňují vznik nových, náhradních pohybových vzorců, které narušují pohybové vzorce původní. Je nutné si uvědomit, že kompenzace přispívá k celkové vyváženosti nervosvalového aparátu, k harmonizaci tělesného a duševního vývoje a současně ovlivňuje i stav vnitřních orgánů (Křištofič, 2006).

Podle určitého zaměření a převládajícího fyziologického účinku na pohybový aparát rozdělujeme vyrovnávací cvičení na uvolňovací, protahovací a posilovací. Tato zmíněná kompenzační cvičení jsou součástí pohybových programů pro veškerá tělesná oslabení hybného systému (Hošková & Matoušová, 2007).

Aby cvičení vedlo k určitému fyziologickému efektu, mělo by být přímo zacíleno na problematickou oblast a prováděno předepsaným způsobem, který odpovídá jak charakteru poškození, tak i určitým fyziologickým zákonitostem. Výběr adekvátních cviků, jejich rozložení do vhodně zvolených sestav i metodický postup musí odpovídat individuálním potřebám, fyziologickým a neuropsychickým možnostem cvičence (Malátová et al., 2017).

K harmonickému rozvoji pohybového aparátu a optimálnímu držení těla je nutné zaměřit se na posílení svalových skupin s převahou fázických vláken a na protažení svalových vláken tónických. Je potřeba si uvědomit, že není vhodné určité svalové skupiny pouze posilovat a protahovat. Vhodnou volbou je protažení fázických svalů po nadměrné zátěži a posílení tónických svalů, které ovlivňují svou silou úroveň sportovního výkonu např. velký prsní sval. Podmínkou efektivního účinku je dodržování posloupnosti jednotlivých typů cvičení, kdy první fází je vždy protažení a uvolnění svalových skupin a následně poté posílení svalových skupin s opačnou funkcí (Bursová, 2005).

Teprve, po dokonalém upevnění přesného pohybového stereotypu lze zařazovat rychlé a švihové pohyby, do kterých se osvojené koordinované vazby svalových skupin

přenášejí. Není-li tomu tak, pak při chybně provedeném rychlém pohybu mohou vznikat mikrotraumata, která se po určité době zhojí, ale dále mohou způsobovat omezenou funkčnost svalu s následkem snížení sportovní výkonnosti (Bursová, 2005).

### **3.5.1 Kompenzační cvičení v tréninkovém procesu**

Prioritním předpokladem k dosahování sportovních výkonů na vysoké úrovni je optimální stav pohybového aparátu s fyziologickým tvarem páteře. Kompenzační program by měl být nedílnou součástí každého kvalitního tréninkového procesu, a to u všech sportovců bez rozdílu stupně trénovanosti či kalendářního věku. Vhodně zvolený vyrovnávací program přispívá nejen ke zvýšení výkonu sportovce, ale při náročné jednostranné zátěži může oddálit až zabránit vzniku funkčních a později strukturálních poruch pohybového aparátu. Není-li tomu tak, pak jsou prováděné pohyby neekonomické, dochází k častému zranění a v neposlední řadě i ke snižování sportovního růstu (Bursová, 2005).

Ve sportovním tréninku se výhradně provádějí tzv. pohyby spouštěné neboli švihové. Jedná se o pohyby, které jsou „nastartovány“ z CNS na základě vědomého rozhodnutí, ale následně je kvůli rychlosti, kterou jsou prováděny nelze kontrolovat a opravovat. Naproti tomu vedený (řízený) pohyb učí sportovce aplikovat zpětnou vazbu při kontrole a korekci průběhu pohybu. Řízenými pohyby se sportovec učí soustředit se na protahovací, uvolňovací a posilovací cviky prostřednictvím proprioreceptorů uložených ve svalech a tím zvyšuje senzorní (smyslové) a kinestetické (pohybové) vnímání v průběhu koordinačně náročné dovednosti. „Tato schopnost naslouchání vlastnímu tělu se přenáší i na vnímání odezvy organismu na fyzickou zátěž, jež může napomáhat předcházení např. únavovým stavům či dlouhodobému přetrénování“ (Bursová, 2005, s. 35).

V tréninkovém procesu jsou kompenzační programy sestavovány na základě druhu sportovní aktivity. U každého sportovce je nezbytný individuální přístup jak při volbě cvičení, tak při stanovení počtu opakování a sérií (Bursová, 2005).

### **3.5.2 Proprioceptivní nervosvalová facilitace**

Zakladatelem této metodiky je neurofyziolog dr. Herman Kabat, který v letech (1945-1951) popsal podstatu a principy této léčebné metody. Proprioceptivní nervosvalová facilitace (PNF, Kabatova technika) je cílené ovlivňování motorických

neuronů předních rohů míšních pomocí aferentních impulsů ze šlachových, svalových a kloubních proprioreceptorů (Kolář et al., 2009).

Hlavní podstatou této metody jsou pohyby prováděny v diagonálních směrech, čímž dochází k aktivaci svalových smyček. Dochází také k tzv. iradiaci (šíření) svalové aktivity, která se využívá k facilitaci (nabuzení) oslabených svalů. PNF obsahuje několik technik. Cílem posilovacích technik je zlepšení svalové koordinace, síly a vytrvalosti, snížení unavitelnosti svalu a zdokonalení vědomého ovládnutí pohybu. Relaxační techniky slouží ke zmírnění bolesti, zvětšení rozsahu pohybu a redukci zvýšeného svalového tonu (Holubářová & Pavlů, 2019).

Jedna z upravených technik PNF používaná v osteopatické medicíně (manuální medicína) se nazývá technika svalové energie (muscle energy technique, MET). Původně byla PNF navržena a vyvinuta jako léčebná metoda v rámci rehabilitační fyzikální terapie. Využití jednotlivých technik je v dnešní medicíně velmi široké. V současné době se používá několik různých typů PNF také ve sportovním lékařství. Jednou z nejpoužívanějších technik PNF ve sportovním tréninku je technika kontrakčně-relaxační (Alter, 1999).

### **3.5.3 Kontrakčně-relaxační technika**

Principem kontrakčně-relaxační techniky (Contract-Relax, CR) je využití submaximální (optimální, odpovídající) kontrakci antagonisty k snadnějšímu navození následné relaxace téhož svalu. Ta je výsledkem aktivace Golgiho šlachových tělísek. Příkladem může být protažení hamstringů. Hamstringy jsou uvedeny do polohy, kdy dochází k jejich lehkému natažení s nastupující izometrickou kontrakcí. Kontrakce svalstva je navyšována až na hodnotu submaximální, ve které svaly působí po dobu 6-15 sekund proti odporu partnera (v našem případě elastické lano). Tato technika využívá izometrický stah čili nedochází ke změně délky svalové tkáně nebo změně v kloubní pohyblivosti. Po vykonání izometrické kontrakce následuje krátký úsek relaxace svalstva ve formě pomalého a vedeného protažení pomocí lana (Alter, 1999).

Kontrakčně-relaxační technika využívá reflexní mechanismy organismu pro efektivnější protažení svalstva. Jedná se o reciproční inervaci a reflexní útlum. Protahování se provádí v souladu s dechem a pohybem očí. Jedná se o jednu z neúčinnějších metod rozvoje pohyblivosti (Dostálová, 2013).

### 3.6 Držení těla

Samotný pojem držení těla má v současnosti mnoho různých definic. Držení těla podléhá fyziologicky individuálním značným rozdílům. Obecně ale lze uvést, že se jedná o specifický způsob řešení klasického úkonu, jak se vyrovnat s gravitační silou a jak udržet naše tělo v rovnováze (Čermák et al., 1994).

Podle Riegerové, Vodičky & Vařekové (2003) je správné držení těla charakterizováno postojem, při kterém jsou jednotlivé segmenty těla udržované nad sebou v gravitačním poli s minimálním napětím posturálního svalstva. Kritériem je souměrnost pravé a levé části těla a správné fyziologické zakřivení páteře.

Typickým znakem člověka je vzpřímené držení těla, vzpřímená postava. Vzpřímený postoj (postura) je pro člověka charakteristický způsob, jak se přizpůsobit zemské tíži a zároveň je tím určován celkový charakter lidské motoriky (Kopecký, 2010).

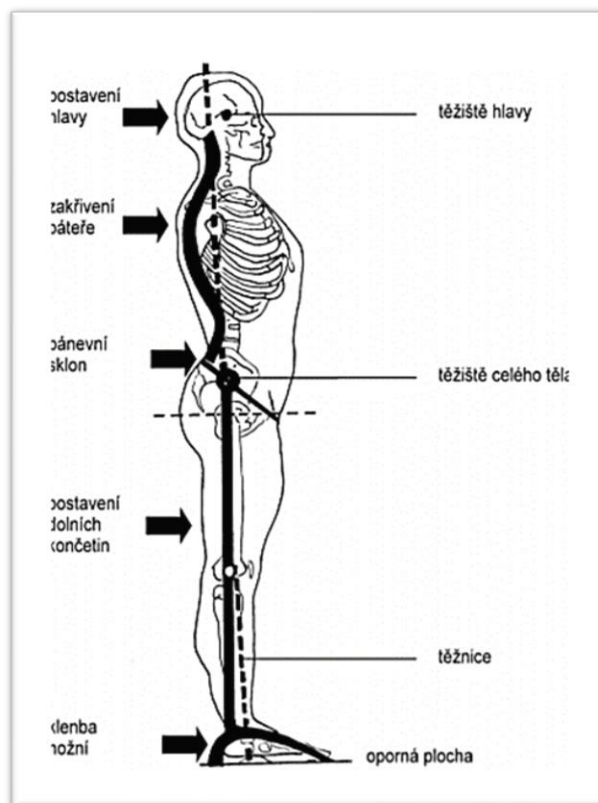
Kolář et al. (2009) definují posturu jako aktivní držení pohybových částí těla proti působení vnějších sil a zároveň jako součást jakékoliv polohy těla ve statické poloze i v pohybu. Postura je základní podmínkou pohybu nikoliv naopak.

Vzpřímené držení těla vyžaduje souhru a spolupráci svalů. Tento proces je řízen z CNS a probíhá podvědomě, tudíž je následná korekce vadného držení těla velmi náročná. Náprava vadného držení těla spočívá v osvojení správného zapojování svalů v pohybovém vzorci tak, že dojde k automatizaci této činnosti (Hošková & Matoušová, 2007).

Držení těla je aktivní dynamicky probíhající proces, který je v souvislosti s vývojem jedince a jeho životních podmínek neustále měněn. Faktory ovlivňující kvalitu držení těla jsou vnitřní a vnější prostředí jedince, tělesné a duševní vlastnosti, tělesná stavba a stav svalstva a momentální stav psychických procesů (Bursová, 2005).

Na vzpřímeném postoji se podílí celý pohybový systém, jeho dílčí části se na něm ale nepodílejí stejnoměrně. Klíčovou roli zde hrají skupiny svalů a části kostry, které tvoří nosnou osu těla, která se podílí na přenosu hmotnosti. Přednostní postavení má páteř, která citlivě reaguje na změny v podpůrně hybném systému a správné zakřivení páteře, její pružnost a pevnost jsou hlavní podmínkou vzpřímeného držení těla (Kopecký, 2010).

Kopecký (2010) uvádí mezi hlavní složky držení těla (viz obr. 5) postavení hlavy, zakřivení páteře, polohu pánve, postavení dolních končetin a klenbu nožní.



**Obrázek 5. Hlavní složky držení těla (Kopecký et al., 2010, s.10).**

- Postavení hlavy: směr pohledu očí má vliv na celkové držení těla.
- Zakřivení páteře: Páteř člověka je dvakrát esovitě prohnutá v předozadní rovině a sice dopředu v oblasti bederní (bederní lordóza), dozadu v oblasti hrudní (hrudní kyfóza) a opět dopředu v oblasti krční (krční lordóza).
- Poloha pánve: Pánev je jakási základna pro páteř a přenáší hmotnost těla na obě dolní končetiny, a proto značně ovlivňuje držení těla. Pokud tedy dojde ke změně polohy pánve změní se i křivka páteře.
- Postavení dolních končetin: Jedná se o velmi důležitou složku při správném držení těla. Hlavní funkcí posturálních svalů dolních končetin je zajišťovat hlavní nosné klouby, kloub kolenní a hlezenní.
- Klenba nožní: Při zatížení klenba pruží a brání stačení nervů a cév v chodidle, při pohybu pomáhá odvíjet nohu od země a tlumí nárazy (Kopecký et al., 2010).

### **3.6.1 Páteř**

Columna vertebralis (páteř) je jednou ze základních složek osového neboli axiálního systému. Páteř vytváří nosnou oporu těla, pohyblivou oporu pro ostatní měkké tkáně a ochranný obal míchy. Funkční jednotkou páteře je tzv. pohybový segment, který je z anatomického hlediska složen ze dvou sousedních polovin těl obratlů, páru



meziobratlových kloubů, meziobratlových plotének, fixačního vaziva a ze svalů. Jednotlivé funkce pohybového segmentu se rozdělují na nosné komponenty (kosti, vazy), hydrodynamické komponenty (meziobratlové destičky, cévy) a komponenty kinetické (svaly a klouby) (Šifra, 2018).

Páteř je složena z 33–34 obratlových těl (vertebrae), 23 meziobratlových plotének (disci intervertebrales) a 24 pohybových segmentů. Obratle vytvářejí stavební základ nosné komponenty páteře a jsou složeny z těla (corpus vertebrae), oblouku (arcus vertebrae) a výběžků (processus). Podle morfologie a umístění se obratle rozdělují na 7 krčních (vertebrae cervicales, značeno C), 12 hrudních (vertebrae thoracicae, značeno Th), 5 bederních (vertebrae lumbales, značeno L), 4–5 obratlů křížových (vertebrae sacrales, značeno S), které srůstají v kost křížovou (os sacrum) a 4 až 5 kostrčních obratlů (vertebrae coccygeae, značeno Co). Meziobratlové ploténky se nachází mezi těly sousedních obratlů a na jejich styčných plochách je vrstva hyalinní chrupavky. Každá ploténka je tvořena huspeninovým jádrem a vazivovým prstencem. Ploténky tvoří 25 % délky presakrálního úseku páteře a nejsilnější z nich se nachází v oblasti bederní páteře, kde na ně působí největší váha lidského těla. Slouží jako hydrodynamické tlumiče, čímž chrání obratle, nervy a míchu (Rokyta & Šťastný, 2002).

