

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

HODNOCENÍ FUNKČNÍHO STAVU SVALOVÉHO APARÁTU U HRÁČŮ  
LEDNÍHO HOKEJE

Bakalářská práce

Autor: Marek Kaluža

Vedoucí bakalářské práce: PhDr. Dr. Sigmund Martin, Ph.D.

Olomouc 2019

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno a příjmení autora:** Marek Kaluža

**Název závěrečné práce:** Hodnocení funkčního stavu svalového aparátu u hráčů ledního hokeje

**Pracoviště:** KRL/FTK UP Olomouc

**Vedoucí:** PhDr. Dr. Sigmund Martin, Ph.D.

**Rok obhajoby:** 2019

### **Abstrakt:**

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit funkční stav pohybového aparátu u mladších hráčů ledního hokeje ve věku 10–14 let. Celkem jsme vyšetřili pětasedmdesát hokejistů a padesát nesportovců, se kterými jsme výsledky porovnávali. Měření probíhalo v dubnu a květnu roku 2018. U hokejistů tato měření probíhala na hokejovém kempu ve Vyškově po dobu 3 dnů, aby byl zajištěn počet pětasedmdesáti probandů. U nesportovců jsme měření prováděli na ZŠ. Testy, prováděné na probandech ke zjištění svalových zkrácení, pohybových dysbalancí a stereotypů, jsme prováděli na základě metodiky Dostálové (2006). Naměřené výsledky jsme rozdělili do tabulek, porovnali mezi sebou dané dvě skupiny a zapsali do grafů, u kterých jsme výsledky popsali.

**Klíčová slova:** tělesný rozvoj, pohybový systém, svalové dysbalance

**Author's first name and surname:** Marek Kaluža

**Title of the master thesis:** Evaluation of the functional condition of muscle apparatus in ice hockey players

**Department:** KRL/FTK UP Olomouc

**Supervisor:** PhDr. Dr. Sigmund Martin, Ph.D.

**The year of the presentation:** 2019

**Abstract:**

The main aim of this bachelor thesis was to evaluate the functional state of the locomotive apparatus in youth categories U10–U14. In total, we examined seventy-five hockey players and fifty non-athletes with whom we compared the results. The measurements took place in April and May 2018. For ice-hockey players, these measurements took place at the ice-hockey camp in Vyškov for 3 days to ensure the number of seventy-seven probands. For non-sportsmen, we performed measurements at primary schools. Tests carried out on probands to detect muscle shortening, movement imbalances and stereotypes were performed on the basis of Dostál's methodology (2006). We divided the measured results into tables, comparing the two groups with each other and writing them into graphs for which we described the results.

Key words: physical development, musculoskeletal system, muscle imbalance.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně. Všechny zdroje, literaturu, které jsem při vypracování používal, nebo z nich čerpal, v práci řádně cituji s uvedením úplného odkazu na příslušný zdroj.

Děkuji: PhDr. Dr. Sigmund Martin, Ph.D.

Dne: 20.4.2019

# OBSAH

1	ÚVOD .....	1
2	CHARAKTERISTIKA TĚLESNÉHO ROZVOJE (VÝVOJE) .....	2
3	POHYBOVÝ SYSTÉM .....	6
4	SVALOVÝ SYSTÉM .....	15
5	SVALOVÁ DYSBALANCE .....	19
6	ZATÍŽENÍ V LEDNÍM HOKEJI Z FYZIOLOGICKÉHO HLEDISKA.....	28
7	CÍL.....	31
8	DISKUZE.....	39
9	SOUHRN.....	41
10	SUMMARY .....	43
11	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK .....	45
12	REFERENČNÍ SEZNAM .....	46

# 