### **3.6.2 Zakřivení páteře**

U dospělého člověka je páteř dvakrát esovitě prohnutá v rovině sagitální (předozadní) a mírně v rovině frontální (čelní). Vyklenutí vpřed se nazývá lordóza a nachází se v krční oblasti s vrcholem mezi obratli C4-C5 a v bederní oblasti, kde vrcholí u obratlů L3 – L5. Vyklenutí směrem vzad se označuje jako kyfóza. Kyfóza se nachází v oblasti hrudní páteře s vrcholem mezi obratli Th6 a Th7 a dále v oblasti kosti křížové. V rovině frontální dochází k vybočení páteře do strany (skolióza), nejvíce viditelné vybočení je v úseku Th3 – Th5 (Kolář et al., 2009).

Díky esovitému zakřivení získává páteř elastickou a tlumící vlastnost. Zakřivení páteře však neslouží pouze ke zvyšující pružnosti kostěného sloupce, nýbrž i ke zvyšování pevnosti celé páteře. Páteř, která má dvě kyfózy a dvě lordózy je až sedmnáctkrát pevnější, než kdyby ji tvořil jediný oblouk (Dylevský, 2009).

Na pohyblivosti páteře se podílejí meziobratlové klouby, meziobratlové ploténky a funkční jednotky. Mezi základní pohyby páteře patří: předklon (anteflexe) a záklon (retroflexe), úklony (lateroflexe), otáčení (torze, rotace) a krouživé pohyby. Předklony,

záklony a úklony dosahují největšího rozvíjení v krční a do určité míry i v bederní oblasti páteře. V hrudní části páteře je pohyb limitován žebry. Rozsah při provedení rotace je přímo úměrný posloupnosti obratlů, přičemž obratle krční jsou pohyblivé nejvíce a bederní naopak nejméně. Pohyblivost jednotlivých úseků páteře je dána součtem pohybů meziobratlových kloubů a mírou stlačitelnosti meziobratlových plotének (Kolář et al., 2009).

### **3.6.3 Stabilita páteře**

Stabilita páteře v zásadě znamená schopnost upevnit klidové vlastnosti páteře, které jsou dány tvarem obratlů i zakřivením páteře jako celku, a toto postavení udržet i při fyziologickém rozsahu pohybu. Jedná-li se o vlastnostech páteře ve statické poloze, jde o stabilitu statickou. V případě, že se jedná o upevnění změn, které nastávají při pohybu, jde o stabilitu dynamickou (Dylevský, 2009).

Statická stabilita páteře je podmíněna třemi stabilizačními pilíři. Přední pilíř je tvořen těly obratlů a meziobratlovými ploténkami provázanými podélnými vazy. Postranní dva pilíře jsou tvořeny kloubními výběžky, pouzdry intervertebrálních kloubů a vazy svazující sousedící obratle. Do systému statické stabilizace páteře spadá i kostra hrudníku a pletenec horních a dolních končetin. Z funkčního hlediska tento systém zajišťuje ochranu míšních struktur a pružný přenos (tlumení) nárazů vznikajících při chůzi, skocích atd. na struktury CNS (Dylevský, 2009).

Dynamická stabilita páteře je zajišťována elasticitou axiálních vazivových struktur a svalstvem. Dynamická funkce vazivové tkáně se týká především vztahu k axiálnímu svalstvu, kdy vazivo tvoří pružný skelet svalů, fasciální obaly a úponové šlachy. V tkáních vaziva se uchovává část energie, kterou při své aktivaci vytváří svaly, vazivo svou elasticitou působí jako tlumič nárazů, které mohou vznikat při náhlých pohybech. Mezi další funkce vaziva patří: přenos svalového stahu na kratší i velmi vzdálené struktury, zajišťuje pracovní nastavení (dynamickou stabilitu) příslušných sektorů a segmentů páteře, ploché a silné fascie vytvářejí mechanickou oporu svalovým řetězcům. Dysfunkce svalstva vyvolaná např. bolestivým stimulem, může způsobit chybné postavení hybného segmentu s následkem funkční poruchy (pohybový blok). K analýze a porozumění mechanismů dynamické stability páteře je především důležitá znalost aktivních složek pohybového aparátu a základní uspořádání axiálních svalů včetně anatomie reflexních mechanismů (Dylevský, 2009).

### 3.7 Spirální stabilizace páteře

Metoda SM systém (stabilizace, mobilita), nověji nazývána jako Spirální stabilizace páteře (SPS) je metoda cvičení jejíž zakladatelem je český lékař s více než třicetiletou praxí v oblasti neurologie, MUDr. Richard Smíšek. Tato metoda popisuje soubor cviků zaměřených na prevenci a léčbu nejrůznějších diagnóz (výhřez ploténky, degenerace velkých kloubů, vadné držení těla, aj.). Metodu vyučují lektoři v České republice, Slovensku, Německu, Itálii, Finsku, Anglii, Švédsku, Jižní Koreji, Polsku i Španělsku. Rozvoj metody se opírá o 30 let klinických zkušeností v oblasti rehabilitace páteře. Jedná se o komplexní systém, jak pečovat o pohybový aparát. Cílem cvičení je ovlivnit výchozí pozici pro daný pohyb a vytvořit optimální pohybové vzorce (Smíšek, Smíšková & Smíšková, 2015).

Smíšek et al. (2015) uvádí, že SM systém je cvičení protahovací, posilovací, mobilizační, stabilizační, koordinační a optimalizuje řízení pohybu. V poslední době zmíněnou metodu využívá řada vrcholových sportovců, ať už v rámci kondiční přípravy nebo jako formu prevence. SPS se dostává do širšího podvědomí v podobě preventivního cvičení v nabídce v mnoha fitness centrech.

Během růstu a postupného vývoje se lidstvu vytvořil svalový korzet, který při běžných denních činnostech zajišťoval stabilitu těla. Aktivity jako běh, chůze a práce ve vzpřímené pozici měly příznivý vliv na utváření pohybového aparátu. V současné době převažuje sedavý způsob života, který narušuje vzpřímené držení těla. Následkem toho se zásadně mění nároky na pohybový aparát. Stoupá statické zatížení (zvyšuje se klidový tonus) a naopak klesá přirozený pohyb. Metoda spirální stabilizace páteře (SPS) poskytuje možnost navrátit svalům jejich přirozenou funkci a koordinaci a tím dosáhnout nejen ke správnému držení těla, ale i k zapojení přirozeného pohybu (Smíšek et al., 2018).

V celé řadě cviků SPS je snaha o vyrovnání páteře směrem do střední linie a o její protažení směrem vzhůru. Tím dochází k uvolnění tlaku na meziobratlové ploténky a k rovnoměrnému rozdělení pohybu na jednotlivé části páteře a velké klouby. Snížením tlaku na meziobratlové ploténky a klouby dochází k jejich potřebné výživě a regeneraci. Rovnoměrně rozložený pohyb je jakousi prevencí před zvýšeným opotřebením kloubů. K protažení a vyrovnávání páteře slouží spirální svalové řetězce, které stabilizují pohyb pouze za předpokladu, že je prováděn správným způsobem (Smíšek et al., 2019).

Metoda SPS je založena na pravidelném cvičení, které bylo vyvinuto na základě poznatků z mnoha klinických studií, osobních zkušeností a fyzioterapie. Tato metoda je vhodná pro jakoukoliv věkovou skupinu: děti, ženy, muži, senioři, těhotné, nevrcholové i vrcholové sportovce. Právě u vrcholových sportovců se tato metoda často používá jako součást kondičního tréninku s cílem kompenzovat svalová přetížení, předcházet degeneraci kloubního aparátu a páteře a také zvyšovat sportovní výkon. Cvičební program SPS je kombinací cviků, které kompenzují negativní dopady nevhodně zvoleného pohybového režimu, ať už se jedná o nedostatek pohybu či naopak přetížení pohybového aparátu (Smíšek et al., 2015).

### **3.7.1 Principy metody spirální stabilizace páteře**

Spirální svalové řetězce se aktivují přirozeným pohybem paží ať už při práci nebo během chůze, platí však zásady, které je nutné dodržet pro optimální koordinaci a stabilizaci. Tělo by mělo být vyrovnáno do vertikální osy s postavením hlavy v prodloužení páteře a zasunutou bradou, tím dojde k automatickému přizvednutí kosti týlní. Lopatky jsou fixovány k hrudníku, staženy směrem vzad a dolů. Spina iliaca anterior superior (ventrální zakončení kyčelního hřebenu) a spina iliaca posterior superior (dorsální zakončení kyčelního hřebenu) na pánvi jsou ve stejné výši. Anatomická osa těla je tvořena: linií vnitřního zvukovodu, střed ramenního kloubu, střed kyčelního kloubu a končí cca 2 cm před vnějším kotníkem. Zadní osa těla je tvořena záhlavím, trny hrudních obratlů a kost křížová. Přední osu tvoří kost hrudní, střední vazivová část přímého břišního lisu a spona stydká (Smíšek et al., 2018).

Dalším zásadním bodem je spolupráce tělesných segmentů, přesněji osového orgánu, lopatky a pánve. Je-li dodrženo správné nastavení tzn. osa těla, pohyb lopatky a statika pánve dochází k aktivaci svalových spirál. Další nezbytnou součástí cvičebního programu je práce s dechem. Ve výchozím uvolněném postavení (pasivní stoj, vertikální stabilizace) je proveden nádech. Nastane aktivace bránice a relaxace břišního svalstva, čímž se rozšíří oblast břicha a dolní část hrudníku. Usilovným nádechem se aktivují svaly kloněné. Následuje vyrovnané postavení (aktivní stoj, spirální stabilizace), které je spojeno s výdechem. Během výdechu dochází ke zvýšení tonu břišního svalstva a bránice relaxuje. Oblast břicha a dolní část hrudníku se zúží a svaly kloněné se uvolní. Výdech napomáhá k aktivaci pánevního dna, hýžděového svalstva, břišní stěny a svalů mezilopatkových. V závěrečném aktivním postavení výdech vrcholí (Smíšek et al., 2015).

Aby metoda spirální stabilizace páteře probíhala s maximální účinností je třeba v průběhu cvičení dodržovat tato pravidla (Smíšek et al., 2015):

- správné dýchání (v relaxované pozici nádech, v aktivní části cviku výdech),
- cviky se provádí pomalu, cíleně, pod vědomou kontrolou,
- cviky se provádí v nebolestivém rozsahu a se silou přiměřenou aktuální kondici cvičence,
- cvičení se provádí bez obuvi s cílem zajistit lepší propriocepci,
- nejprve se preferují cviky symetrické, později se zařazují cviky asymetrické,
- složitější pohyby se zařazují po dokonalém zvládnutí jednoduchých, základních cvičení,
- při cvičení se střídají dva způsoby držení těla (v aktivní pozici by měly svaly pracovat a pasivním stojí je potřeba dbát na jejich uvolnění),
- správná koordinace pohybu (zpevnění jednotlivých částí těla do aktivní pozice se provádí zesponu nahoru, při relaxaci se svaly uvolňují opačným směrem, tedy od záhlaví směrem dolů).

### **3.7.2 Cvičení spirální stabilizace páteře**

Při cvičení metody spirální stabilizace páteře se využívá elastické lano (viz obr. 6). Toto lano umožňuje pohyb končetin ve velkém rozsahu proti pomalu rostoucí kontrolované síle, která aktivuje stabilizační svalové spirály. K dispozici jsou dva prodlužovací nástavce s odlišným odporem. Černý prodlužovací nástavec (6 mm), má nejmenší odpor a je vhodný pro začátečníky. Zelený prodlužovací nástavec (8 mm), má střední odpor a je vhodný pro sportovce, či cvičence s dokonale zvládnutým provedením cviků. Poutko elastického lana lze upevnit na ruce (nohy) a je konstruováno tak, aby při cvičení byla ruka a předloktí co nejvíce uvolněno. Lano je vhodné upevnit ve výši loketního kloubu. Cvičení s lanem je vhodné k posílení svalových skupin a zároveň i k jejich protažení ve chvíli, kdy jsou relaxovány. Tento efekt cvičení poskytuje pohybovému aparátu posílení a protažení významných svalových skupin během deseti minut. Cílem této metody je tak vytvořit praktický, zvládnutelný, časově nenáročný program pro ty, kteří mají problémy s bolestmi páteře nebo chtějí předejít poruchám způsobených nedostatečnou kompenzací (Smíšek et al., 2015).

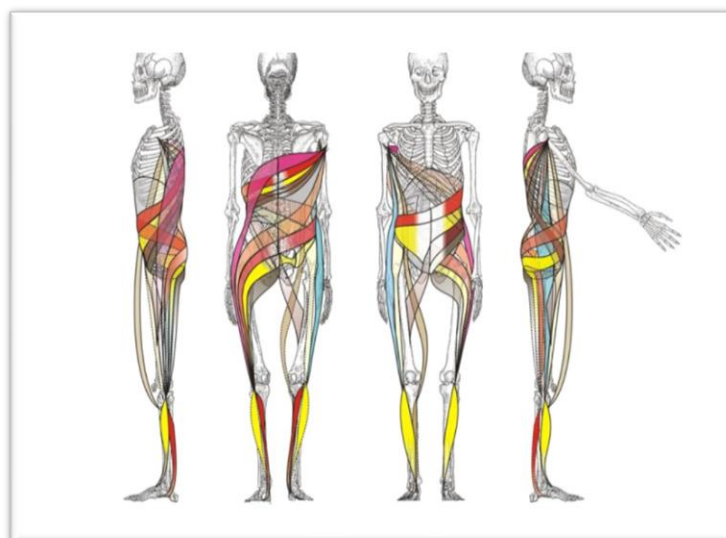


Obrázek 6. Elastické lano (zdroj vlastní, 2021).

### **3.7.3 Základní spirální svalové řetězce**

#### *Spirála latissimus dorsi*

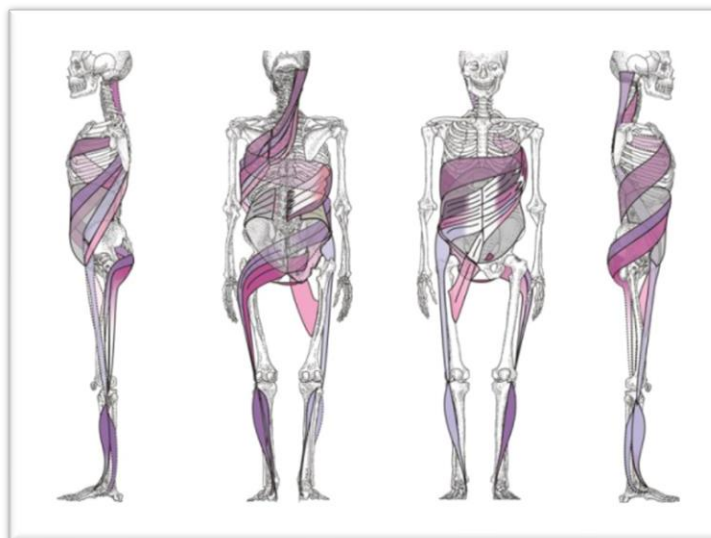
Tato svalová spirála vyvolává aktivitu svalů především ve střední i dolní části břišní stěny a u klenby nožní na protilehlé dolní končetině. Spirála je aktivována tahem horní končetiny směrem vzad, při bočním postavení a tahu směrem od ukotvení lana. Svaly se aktivují v tomto pořadí: Široký sval zádový (m. latissimus dorsi) ipsilaterálně (IL) – svaly otáčivé (mm. rotatores) – zdvihače žeber (mm. levatores costarum) IL – mezižeberní vnější svaly (mm. intercostales externi) IL – šikmý vnější sval břišní (m. obliquus externus abdominis) kolaterálně (KL) – šikmý vnitřní sval břišní (m. obliquus internus abdominis) IL – svaly pánevního dna (diaphragma pelvis) velký sval hýžďový (m. gluteus maximus) IL, KL – napínač stehenní povázky (m. tensor fasciae latae) KL – odtahovače (mm. adductores) KL – sval krejčovský (m. sartorius) KL – sval lýtkový (m. soleus) KL – přední a zadní sval holení (m. tibialis anterior et posterior) KL (Smíšek et al., 2015).



**Obrázek 7. Spirála latissimus dorsi (Smíšek et al., 2018, s. 202).**

### *Spirála serratus anterior*

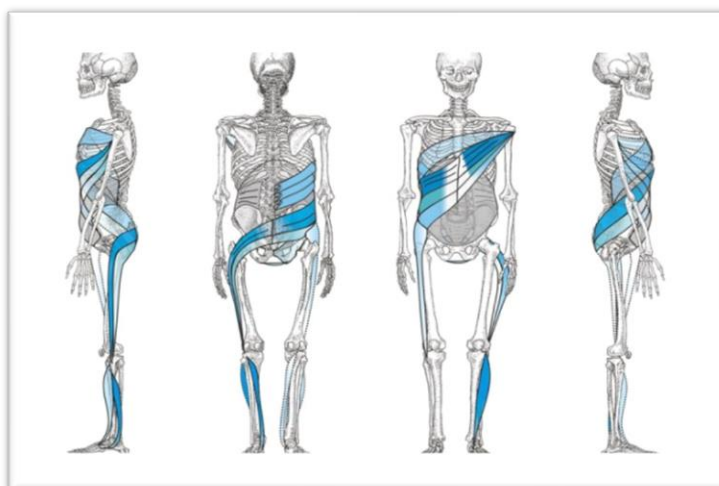
Tato spirála aktivuje horní a střední část břišní stěny a klenbu nožní na souhlasné dolní končetině. Je aktivována bočním tahem paže nad hlavu nebo pohybem vpřed ze vzpažení se současnou flexí trupu a přitažením hrudníku k pánvi. Svaly se aktivují v tomto pořadí: Řemenový sval hlavy (m. splenius capitis) ipsilaterálně (IL) – svaly rombické (mm. rhomboidei) IL – přední sval pilovitý (m. serratus anterior) IL – příčný sval hrudní (m. transversus thoracis) IL – šikmý vnější sval břišní (m. obliquus externus abdominis) IL – mezižební vnitřní svaly (mm. intercostales interni) kolaterálně (KL) – zadní a dolní sval pilovitý (m. serratus posterior inferior) KL – sval šikmý vnitřní břišní (m. obliquus internus abdominis) KL – příčný sval břišní (m. transversus abdominis) KL – velký sval hýžďový (m. gluteus maximus) KL – svaly pánevního dna (diaphragma pelvis) IL – napínač stehenní povázky (m. tensor fasciae latae) IL – přitahovače (mm. abductores) IL – lýtkový sval (m. soleus) IL – přední a zadní sval holení (m. tibialis anterior et posterior) KL (Smíšek et al., 2015).



**Obrázek 8. Spirála serratus anterior (Smíšek et al., 2018, s. 204).**

*Spirála pectoralis major*

Spirála pectoralis major aktivuje horní část břišní stěny a nožní klenbu na souhlasné dolní končetině. Je zapojována při pohybu paže vpřed a směrem k hrudníku. Svaly se aktivují v tomto pořadí: Příčný sval hrudní (m. transversus thoracis) (IL) ipsilaterálně – velký sval prsní (m. pectoralis major) IL – vnější sval šikmý břišní (m. obliquus externus abdominis) IL – vnitřní sval šikmý břišní (m. obliquus internus abdominis) kotralaterálně (KL) – svaly mezižeberní (mm. intercostales interni) KL – zadní a dolní sval pilovitý (m. serratus posterior inferior) KL – příčný sval břišní (m. transversus abdominis) IL – svaly pánevního dna (diaphragma pelvis) IL – velký sval hýžďový (m. gluteus maximus) IL – svaly holení přední a zadní (mm. tibiales anteriores et posteriores) IL (Smíšek et al., 2015).



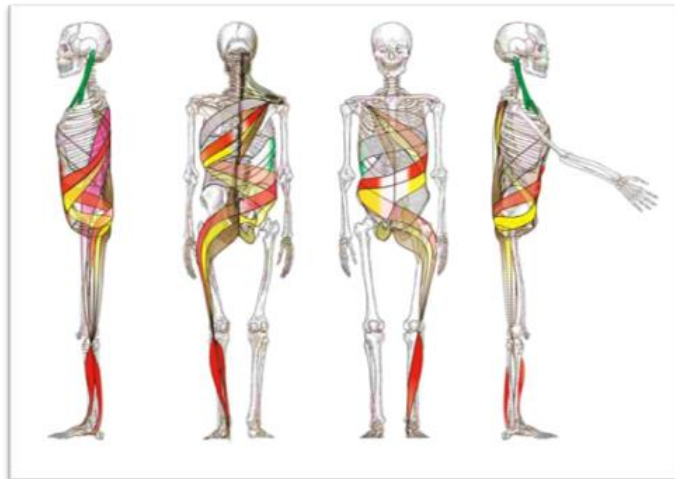
**Obrázek 9. Spirála pectoralis major (Smíšek et al., 2018, s. 205).**



### *Spirála trapezius*

Tato svalová spirála vyvolává aktivitu svalů především ve střední i dolní části břišní stěny a u klenby nožní na protilehlé dolní končetině. Spirála je aktivována pohybem lopatky dolů a vzad.

Svaly se aktivují v tomto pořadí: Sval trapézový (m. trapezius) dolní snopce trapézového svalu ipsilaterálně (IL) – široký sval zádový (m. latissimus dorsi) IL – svaly otáčivé (mm. rotatores) – zdvihače žebér (mm. levatores costarum) IL – mezižeberní vnější svaly (mm. intercostales externi) IL – šikmý vnější sval břišní (m. obliquus externus abdominis) kolaterálně (KL) – šikmý vnitřní sval břišní (m. obliquus internus abdominis) IL – svaly pánevního dna (diaphragma pelvis) velký sval hýžděový (m. gluteus maximus) IL, KL – napínač stehenní povázky (m. tensor fasciae latae) KL – odtahovače (mm. adductores) KL – sval krejčovský (m. sartorius) KL – sval lýtkový (m. soleus) KL – přední a zadní sval holení (m. tibialis anterior et posterior) KL (Smíšek et al., 2015).



**Obrázek 10. Spirála trapezius (Smíšek et al., 2018, s. 201).**

## **4 Projekt experimentu a jeho organizace**

Diplomová práce je experimentální povahy, vede k porovnání výsledků vstupního a výstupního testování a k ověření navrženého programu. Ověření bylo realizováno postupným jednoskupinovým, časově nesouběžným experimentem. Zkoumaný soubor byl vybrán pomocí záměrného výběru.

### **4.1 Organizační a testové zabezpečení experimentu**

V září 2020 (18.9.2020) proběhla informativní schůzka se šesti vybranými plavci (čtyři dívky, dva chlapci), kteří se měli stát probandy pro tento výzkum. Na informativní schůzce byl představen námět výzkumu, jeho podmínky a pravidla. Následně byl předán nezletilým probandům formulář se souhlasem pro zpracování osobních údajů a souhlasem s testováním. Ten vyplnili zákonní zástupci a na další schůzce je probandi odevzdali. Samotný výzkum začal 28.9. 2020, kdy bylo provedeno vstupní testování, testování se účastnilo všech šest probandů. Vstupní testování probíhalo v Příbrami v prostorách plaveckého areálu. Konkrétně bylo testování provedeno v prostoru sprch, kde bylo k dispozici kvalitní osvětlení a dlaždicová stěna, která sloužila ke snadnějšímu hodnocení držení postavy. Probandům bylo doporučeno, aby měly na sobě co nejméně oblečení, ideálně plavky či spodní prádlo. Při testování bylo nutné dodržovat stanovená pravidla standardizovaných testů – přesnost, opakovatelnost, zajištění rovnosti podmínek probandů, porovnatelnost výsledků, objektivnost. Byl proveden standardizovaný test hodnocení držení těla dle Jaroše a Lomíčka. Testování jednoho probanda trvalo cca 10 minut. Výsledky vstupního testování byly později vyhodnoceny a zapsány do připravených tabulek, aby mohly být porovnány s výsledky závěrečného testování. Cílem testování bylo zjistit, kde se u probandů objevuje vadné držení těla.

Na základě výsledků vstupního testování byl navržen tříměsíční cvičební program metodou Spirální stabilizace páteře (SPS), která se soustředí na aktivaci a procvičení svalových spirál. Cvičební program zahrnoval 5 cviků, zaměřených na problematické oblasti probandů. SPS je cvičení posilovací, protahovací, mobilizační, stabilizační, koordinační a optimalizuje řízení pohybu. Výběr cviků byl zaměřen na odstranění svalových dysbalancí v oblasti pletence ramenního tzn. protažení prsních svalů a posílení svalů mezilopatkových. Dále na odstranění svalových dysbalancí v oblasti pánevního pletence tzn. posílení hýžděových svalů a protažení přitahovačů kyčlí. Následně bylo

cvičení zaměřeno na posílení svalů v abdominální oblasti a odstranění napětí paravertebrálních svalů (svaly uložené vertikálně kolem páteře), které stlačují páteř směrem k sobě.

Realizace tříměsíčního cvičebního programu začala 2. 10. 2020 a skončila 3.1.2021. Cvičení probíhalo 6x týdně. První dva týdny probíhalo cvičení po plaveckém tréninku v prostorách PK Příbram společně. Poté plavci pokračovali s cvičením sami v domácím prostředí, a to z důvodu vládního nařízení. Všichni probandi byli před zahájením domácího cvičení poučeni o zásadách a pravidlech cvičení. Jedna cvičební jednotka trvala 10 minut. Probandi měli k dispozici cvičební program ve formě vytištěného dokumentu, který je přiložen níže a také ve formě videa se slovním komentářem, který obsahoval podrobně popsané provedení cviků, v souladu s dechem. Kontrola správného provedení cviků probíhala u každého probanda pomocí videohovorů. Po tříměsíčním cvičení následovalo výstupní testování, shodné se vstupním testováním. Výsledky byly opět později vyhodnoceny a zaznamenány do tabulek. I přes nastavení důležitých podmínek, které musí být splněny pro objektivnost a relevantnost výzkumu, je nutné přijmout skutečnost, že výsledky mohou být ovlivněny řadou faktorů, které nelze ovlivnit. Každý člověk je individuální.

## **4.2 Charakteristika souboru**

Pro výzkum bylo vybráno 6 závodních plavců záměrným výběrem z toho 4 dívky a 2 chlapci z plaveckého klubu Příbram ve věku 15-16 let. Všichni plavci spadají do kategorie mladší dorost. Skupinu zkoumaných plavců tvoří jedinci, kteří se díky svým výsledkům pravidelně zúčastňují Mistrovství České republiky (MČR) v plavání a MČR v dálkovém plavání. Plavci pravidelně trénují v tomto režimu: ranní tréninky 3x týdně, odpolední tréninky 5x týdně a suchá příprava 4x týdně. Plaveckých závodů se účastní dvakrát až třikrát do měsíce v závislosti období ročního tréninkového cyklu.

## **4.3 Sběr dat**

Data byla sbírána v období od 28.9. 2020 do 3.1. 2021. Porovnáván byl vývoj sledovaných jevů před naší intervencí – zaměřili jsme se na porovnání vstupního a výstupního testování a ověření cvičebního programu.

V tomto případě se jednalo o navržení a ověření cvičebního programu metodou Spirální stabilizace páteře u závodních plavců v kategorii mladšího dorostu. Na začátku

bylo provedeno vstupní testování, které probíhalo pomocí standardizovaného testu. Na základě výsledků vstupního testování byl vytvořen cvičební program. Cvičební program byl aplikován 6x týdně po dobu 3 měsíců. Po uplynutí stanové doby bylo provedeno výstupní testování shodné se vstupním testováním. Následovalo porovnání výsledků vstupního a výstupního měření. Cílem výzkumu bylo porovnání výsledků a ověření cvičebního programu.

#### **4.4 Hodnocení držení těla dle Jaroše a Lomíčka**

Pro hodnocení držení těla jsme použili hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka. Toto hodnocení sleduje 6 oblastí lidského těla: držení hlavy a krku, hrudníku, břicha se sklonem pánve, křivky zad, držení těla v čelní rovině a postavení dolních končetin. Tyto oblasti se hodnotí pomocí známek. Hodnocení probíhá známkováním od 1 do 4 – přičemž známka 1 představuje nejlepší možné ohodnocení a známka 4 nejhorší ohodnocení. Celkové držení těla je hodnoceno součtem známek ze všech stanovených oblastí. Podle součtu bodů se proband zařazuje do jedné ze 4 skupin – dokonalé držení (součet známek 5), dobré držení (součet známek 6–10), vadné držení (součet známek 11–15) velmi špatné držení (součet známek 15–20). Do součtu se nezahrnuje klasifikace dolních končetin, ale zapisuje se jako index formou zlomku – př. 9/3 zn. dobré držení těla se značnými odchylkami v oblasti dolních končetin (Hošková & Matoušová, 2007).

Výsledky testování byly zpracovány, dle již zmíněného známkování do přehledných tabulek vytvořených pomocí Excel z balíčku MS Office 2017.

##### *Hodnocení držení hlavy a krku*

Známka 1: štěrbina oční a horní úpon ušního boltce leží ve vodorovné rovině; dolní čelist je zasunutá; osa krku je svislá, velikost krční lordózy je nejvýše 2 cm od těžnice spuštěné ze záhlaví.

Známka 2: obličej hledí kupředu, avšak osa krku je skloněna mírně dopředu, asi 10°.

Známka 3: hlava a krk jsou v předklonu asi 20° anebo jsou zakloněny.

Známka 4: krk a hlava jsou v předklonu v úhlu přes 30°.

##### *Hodnocení hrudníku*

Známka 1: normální hrudník je souměrný, jeho osa je svislá, je dobře klenutý; žebra svírají s páteří úhel 30°, souměrně se při dýchání pohybují; kyfóza hrudní je fyziologická, dotýká-li se vrchol těžnice spuštěné ze záhlaví.

Známka 2: malé odchylky od normálu v průběhu osy hrudníku, která je skloněná asi o 10°.

Známka 3: hrudník je plochý a hrudní páteř je značně ohnutá, olovnice spuštěná ze zátlí se ohýbá o zvětšenou hrudní kyfózu, olovnice přiložená k hrudní kyfóze jde mimo záhlaví.

Známka 4: těžká odchylka tvaru hrudníku, který je plochý, hrudní páteř je silně vyhnutá v totální oblouk a tečna na vrcholu hrudní páteře odstupuje daleko od záhlaví.

#### *Hodnocení břicha a sklonu pánve*

Známka 1: břicho nepromínuje, je vtaženo za svislicí spuštěnou od mečovitého výběžku sternu; lordóza bederní je malá tj. 2,5-3 cm u dětí jedenáctiletých, u starších o něco větší; břicho, pánev a kost křížová jeví odchylky asi 30° od vertikály.

Známka 2: malé odchylky od normálu. Stěna břišní je například mírně vyklenuta, lordóza bederní mírně zvětšena, kost křížová má sklon asi 35°.

Známka 3: stěna břišní silně promínuje, sklon osy břicha a pánve je 40-50° a kosti křížové až 40°.

Známka 4: velké odchylky v držení pánve a průběhu břicha; kost křížová je skloněna v úhlu nad 50° a bederní lordóza je větší než 5 cm.

#### *Hodnocení křivky zad*

Známka 1: svislice spuštěná ze záhlaví se dotýká hrudní kyfózy a prochází rýhou mezi hýžděmi; hloubka krční lordózy je 2 cm, bederní lordózy 2,5-3 cm.

Známka 2: malé odchylky od normálu ve smyslu plus nebo minus.

Známka 3: zjevně vyznačená kulatá záda; totálně kulatá nebo plochá.

Známka 4: těžké odchylky od normálu, značně kulatá záda, těžká totální kyfóza, úplně plochá záda.

#### *Hodnocení držení těla v čelní rovině*

Známka 1: naprostá souměrnost, stejná výška ramen, ramena uvolněná, lopatky neodstávají, jejich vnitřní okraje jsou rovnoběžné; thorako-abdominální trojúhelníky jsou stejně veliké, souměrnost boků.

Známka 2: nepatrná odchylka v jednom bodu, vyjma trvalé nesouměrnosti ramen nebo lopatek.

Známka 3: trvalé vysunování jednoho boku mírného stupně; nesouměrnost postavy, jedno rameno výš.

Známka 4: značné odstávání lopatek, značné vysouvání boků; nesouměrnost thorako – abdominálních trojúhelníků.

*Hodnocení dolních končetin*

Známka 1: osa dolních končetin je správná, tzn., že středy kloubů kyčelních, kolenních a hlezenních jsou na svislici; klenby nohou jsou dokonalé, jak klenba podélná, tak příčná.

Známka 2: varozita nebo valgozita kolen není větší než 3 cm, tzn., že vzdálenost mezi klouby kolenními nebo vnitřními kotníky není ve stoji spojném větší než 3 cm; nohy jsou nepatrně ploché.

Známka 3: osa dolní končetiny jako při známce 2 nebo normální, avšak ploché nohy II.-III. stupně.

Známka 4: varozita kolen 5 cm; valgozita kolen 6 cm; současně ploché nohy vyššího stupně; jiné deformity zařadíme do závislosti stupně 3-4 (Hošková & Matoušová, 2010, s. 29-30).

## 5 Výsledky

Uvedené výsledky jsou zpracovány pro jednotlivé probandy.

### 5.1 Výsledky testování probandky č. 1

Výsledky postojových testů

Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka

**Tabulka 1. Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka – vstupní testování (tabulka vlastní).**

Hodnocení těla	Známky
Držení hlavy a krku	2
Hrudník	3
Břicho + sklon pánve	2
Křivka zad	3
Držení těla v čelní rovině	3
Dolní končetiny	2
Celkové hodnocení	13/2

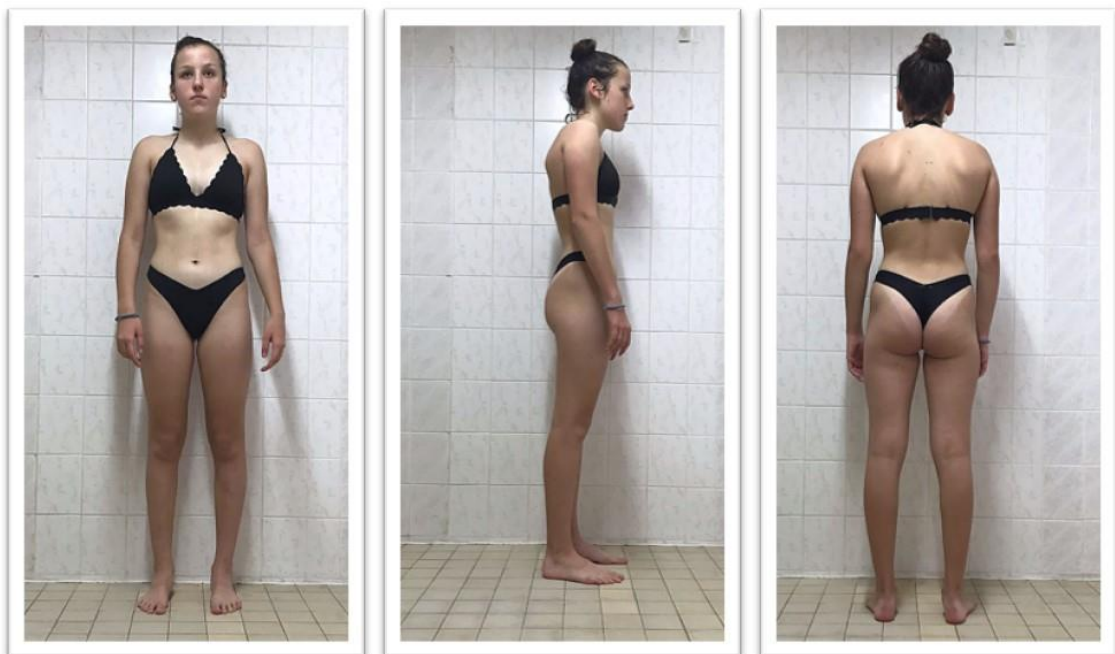
**Tabulka 2. Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka – výstupní testování (tabulka vlastní).**

Hodnocení těla	Známky
Držení hlavy a krku	1
Hrudník	2
Břicho + sklon pánve	2
Křivka zad	2
Držení těla v čelní rovině	2
Dolní končetiny	2
Celkové hodnocení	9/2

Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka u probandky č. 1 je shrnuto v tabulce č. 1 (vstupní testování) a 2 (výstupní testování). U probandky č.1 bylo při vstupním testování vyšetření držení hlavy a krku ohodnoceno známkou 2. Obličej hledí dopředu, ale osa krku je mírně skloněna vpřed. Celkové držení hlavy je v lehkém předsunu. Hrudník byl ohodnocen známkou 3. Hrudní páteř je značně ohnutá, hrudní kyfóza je zvětšená. Břicho a sklon pánve byly ohodnoceny známkou 2, kde byly shledány malé odchylky od normálu, stěna břišní mírně vyklenuta a bederní lordóza mírně zvětšena. Křivka zad byla ohodnocena známkou 3. Zjevně vyznačená kulatá záda se zvětšenou hrudní kyfózou, elevací celého pletence ramenního a mírně zvětšenou bederní lordózou. Hodnocení držení těla v čelní rovině bylo ohodnoceno známkou 3, kde byla shledána lehká nesouměrnost ramen a značně odstávající lopatky. Dolní končetiny byly

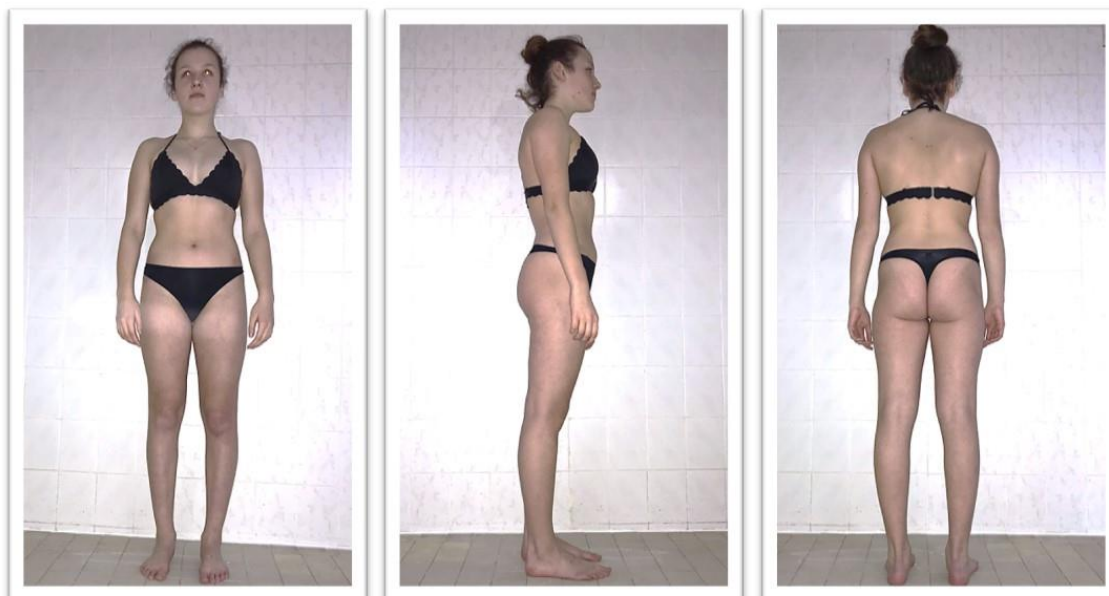
ohodnoceny známkou 2, nohy nepatrně ploché. Celkové hodnocení těla po součtu všech známek je 13/2. Číslo 13 je součtem známek všech částí těla vyjma dolních končetin, ty vyjadřuje číslo 2 za lomítkem. Podle výsledků 13/2 se probandka řadí do 3. skupiny – vadné držení těla (součet známek 11-15) s mírnými odchylkami dolních končetin.

Při výstupním testování bylo držení hlavy a krku ohodnoceno známkou 1. Hlava již není tolik v předsunu, dolní čelist je zasunutá a velikost krční lordózy je v normě. Zlepšil se stav hrudníku, kdy došlo ke zmenšení hrudní kyfózy. Hodnocení břicha a sklonu pánve se téměř nezměnilo – ohodnoceno známkou 2. Křivka zad byla ohodnocena známkou 2 – zlepšení ze známky 3. Zlepšil se stav v oblasti hrudní, kde došlo se zmenšení hrudní kyfózy a vyrovnaní celého pletence ramenního. Držení těla v čelní rovině zaznamenalo změny v oblasti hrudní páteře, kde již nedochází ke značenému odstávání lopatek a nesouměrnost ramen je též méně patrná. U hodnocení dolních končetin nebyly zaznamenány žádné změny. Při celkovém hodnocení můžeme říct, že došlo k výraznému zlepšení držení těla. Celkové hodnocení bylo ohodnoceno známkami 9/2. Došlo ke zlepšení držení u 4 partií těla, přičemž se probandka zařadila do 2. skupiny – dobré držení těla (součet známek 6-10) s mírnými odchylkami dolních končetin.



**Obrázek 11.** Držení těla v čelní rovině, při pohledu z boku a v čelní rovině při pohledu zezadu – vstupní foto (zdroj vlastní, 2021).





Obrázek 12. Držení těla v čelní rovině, při pohledu z boku a v čelní rovině při pohledu zezadu – výstupní foto (zdroj vlastní, 2021).

## 5.2 Výsledky testování probandky č. 2

Výsledky postojových testů

Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka

Tabulka 3. Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka – vstupní testování (tabulka vlastní).

Hodnocení těla	Známky
Držení hlavy a krku	1
Hrudník	2
Břicho + sklon pánve	1
Křivka zad	2
Držení těla v čelní rovině	3
Dolní končetiny	2
Celkové hodnocení	9/2

Tabulka 4. Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka – výstupní testování (tabulka vlastní).

Hodnocení těla	Známky
Držení hlavy a krku	1
Hrudník	1
Břicho + sklon pánve	1
Křivka zad	1
Držení těla v čelní rovině	2
Dolní končetiny	2
Celkové hodnocení	6/2

Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka u probandky č. 2 je shrnuto v tabulce č. 3 (vstupní testování) a 4 (výstupní testování). U probandky č. 2 bylo při vstupním testování držení hlavy a krku ohodnoceno známkou 1. Štěrbina oční a horní úpon ušního boltce leží ve vodorovné rovině, dolní čelist je zasunutá, osa krku je svislá a velikost krční lordózy je do 2 cm od těžnice spuštěné ze záhlaví. Naopak hrudník byl ohodnocen známkou 2. Byly zde shledány malé odchylky od normálu v průběhu osy hrudníku, která je skloněna asi o 10°. Břicho a sklon pánve bylo ohodnoceno známkou 1. Břicho má fyziologický tvar válce, bederní lordóza je v normě, pánev a kost křížová jeví odchylky asi 30° od vertikály. Křivka zad byla ohodnocena známkou 2, kde je naznačeno nepatrné zvětšení hrudní kyfózy s mírnou protrakcí ramen. Hodnocení držení těla v čelní rovině bylo ohodnoceno známkou 3. Postava je lehce nesouměrná, patrná je asymetrie gluteálních rýh a levé rameno je výš než pravé. Dolní končetiny byly ohodnoceny známkou 2. Bylo zaznamenáno mírné vbočení vnitřních kotníků a nepatrně ploché nohy. Celkové hodnocení těla po součtu všech známek je 9/2. Číslo 9 je součtem známek všech částí těla vyjma dolních končetin, ty vyjadřuje číslo 2 za lomítkem. Podle výsledků 9/2 se probandka řadí do 2. skupiny – dobré držení těla (součet známek 6-10) s mírnými odchylkami dolních končetin.

Při výstupním testování bylo držení hlavy opět ohodnoceno známkou 1 – beze změn. Zlepšil se stav hrudníku, kdy došlo ke zmenšení hrudní kyfózy. Při hodnocení stavu břicha a sklonu pánve nebyly zaznamenány žádné změny, ohodnoceno bylo opět známkou 1. Křivka zad byla ohodnocena známkou 1 – zlepšení ze známky 2. Došlo ke zmenšení hrudní kyfózy a protrakce ramen již není tak značná. Držení těla v čelní rovině zaznamenalo změny v oblasti gluteálních rýh, kdy došlo k jejich vyrovnání což bylo patrné i v oblasti ramen. Hodnocení držení těla bylo ohodnoceno známkou 2 – zlepšení ze známky 3. U hodnocení dolních končetin nebyly zaznamenány žádné změny. Při celkovém hodnocení můžeme říct, že došlo k mírnému zlepšení držení těla. Celkové hodnocení bylo ohodnoceno známkami 6/2. Došlo ke zlepšení držení u 3 partií těla.



Obrázek 13. Držení těla v čelní rovině, při pohledu z boku a v čelní rovině při pohledu zezadu – vstupní foto (zdroj vlastní, 2021).



Obrázek 14. Držení těla v čelní rovině, při pohledu z boku a v čelní rovině při pohledu zezadu – výstupní foto (zdroj vlastní, 2021).

### 5.3 Výsledky testování probandky č. 3

Výsledky postojových testů

Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka

**Tabulka 5. Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka – vstupní testování (tabulka vlastní).**

Hodnocení těla	Známky
Držení hlavy a krku	2
Hrudník	2
Břicho + sklon pánve	2
Křivka zad	3
Držení těla v čelní rovině	2
Dolní končetiny	2
Celkové hodnocení	11/2

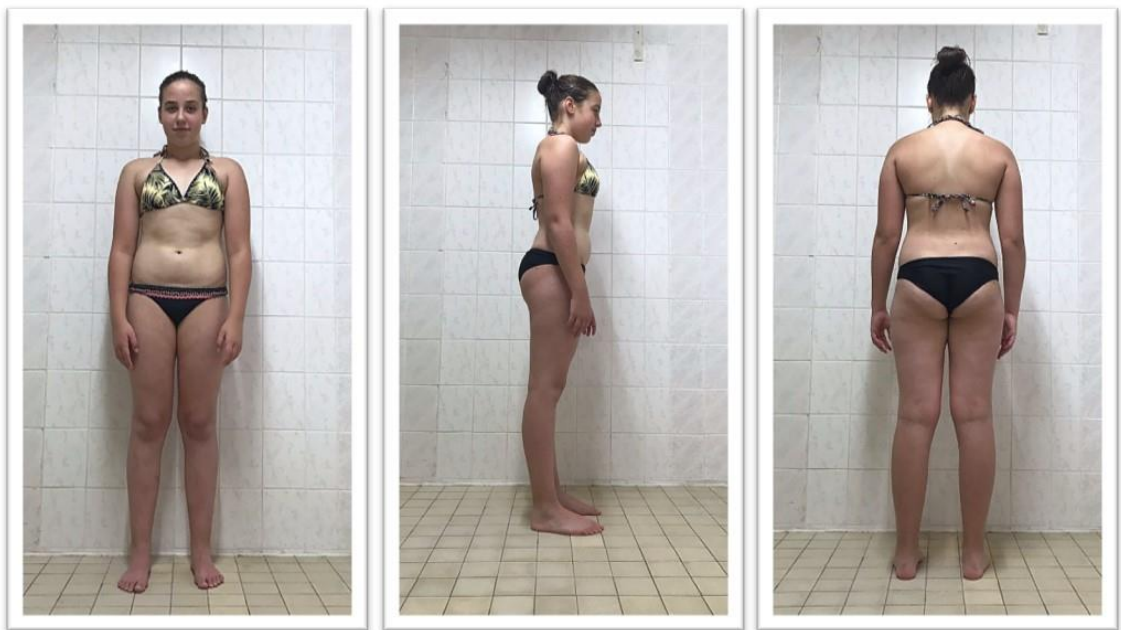
**Tabulka 6. Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka – výstupní testování (tabulka vlastní).**

Hodnocení těla	Známky
Držení hlavy a krku	1
Hrudník	1
Břicho + sklon pánve	2
Křivka zad	2
Držení těla v čelní rovině	1
Dolní končetiny	2
Celkové hodnocení	7/2

Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka u probandky č. 3 je shrnuto v tabulce č. 5 (vstupní testování) a 6 (výstupní testování). U probandky č. 3 bylo při vstupním testování držení hlavy a krku ohodnoceno známkou 2. Obličej hledí dopředu, ale osa krku je mírně skloněna vpřed. Celkové držení hlavy je v lehkém předsunu. Hrudník byl ohodnocen známkou 2, kde bylo shledáno mírné zvětšení hrudní kyfózy. Břicho a sklon pánve bylo ohodnoceno známkou 2. Stěna břišní je mírně vyklenutá a bederní lordóza je mírně zvětšena. Křivka zad byla ohodnocena známkou 3, objevuje se zde náznak kulatých zad s elevací celého pletence ramenního a mírně zvětšenou bederní lordózou. Hodnocení držení těla v čelní rovině bylo ohodnoceno známkou 2, kde byly shledány nepatrné odchylky. Diagnostikována byla lehká valgozita kotníků a hodnocení dolních končetin bylo ohodnoceno známkou 2. Celkové hodnocení těla po součtu všech známek je 11/2. Číslo 11 je součtem známek všech částí těla vyjma dolních končetin, ty vyjadřuje číslo 2 za lomítkem. Podle výsledků 11/2 se probandka řadí do 3. skupiny – vadné držení těla (součet známek 11-15) s mírnými odchylkami dolních končetin.

Při výstupním testování bylo držení hlavy a krku ohodnoceno známkou 1, došlo tedy ke zlepšení. Hlava již není tolik v předsunu, dolní čelist je zasunutá a velikost krční

lordózy je v normě. Zlepšil se také stav hrudníku, kdy došlo ke zmenšení hrudní kyfózy. Hodnocení břicha a sklonu pánve se téměř nezměnilo – ohodnoceno známkou 2. Křivka zad byla ohodnocena známkou 2 – zlepšení ze známky 3. Došlo ke zmenšení hrudní kyfózy a bederní lordózy. Změny byly zaznamenány i v oblasti ramenního pletence, kdy došlo k jeho vyrovnání. Držení těla v čelní rovině bylo ohodnoceno známkou 1 – zlepšení ze známky 2, kde byla zaznamenána naprostá souměrnost, uvolněná ramena ve stejné výšce, neodstávající lopatky, thorako-abdominální trojúhelníky jsou stejně velké a boky souměrné. U hodnocení dolních končetin nebyly zaznamenány žádné změny. Při celkovém hodnocení můžeme říct, že došlo k výraznému zlepšení držení těla. Celkové hodnocení bylo ohodnoceno známkami 7/2. Došlo ke zlepšení držení u 4 partií těla, přičemž se probandka zařadila do 2. skupiny – dobré držení těla (součet známek 6-10) s mírnými odchylkami dolních končetin.



**Obrázek 15. Držení těla v čelní rovině, při pohledu z boku a v čelní rovině při pohledu zezadu – vstupní foto (zdroj vlastní, 2021).**



Obrázek 16. Držení těla v čelní rovině, při pohledu z boku a v čelní rovině při pohledu zezadu – výstupní foto (zdroj vlastní, 2021).

## 5.4 Výsledky testování probandky č. 4

Výsledky postojových testů

Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka

Tabulka 7. Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka – vstupní testování (tabulka vlastní).

Hodnocení těla	Známky
Držení hlavy a krku	2
Hrudník	3
Břicho + sklon pánve	3
Křivka zad	3
Držení těla v čelní rovině	3
Dolní končetiny	2
Celkové hodnocení	14/2



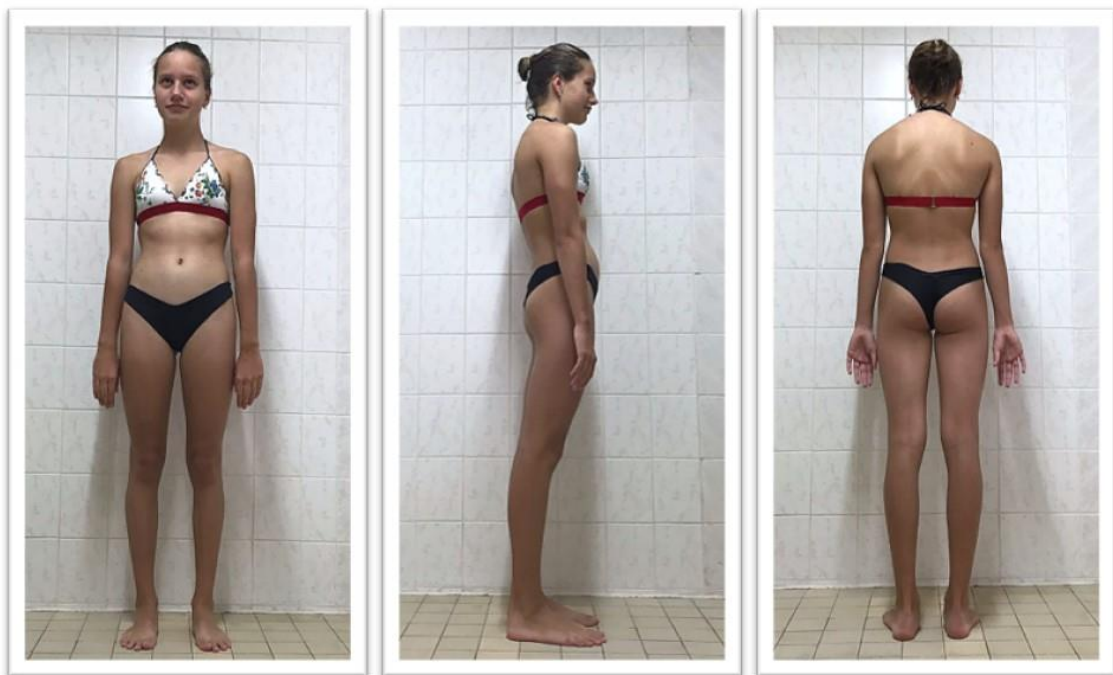
**Tabulka 8. Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka – výstupní testování (tabulka vlastní).**

Hodnocení těla	Známky
Držení hlavy a krku	2
Hrudník	2
Břicho + sklon pánve	2
Křivka zad	2
Držení těla v čelní rovině	2
Dolní končetiny	2
Celkové hodnocení	10/2

Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka u probandky č. 4 je shrnuto v tabulce č. 7 (vstupní testování) a 8 (výstupní testování). Při vstupním testování držení hlavy a krku byly diagnostikovány mírné odchylky od správného držení. Osa krku je mírně skloněna vpřed a celkové držení hlavy je v lehkém předsunu, ohodnoceno známkou 2. Při hodnocení hrudníku byla přidělena známka 3. Hrudní páteř je značně ohnutá a objevuje se hyperkyfóza. Břicho a sklon pánve bylo ohodnoceno známkou 3, kde stěna břišní silně promínuje a bederní lordóza je značně zvětšena. Křivka zad byla ohodnocena známkou 3. Zjevně vyznačená kulatá záda se zvětšenou hrudní kyfózou, elevací celého pletence ramenního a zvětšenou bederní lordózou. Hodnocení držení těla v čelní rovině bylo ohodnoceno známkou 3. Postava je nesouměrná, patrná je asymetrie gluteálních rýh, levé rameno je výš než pravé, značné odstávání lopatek. Při hodnocení dolních končetin bylo zaznamenáno lehké vbočení vnitřních kotníků s mírným náznakem plochých nohou, ohodnoceno známkou 2. Celkové hodnocení těla po součtu všech známek je 14/2. Číslo 14 je součtem známek všech částí těla vyjma dolních končetin, ty vyjadřuje číslo 2 za lomítkem. Podle výsledků 14/2 se probandka řadí do 3. skupiny – vadné držení těla (součet známek 11-15) s mírnými odchylkami dolních končetin.

Při výstupním testování držení hlavy a krku došlo k mírnému zlepšení, ale na vyšší hodnocení probandka nedosáhla, ohodnoceno známkou 2. Zlepšil se stav hrudníku, kde bylo zaznamenáno zmenšení hrudní kyfózy. Zlepšil se také stav břicha a sklon pánve – ohodnoceno známkou 2. Břišní stěna již tolik nepromínuje a bederní lordóza naznačuje pouze mírné zvětšení. Křivka zad byla ohodnocena známkou 2 – zlepšení ze známky 3. Zlepšil se stav v oblasti hrudní, kde došlo se zmenšení hrudní kyfózy, vyrovnání celého pletence ramenního a zmenšení bederní lordózy. Hodnocení držení těla v čelní

rovině zaznamenalo také několik změn, což přispělo k lepšímu hodnocení. V oblasti ramen došlo k vyrovnání do stejné výšky, a dříve patrný rozdíl mezi výškou gluteálních rýh se také zmenšil. Další změna byla zaznamenána v oblasti hrudní páteře, kde již nedochází ke značenému odstávání lopatek, ohodnoceno známkou 2 – zlepšení ze známky 3. U hodnocení dolních končetin nebyly zaznamenány žádné změny. Při celkovém hodnocení můžeme říct, že došlo k výraznému zlepšení držení těla. Celkové hodnocení bylo ohodnoceno známkami 10/2. Došlo ke zlepšení držení u 4 partií těla, přičemž se probandka zařadila do 2. skupiny – dobré držení těla (součet známek 6-10) s mírnými odchylkami dolních končetin.



**Obrázek 17. Držení těla v čelní rovině, při pohledu z boku a v čelní rovině při pohledu zezadu – vstupní foto (zdroj vlastní, 2021).**





Obrázek 18. Držení těla v čelní rovině, při pohledu z boku a v čelní rovině při pohledu zezadu – výstupní foto (zdroj vlastní, 2021).

## 5.5 Výsledky testování probanda č.5

Výsledky postojových testů

Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka

Tabulka 9. Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka – vstupní testování (tabulka vlastní).

Hodnocení těla	Známky
Držení hlavy a krku	1
Hrudník	3
Břicho + sklon pánve	2
Křivka zad	3
Držení těla v čelní rovině	3
Dolní končetiny	1
Celkové hodnocení	12/1

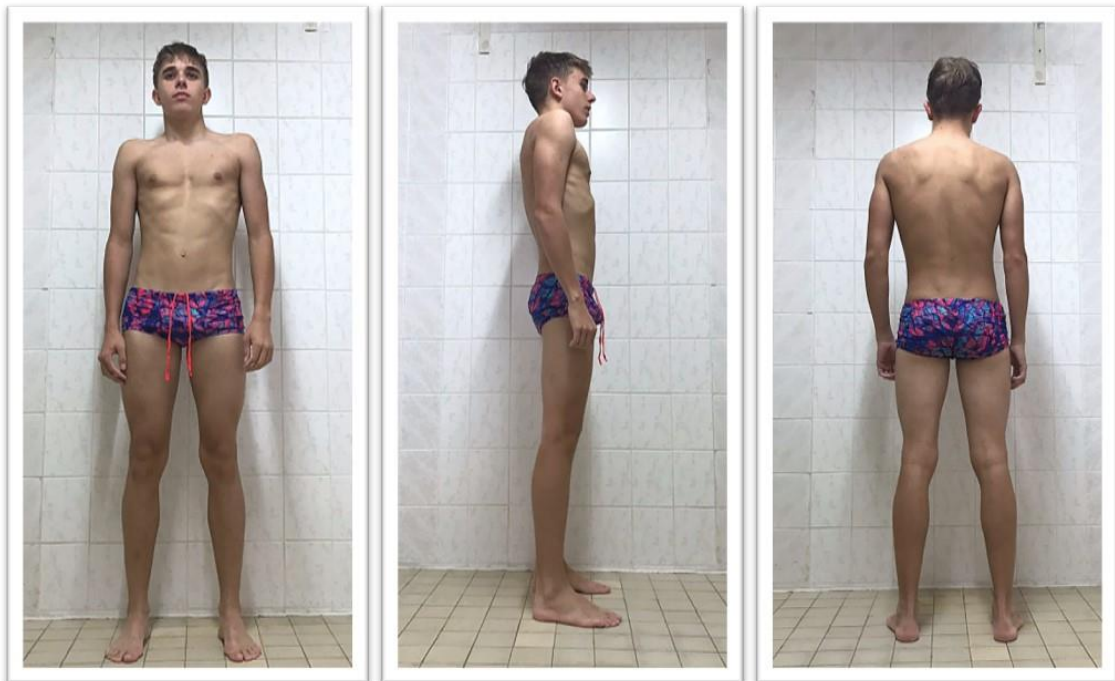
**Tabulka 10. Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka – výstupní testování (tabulka vlastní).**

Hodnocení těla	Známky
Držení hlavy a krku	1
Hrudník	2
Břicho + sklon pánve	2
Křivka zad	2
Držení těla v čelní rovině	2
Dolní končetiny	1
Celkové hodnocení	9/1

Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka u probanda č. 5 je shrnuto v tabulce č. 9 (vstupní testování) a 10 (výstupní testování). Vstupní testování držení hlavy a krku bylo ohodnoceno známkou 1. Naopak hrudník byl ohodnocen známkou 3. Hrudník je plochý až mírně propadlý a hrudní páteř značně ohnutá s výrazně zvětšenou hrudní kyfózou. Břicho a sklon pánve bylo ohodnoceno známkou 2, kde byly shledány malé odchylky od normálu. Bederní lordóza mírně zvětšena. Křivka zad byla ohodnocena známkou 3, kde je naznačeno zvětšení hrudní kyfózy s elevací celého ramenního pletence a mírně zvětšenou bederní lordózou. Hodnocení držení těla v čelní rovině bylo ohodnoceno známkou 3. Postava je nesouměrná, patrná je asymetrie v oblasti ramen, kde levé rameno je výš než pravé a dochází k odstávání vnitřních hran lopatek. Dolní končetiny byly ohodnoceny známkou 1, osa dolních končetin je správná, středy kyčelních, kolenních a hlezenních kloubů jsou na svislici, klenby nohou jsou fyziologické. Celkové hodnocení těla po součtu všech známek je 12/1. Číslo 12 je součtem známek všech částí těla vyjma dolních končetin, ty vyjadřuje číslo 1 za lomítkem. Podle výsledků 12/1 se proband řadí do 3. skupiny – vadné držení těla (součet známek 11-15) bez odchylek dolních končetin.

Při výstupním vyšetření bylo držení hlavy a krku opět ohodnoceno známkou 1 – beze změn. Zlepšil se stav hrudníku ze známky 3 na známku 2, kde byl zaznamenán výrazně lépe klenutý hrudník a zmenšení hrudní kyfózy. Stav břicha a pánve nezaznamenal žádné změny – ohodnoceno známkou 2. Bederní lordóza naznačuje stále mírné zvětšení. Křivka zad byla ohodnocena známkou 2 – zlepšení ze známky 3. Hrudní kyfóza se zmenšila a došlo k vyrovnání ramenního pletence. Zlepšilo se také hodnocení držení těla v čelní rovině ze známky 3 na známku 2, kde byla zaznamenána více uvolněná ramena ve stejné výšce a neodstávající lopatky. Dolní končetiny – bez problémů. Při

celkovém hodnocení můžeme říct, že došlo k výraznému zlepšení držení těla. Celkové hodnocení bylo ohodnoceno známkami 9/1. Došlo ke zlepšení držení u 3 partií těla, přičemž se proband zařadil do 2. skupiny – dobré držení těla (součet známek 6-10) bez odchylek dolních končetin.



Obrázek 19. Držení těla v čelní rovině, při pohledu z boku a v čelní rovině při pohledu zezadu – vstupní foto (zdroj vlastní, 2021).



Obrázek 20. Držení těla v čelní rovině, při pohledu z boku a v čelní rovině při pohledu zezadu – výstupní foto (zdroj vlastní, 2021).

## 5.6 Výsledky testování probanda č.6

Výsledky postojových testů

Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka

Tabulka 11. Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka – vstupní testování (tabulka vlastní).

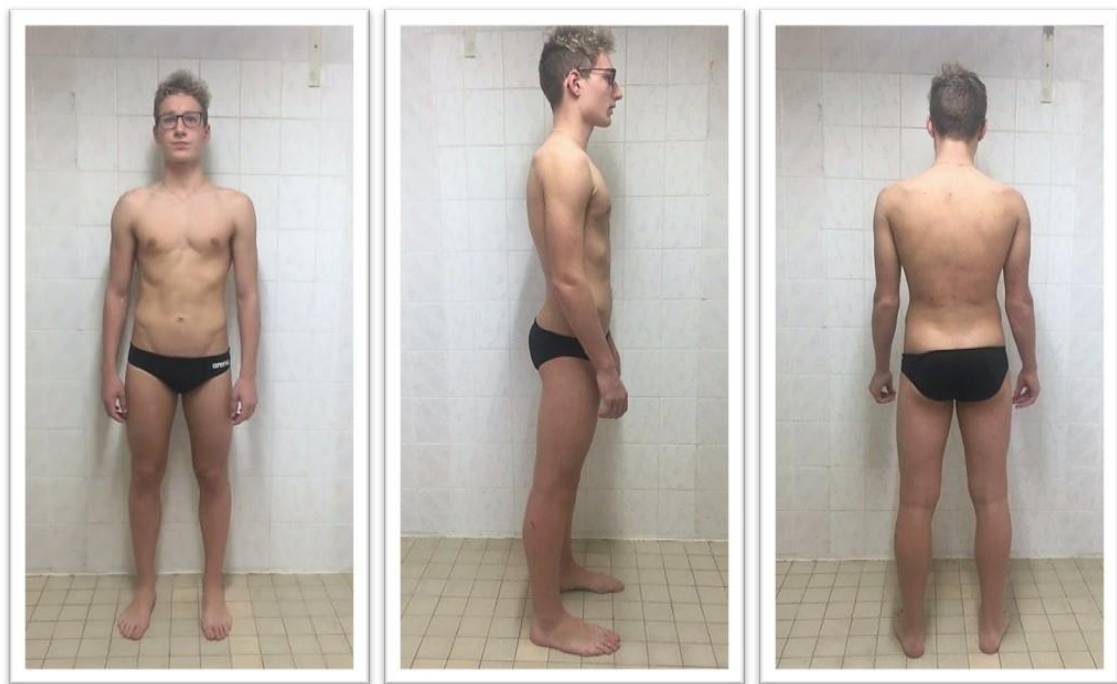
Hodnocení těla	Známky
Držení hlavy a krku	1
Hrudník	2
Břicho + sklon pánve	2
Křivka zad	2
Držení těla v čelní rovině	2
Dolní končetiny	1
Celkové hodnocení	9/1

Tabulka 12. Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka – vstupní testování (tabulka vlastní).

Hodnocení těla	Známky
Držení hlavy a krku	1
Hrudník	1
Břicho + sklon pánve	1
Křivka zad	1
Držení těla v čelní rovině	1
Dolní končetiny	1
Celkové hodnocení	5/1

Hodnocení postavy dle Jaroše a Lomíčka u probanda č. 6 je shrnuto v tabulce č. 11 (vstupní testování) a 12 (výstupní testování). Vstupní testování držení hlavy a krku bylo ohodnoceno známkou 1. Hrudník byl ohodnocen známkou 2, kde bylo zaznamenáno mírné zvětšení v oblasti hrudní páteře. Při hodnocení břicha a sklonu pánve byly patrné malé odchylky od normálu, bederní lordóza mírně zvětšena. Tato partie byla ohodnocena známkou 2. Křivka zad byla také ohodnocena známkou 2. Záda jsou mírně kulatá a bederní lordóza mírně zvětšena. Hodnocení držení těla v čelní rovině bylo ohodnoceno známkou 2, kde byla patrná mírná asymetrie v oblasti thorako-abdominálních trojúhelníků. Dolní končetiny byly ohodnoceny známkou 1, bez problémů. Celkové hodnocení těla po součtu všech známek je 9/1. Číslo 9 je součtem známek všech částí těla vyjma dolních končetin, ty vyjadřuje číslo 1 za lomítkem. Podle výsledků 9/1 se proband řadí do 2. skupiny – dobré držení těla (součet známek 6-10) bez odchylek dolních končetin.

Při výstupním vyšetření bylo držení hlavy a krku opět ohodnoceno známkou 1 – beze změn. Zlepšil se stav hrudníku ze známky 2 na známku 1, kde bylo zaznamenáno zmenšení hrudní kyfózy – hrudní kyfóza fyziologická. Hrudník je souměrný, dobře klenutý a jeho osa je svislá. Ke zlepšení došlo i v případě hodnocení břicha a sklonu pánve, kde došlo ke zmenšení bederní lordózy – bederní lordóza fyziologická. Křivka zad byla ohodnocena známkou 1 – došlo ke zlepšení ze známky 2. Svislice spuštěná ze záhlaví se dotýká hrudní kyfózy a prochází rýhou mezi hýžděmi. Výstupní hodnocení držení těla v čelní rovině zaznamenalo souměrné thorako-abdominální trojúhelníky, ohodnoceno známkou 1. Dolní končetiny byly ohodnoceny známkou 1, beze změn. Při celkovém hodnocení můžeme říct, že došlo k výraznému zlepšení držení těla. Celkové hodnocení bylo ohodnoceno známkami 5/1. Došlo ke zlepšení držení u 4 partií těla, přičemž se proband zařadila do 1. skupiny – dokonalé držení těla (součet známek -5) bez odchylek dolních končetin.



**Obrázek 21. Držení těla v čelní rovině, při pohledu z boku a v čelní rovině při pohledu zezadu – vstupní foto (zdroj vlastní, 2021).**





Obrázek 22. Držení těla v čelní rovině, při pohledu z boku a v čelní rovině při pohledu zezadu – výstupní foto (zdroj vlastní, 2021).

## 5. 7 Cvičební program dle metody Spirální stabilizace páteře

Cvičební program plavců mladšího dorostu se skládá z 10 minutového cvičení spirální stabilizace páteře s elastickým lanem. Cvičební sestava zahrnuje symetrické cviky, asymetrické cviky a protahovací cviky. Každý cvik se doporučuje opakovat 8x.

### 5.7.1 Symetrické cviky zařazené do kompenzačního programu

Cviky symetrické provádí obě paže a jsou zaměřeny se na odstranění svalových dysbalancí v oblasti hrudníku a pletence ramenního. Při provedení cviků dochází k protažení svalů, jejichž zkrácení způsobuje kyfotické postavení hrudní páteře a předsunutí ramen. Současně dochází k posílení svalů na zadní straně hrudníku, jejichž síla je nezbytná pro správnou polohu hrudní páteře a stabilizaci lopatek. Aktivací mezilopatkových svalů s vyrovnáním ramen a protažením šije umožňuje uvolnění svalů táhnoucích rameno a lopatku vzhůru.

Protahované svaly: Velký a malý sval prsní, přední sval pilovitý, sval podklíčkový, přední část svalu deltového.

Posilované svaly: Mezilopatkové svaly, dolní fixátory lopatek, břišní svaly, hýžděové svaly.

Relaxované svaly: Horní fixátory lopatek, flexory kyčle.

## Cvik 1 -Tah oběma pažemi vzad s rotací předloktí zevně

### *Pasivní část cviku – výchozí pozice*

- Uvolněný stoj mírně rozkročný čelem k úchytu elastického lana.
- Chodidla na šířku kyčlí vyrovnaná směrem dopředu.
- Záda vytvářejí dlouhý kyfotický oblouk (kočičí hřbet).
- Trup v základně pánve tzn. v přední ose, kost hrudní nad sponou stydkou.
- Paže v předpažení pasivně tažené směrem vpřed silou elastického lana a dlaně směřují dolů.
- V pasivní pozici je proveden nádech.

### *Aktivní část cviku*

- Zpevnění hýždí, vyrovnaní pánve a bederní lordózy.
- Vyrovnaný stoj, zpevnění trupu od pánve směrem nahoru.
- S výdechem přitažení lopatek směrem k sobě, dozadu a dolů.
- Rotace předloktí zevně, dlaně směrem vzhůru.
- Hrudník se vpředu otevírá, dolní žebra zůstávají přitažena dolů.
- Hlava v osovém postavení, záhlaví protaženo směrem nahoru.
- Šíje zcela relaxována, brada zasunuta.
- V aktivní poloze výdech proveden do podbřišku.

Zapojení spirál a aktivace břišní stěny: spirála LD (široký sval zádový), spirála TR (sval trapézový), aktivace střední a dolní části břišní stěny (Smíšek et al., 2018).



**Obrázek 23. Tah oběma pažemi vzad s rotací předloktí zevně (zdroj vlastní, 2021).**

Cvik 2 - Tah oběma pažemi vzad, otevření paží vzad s rotací předloktí zevně  
*Pasivní část cviku – výchozí pozice*

- Uvolněný stoj mírně rozkročný zády k úchytu elastického lana.
- Chodidla na šířku kyčlí vyrovnaná směrem dopředu.
- Záda vytvářejí dlouhý kyfotický oblouk (kočičí hřbet).
- Trup v základně pánve tzn. v přední ose, kost hrudní nad sponou stydkou.
- Paže zkřížené před tělem, dlaně směřují k tělu.
- V pasivní pozici je proveden nádech.

*Aktivní část cviku*

- Zpevnění hýždí, vyrovnaní pánve a bederní lordózy.
- Vyrovnaný stoj, zpevnění trupu od pánve směrem nahoru.
- S výdechem přitažení lopatek směrem k sobě, dozadu a dolů.
- Rotace předloktí zevně, dlaně směrem vzhůru.
- Hrudník se vpředu otevírá, dolní žebra zůstávají přitažena dolů.
- Hlava v osovém postavení, záhlaví protaženo směrem nahoru.
- Šíje zcela relaxována, brada zasunuta.
- V aktivní poloze výdech proveden do podbřišku.

Zapojení spirál a aktivace břišní stěny: spirála LD (široký sval zádový), spirála TR (sval trapézový), aktivace střední a dolní části břišní stěny (Smíšek et al., 2018).





**Obrázek 24. Tah oběma pažemi vzad, otevření paží vzad s rotací předloktí zevně (zdroj vlastní, 2021).**

### Cvik 3 - Kruhy oběma pažemi vpřed

#### *Pasivní část cviku – výchozí pozice*

- Stoj mírně rozkročný zády k úchytu elastického lana.
- Chodidla na šířku kyčlí vyrovnaná směrem dopředu.
- Záda vyrovnaná do zadní osy.
- Paže natažené podél těla, dlaně otočené ven.
- Uvolnění v celých zádech (v oblasti záhlaví, šíje, lopatek, hrudníku a beder).
- V pasivní pozici je proveden nádech.

#### *Aktivní část cviku*

- Zpevnění hýždí, vyrovnání pánve a bederní lordózy.
- Vyrovaný stoj, zpevnění trupu od pánve směrem nahoru.
- Hlava v osovém postavení, záhlaví protaženo směrem nahoru.
- Zdvihání paží stranou směrem nahoru, lokty a dlaně co nejdále nazad.
- Zahájení pomalého výdechu.
- Dotažení paží do úplného vzpažení, brada k hrudní kosti.
- Pomalý přítah hrudníku k pánvi.
- Hrudník zůstává ve sklopení, paže pomalu dokončují dolní část kruhu.
- V konečném relaxovaném postavení proveden nádech.
- Vyrovnání páteře do zpět do střední linie.

Zapojení spirál a aktivace břišní stěny: spirála SA (přední sval pilovitý), aktivace horní a střední části břišní stěny, spodní část aktivována v omezené míře (Smíšek et al., 2018).



Obrázek 25. kruhy oběma pažemi vpřed (zdroj vlastní, 2021).

### **5.7.2 Asymetrické cviky zařazené do kompenzačního programu**

Asymetrické cviky jsou prováděny jednou končetinou, v našem případě horní končetinou. Při cvičení dochází k aktivaci svalových spirál, a to zejména jejich hlavních článků, jimiž jsou příčný sval břišní a šikmé břišní svaly. Aktivací zmíněných svalů dochází ke stlačení obvodu pasu a ke vzniku trakční síly působící vzhůru. Asymetrický pohyb ramen napomáhá k mobilizaci páteře a pletence ramenního.

Posilované svaly: svaly, které jsou součástí aktivních spirál, zevní a vnější šikmé břišní svaly, příčný sval břišní, hýžděvé svaly, široký sval zádový, střední část svalu trapézového a dolní fixátory lopatek.

Relaxované svaly: horní fixátory lopatek, svaly šíje, vzpřimovače páteře, flexory kyčle.

Cvik 1 - Tah jednou paží do strany, otevření paží s rotací předloktí zevně

*Pasivní část cviku – výchozí pozice*

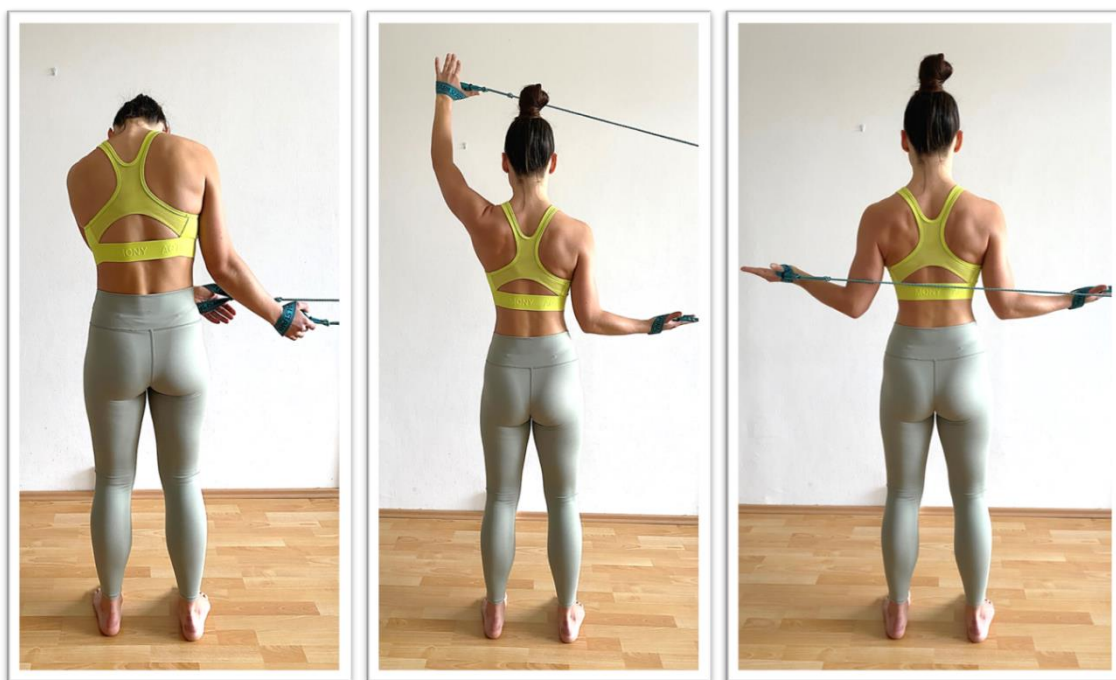
- Uvolněný stoj mírně rozkročný bokem k úchytu elastického lana.
- Chodidla na šířku kyčlí vyrovnaná směrem dopředu.
- Záda vytvářejí dlouhý kyfotický oblouk (kočičí hřbet).
- Trup v základně pánve tzn. v přední ose, kost hrudní nad sponou stydkou.

- Pravá paže je šikmo před trupem pasivně tažená stranou, dlaň směřuje k tělu.
- Uvolnění v celých zádech (v oblasti záhlaví, šíje, lopatek, hrudníku a beder).
- V pasivní pozici je proveden nádech.

#### *Aktivní část cviku*

- Zpevnění hýždí, vyrovnaní pánve a bederní lordózy.
- Vyrovnaný stoj, zpevnění trupu od pánve směrem nahoru.
- Pravý loket je tažen dozadu, zdvižení paže až do úplného vzpažení.
- Paže je tažena směrem vzad (až do pozice, kdy je lano za tělem).
- Pokrčení lokte, přitažení lopatky dozadu, dolů a k páteři.
- Dlaň ukazuje směrem vpřed, palec je vzhůru.
- Stejně postavení i u „necvičící“ paže.
- Rotace předloktí zevně, dlaně směrem vzhůru.
- Hlava v osovém postavení, záhlaví protaženo směrem nahoru.
- Šíje zcela relaxována, brada zasunuta.
- V aktivní poloze výdech proveden do podbřišku.
- Vyměnit pozici horních končetin, cvik opakovat stejným způsobem.

Zapojení spirál a aktivace břišní stěny: spirála SA (přední sval pilovitý), spirála LD (široký sval zádový), spirála TR (sval trapézový), aktivace celé břišní stěny (Smíšek et al., 2018).



**Obrázek 26. Tah jednou paží do strany, otevření paží s rotací předloktí zevně (zdroj vlastní, 2021).**

### **5.7.3 Protahovací cviky zařazené do kompenzačního programu**

Cviky protahovací jsou vždy nezbytnou součástí cvičební jednotky SPS. Cviky jsou zaměřeny na protažení svalů s tendencí ke zkrácení.

Svaly, svalové skupiny s tendencí ke zkrácení: svaly šíjové, velký sval prsní, vzpřimovač páteře, čtyřhranný sval bederní, bederní část vzpřimovače páteře, flexory kyčlí, flexory kolene, přitahovače stehna.

Cvik 1 - Klek s nohou vpředu, otevření paží s rotací předloktí zevně

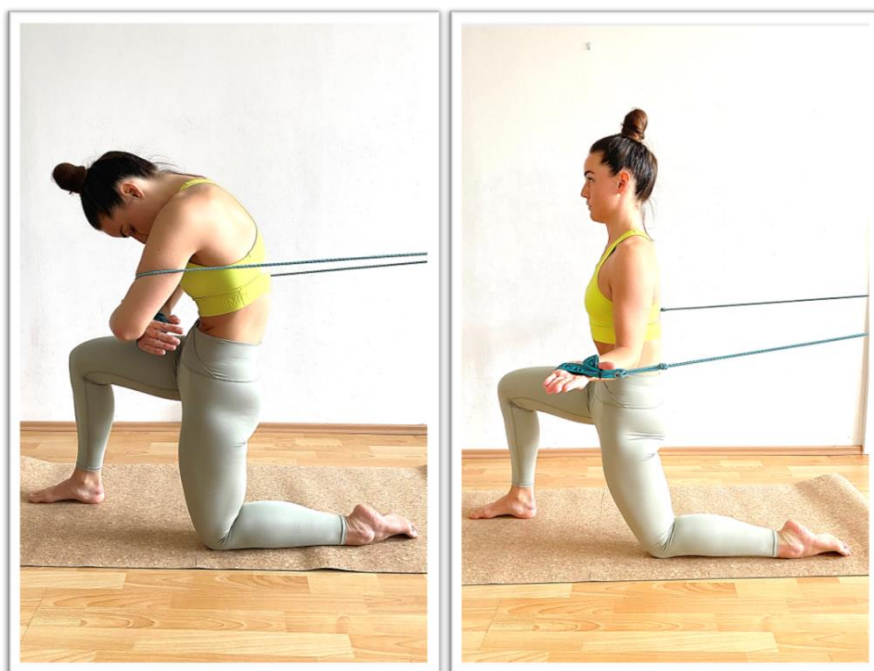
*Pasivní část cviku – výchozí pozice*

- Klek na pravém koleni zády k úchytu elastického lana.
- Levá dolní končetina vpředu, bérec v předozadním směru.
- Záda vytvářejí dlouhý kyfotický oblouk (kočičí hřbet).
- Trup v základně pánve tzn. v přední ose, kost hrudní nad sponou stydkou.
- Paže zkřížené před tělem.
- Uvolnění v celých zádech (v oblasti záhlaví, šíje, lopatek, hrudníku a beder).
- V pasivní pozici je proveden nádech.

*Aktivní část cviku*

- Zpevnění pravé hýždě, vyrovnání pánve a bederní lordózy.
- Páteř přechází z kyfózy do rovného postavení (bez vzniku lordózy).
- Vzpřímený klek, zpevnění trupu od pánve nahoru.
- Paže se otevírají do zevní rotace, předloktí na úrovni loktů.
- Rotace zevně v horizontálně s osou v pažní kosti.
- Lokty pohybem vzad na úroveň těla, dlaně směrem vzhůru.
- Hlava v osovém postavení, záhlaví protaženo směrem nahoru.
- Šíje zcela relaxována, brada zasunuta.
- Intenzitu napětí hýžděového svalu (pravá dolní končetina) lze zesílit tahem pánve vpřed (intenzivní protažení ohybačů kyčle).
- V aktivní poloze výdech proveden do podbřišku.
- Návrat do výchozí polohy.
- Vyměnit pozici dolních končetin, cvik opakovat stejným způsobem.

Zapojení spirál a aktivace břišní stěny: spirála LD (široký sval zádový), spirála TR (sval trapézový), aktivace střední a dolní části břišní stěny (Smíšek et al., 2018).



Obrázek 27. Klek s nohou vpředu, otevření paží s rotací předloktí zevně (zdroj vlastní, 2021).

## 6 Diskuze

Zaznamenané výsledky vstupního testování u jednotlivých partií těla plavců dopadly podle našeho očekávání. Z kineziologické analýzy plavání jsme předpokládali, že nejvíce zatěžované tělesné partie jsou v oblasti krční a hrudní páteře s pletencem ramenním a zároveň je opomíjeno svalstvo trupu.

Předsunutě držení hlavy a krku se vyskytlo u 3 plavců, zároveň jsme u těchto probandů zaznamenali i kulatá záda s elevací ramenního pletence což poukazuje na horní zkřížený syndrom. Kolář et al. (2009) uvádí, že u této funkční poruchy vzniká svalová dysbalance mezi oslabenými hlubokými flexory krku a hlavy na přední straně krční páteře a zkrácenými šíjovými svaly, horními vlákny trapézových svalů a zdvihačů lopatky na zadní straně. Dále v oblasti horní části trupu na přední straně dochází ke zkrácení prsních svalů a předních vláken svalu deltového. Oslabenými svaly jsou pak svaly rombické, střední a dolní vlákna svalu trapézového, přední sval pilovitý a zadní část svalu deltového. Typické a na pohled zřetelné znaky jsou: předsun hlavy, gotická ramena s elevací pletence ramenního, kulatá záda a abdukce s rotací lopatek.

Při hodnocení hrudníku a křivky zad jsme zaznamenali odchylky u všech zkoumaných plavců, což poukazuje na svalové dysbalance v této oblasti. Při plavání dochází k častému přetěžování adduktorů a vnitřních rotátorů ramene čímž vznikají svalové dysbalance mezi prsními svaly a přitahovači lopatek. Takto vzniklá dysbalance způsobuje vytočení ramene dopředu a odstávání lopatky od hrudníku (Batalha et al., 2015). Dále jsme v hrudní oblasti zaznamenali zvětšení hrudní kyfózy u všech zkoumaných plavců, která může být součástí již zmíněného horního syndromu.

Při hodnocení držení těla v čelní rovině jsme zaznamenali nesouměrnost ramen u 5 zkoumaných plavců, asymetrie ramen může být způsobena nevhodnou technikou při plaveckém způsobu kraul, kdy plavec neprovádí kombinaci dýchání na obě strany, ale upřednostňuje k nádechu pouze jednu stranu. Dýchání na obě strany lépe podporuje symetrii (Laughlin & Delves, 2006). Při hodnocení břicha a sklonu pánve jsme zaznamenali lehké odchylky od normálu, a to zejména mírné zvětšení bederní lordózy a lehké vyklenutí břišní stěny. Tyto symptomy mohou poukazovat na dolní zkřížený syndrom. V rámci tohoto syndromu dochází ke zkrácení flexorů kyčelního kloubu a vzpřimovače trupu v bederní a křížové oblasti. Oslabeným svalstvem se pak stávají svaly hýžděvé a svaly břišní (Janda, 1982).

Při hodnocení dolních končetin byly diagnostikovány ploché nohy u 4 zkoumaných plavců, což může způsobovat zvýšený rozsah kloubní pohyblivosti v oblasti hlezenního kloubu. U mladých plavců se v této oblasti může vyskytovat také snížená mobilita, stabilita a síla (Novotný et al., 2009). Z výsledků výstupního testování jsme zjistili, že nedošlo ke zlepšení stavu dolních končetin. Domníváme se, že pro kompenzaci dolních končetin by bylo vhodné zvolit víceúčelový program.

Po aplikování tříměsíčního cvičebního programu dle metody Spirální stabilizace páteře bylo z výsledků výstupního testování patrné, že došlo u všech závodních plavců ke zlepšení držení těla. Smíšek et al. (2018) tvrdí, že metoda spirální stabilizace páteře poskytuje možnost navrátit svalům jejich přirozenou funkci a koordinaci a tím dosáhnout nejen ke správnému držení těla, ale i k zapojení přirozeného pohybu. Při cvičení je používáno speciální elastické lano, které napomáhá aktivaci svalových spirál. Pohyb je prováděn v co největším rozsahu a proti síle, která vzniká díky elasticitě lana. Vznikající síla se tak mění v průběhu pohybu, efektivně posiluje ochablé svaly a protahuje svaly v době, kdy relaxují. Podle výsledků předpokládáme, že plavci domácí přípravu nepodcenili a pravidelně cvičili. Domníváme se, že výběr cvičebního programu byl vzhledem k výstupním výsledkům vhodně zvolen.

Při výstupním pořizování snímků bylo obtížné zajistit shodné podmínky pro focení jako při vstupním testování, neboť tento úkon byl prováděn v covidové době.

## 7 Závěr

První výzkumná otázka zjišťuje zdali se u testovaných plavců objevují odchylky od správného držení těla. Po vstupním testování probandka č. 1, probandka č. 3 a probandka č. 4 vykazovaly hodnoty 3. stupně (vadné držení těla) s mírnými odchylkami dolních končetin, proband č. 5 dosáhl hodnot 3. stupně (vadné držení těla) bez odchylek dolních končetin, probandka č. 2 dosáhla hodnot 2. stupně (dobré držení těla) s odchylkami dolních končetin a proband č. 6 dosáhl hodnot 2. stupně (dobré držení těla) bez odchylek dolních končetin.

Druhá otázka nám pomohla odpovědět, zda navržený cvičební program metodou spirální stabilizace páteře ovlivní držení těla u zkoumaných plavců. Po intervenci došlo na základě výsledků výstupního testování ke zlepšení u všech zkoumaných plavců. Po výstupním testování probandka č. 1, probandka č. 3 a probandka č. 4 dosáhly hodnot 2. stupně hodnocení držení těla (dobré, téměř dokonalé držení těla) s mírnými odchylkami dolních končetin, proband č.5 dosáhl taktéž hodnot 2. stupně hodnocení držení těla (dobré, téměř dokonalé držení těla) bez odchylek dolních končetin. Probandka č.2 zlepšila hodnoty u 3 partií těla, avšak zůstala na 2. stupni hodnocení držení těla. Proband č. 6 dosáhl hodnot 1. stupně hodnocení držení těla (dokonalé držení těla) bez odchylek dolních končetin. Souhrně můžeme říci, že cvičební program u zkoumaných plavců ovlivnil držení těla.

Ověření cvičebního programu můžeme považovat za úspěšné. Podařilo se odstranit svalové dysbalance v oblasti pletence ramenního a v oblasti hrudní, krční a bederní části páteře. Na základě těchto výsledků můžeme tento program doporučit trenérům plaveckých klubů.



## Referenční seznam literatury

- Alter, M. L. (1999). *Strečink: 311 protahovacích cviků pro 41 sportů*. Praha: Grada.
- Batalha, N., Marmeleira, J., Garrido, N., & Silva, A. J. (2015). Does a water-training macrocycle really create imbalances in swimmers' shoulder rotator muscles? *European journal of sport science*, 15(2), 167–172.
- Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení: uvolňovací, protahovací, posilovací*. Praha: Grada.
- Čermák, J., Chválová, O., & Botlíková, V., & Dvořáková, H. (1994). *Záda už mě nebolí*. Praha: Svojtka a Vašut.
- Čermák, J., Chválová, O., & Botlíková, V., & Dvořáková, H. (2000). *Záda už mě nebolí*. Praha: Svojtka a Vašut.
- Dostálová, I. (2013). *Zdravotní tělesná výchova: ve studijních programech Fakulty tělesné kultury*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Dostálová, I., & Sigmund, M. (2017). *Pohybový systém: anatomie, diagnostika, cvičení, masáže*. Olomouc: Poznání.
- Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada.
- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Praha: Grada.
- Dylevský, I. (2019). *Somatologie: pro předmět Základy anatomie a fyziologie člověka*. Praha: Grada.
- Hnízdil, J., Šavlík, J., & Chválová, O. (2005). *Vadné držení těla dětí*. Praha: Triton.
- Holubářová, J., & Pavlů, D. (2019). *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace*. Praha: Karolinum.
- Hošková, B., & Matoušová, M. (2007). *Kapitoly z didaktiky zdravotní tělesné výchovy pro studující FTVS UK*. Praha: Karolinum.
- Hošková, B., & Matoušová, M. (2010). *Kapitoly z didaktiky zdravotní tělesné výchovy pro studující FTVS UK*. Praha: Karolinum.
- Janda, V. (1982). *Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch: určeno pro rehabilitační pracovníky*. Brno: Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků.
- Kabelíková, K., & Vávrová, M. (1997). *Cvičení k obnovení a udržování svalové rovnováhy: průprava ke správnému držení těla*. Praha: Grada.
- Kittnar, O. (2020). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada.
- Kolář, P., Bitnar, P., Horáček, O., Kříž, J., Dyrhonová, O., Adámková, M., ... Zumrová, A. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Kopecký, M. (2010). *Zdravotní tělesná výchova*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Křištofič, J. (2006). *Pohybová příprava dětí*. Praha: Grada.
- Laughlin, T., & Delves, J. (2006). *Plavání Total Immersion*. Praha: Mladá fronta.
- Lewit, K. (1990). *Manipulační léčba v rámci léčebné rehabilitace*. Praha: NADAS.
- Lewit, K. (2003). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. Praha: Sdělovací technika.
- Macejková, Y. (2008). Plavecké zručnosti v plaveckej lokomocii. *Tělesná výchova a šport*, 18(2), 29-32.
- Malátová, R., Polívková, J., Kašparová, K., & Schwachová, N. (2017). *Didaktika zdravotní tělesné výchovy, oslabení pohybové soustavy*. České Budějovice: Jihočeská univerzita.

- Matoušová, M., & Kyrlová, M. (1995). *Zdravotní tělesná výchova: metodické texty pro školení cvičitelů zdravotní tělesné výchovy*. Praha: Onyx.
- Motyčka, J. (2001). *Teorie plaveckých sportů: plavání, synchronizované plavání, vodní pólo, skoky do vody, záchrana tonoucích*. Brno: Masarykova univerzita.
- Naňka, O., Elišková, M., & Eliška, O. (2009). *Přehled anatomie*. Praha: Galén.
- Riegerová, J., Vodička, P., & Vařeková, R. (2003). *Regenerační a sportovní masáže*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Rokyta, R., & Šťastný, F. (2002). *Struktura a funkce lidského těla*. Praha: Tigris.
- Smíšek, R., Smíšková, K., & Smíšková, Z. (2015). *Spirální stabilizace páteře: léčba a prevence bolestí zad*. Praha: Richard Smíšek.
- Smíšek, R., Smíšková, K., & Smíšková, Z. (2018). *Svalové řetězce 3: spirální stabilizace páteře: manuální příprava, pohybová léčba výhřezu meziobratlového disku bez operace, potíží po operacích páteře, skoliózy bez korzetu a operace*. Praha: Richard Smíšek.
- Smíšek, R., Smíšková, K., & Smíšková, Z. (2019). *Spirální stabilizace páteře: léčba výhřezu meziobratlového disku a skoliózy*. Praha: Richard Smíšek.
- Stackeová, D. (2012). *Cvičení na bolavá záda*. Praha: Grada.
- Šifta, P. (2018). *Obecná kineziologie*. Liberec: Technická univerzita.
- Tlapák, P. (2007). *Tvarování těla pro muže a ženy*. Praha: ARSCI.
- Trojan, S. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada.
- Véle, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton.

## Internetové zdroje

- Novotný, J., Hrazdira, L., Bernaciková, M., Sebera, M., & Chaloupecká, A. (2009). *Kapitoly sportovní medicíny: Plavání*. Dostupné z <https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/index.html>.
- Zháněl, J., Hellenbrandt, V., & Sebera, M. (2014). *Metodologie výzkumné práce*. Dostupné z [https://is.muni.cz/el/1451/jaro2017/nk2019/um/Zhanel-metodologie-vyzkumne-prace\\_2014.pdf](https://is.muni.cz/el/1451/jaro2017/nk2019/um/Zhanel-metodologie-vyzkumne-prace_2014.pdf).

## Příloha č. 1



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

### Informovaný souhlas účastníka výzkumu:

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se zásadami etické realizace výzkumu<sup>1</sup> Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce.

**Název projektu:** Navržení a ověření cvičebního programu pro závodní plavce v kategorii mladšího dorostu dle metody Spirální stabilizace páteře.

**Řešitel projektu:** Bc. Martina Landauerová, email: marti.landauerova@gmail.com

**Název pracoviště:** Katedra tělesné výchovy a sportu, Pedagogická fakulta Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

**Vedoucí práce:** doc. PhDr. Renata Malátová, Ph.D.

**Cíl výzkumu: diplomová práce**

**Popis výzkumu:** Zkoumané osoby budou přímo zapojeny do výzkumu. Budou testovány pomocí standardizovaného testování zaměřeného na držení těla. Mezi vstupním a výstupním vyšetřením bude aplikován cvičební program na dobu tří měsíců, který bude probíhat po dobu dvou týdnů společně a poté v domácím prostředí probandů 6x týdně. Cvičení nebudou nijak více fyzicky náročná, rizika téměř žádná. Fotografie probandů budou použity s jejich souhlasem a jejich jména nebudou zveřejněna. Při zpracování

a výsledků výzkumu bude brán ohled na ochranu osobních údajů zkoumaných osob. Celý výzkum bude anonymní povahy. Zúčastnění výzkumu je naprosto dobrovolné. Proband může kdykoliv bez udání důvodu výzkum opustit.

---

<sup>1</sup> Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 2016/679 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (obecné nařízení o ochraně osobních údajů) a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jimiž jsou zejména Helsinská deklarace přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964, ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013), zákon č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zákon o zdravotních službách), ve znění pozdějších předpisů, zejména ustanovení jeho § 28 odst. 1, a Úmluva na ochranu lidských práv a důstojnosti lidské bytosti v souvislosti s aplikací biologie a medicíny: Úmluva o lidských právech a biomedicině publikované pod č. 96/2001 Sb. m. s., jsou-li aplikovatelné).



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**Prohlášení a souhlas účastníků s jejich zapojením do výzkumu:**

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl/a možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal/a jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl/a jsem poučen/a o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí resp. mého dítěte.

Jméno a příjmení účastníka:..... Datum narození:.....

Adresa trvalého bydliště účastníka:.....

Podpis účastníka: .....

Jméno a příjmení zákonného zástupce: .....Datum narození:.....

Adresa trvalého bydliště zákonného zástupce:.....

Vztah zákonného zástupce k účastníkovi:.....

Podpis zákonného zástupce:.....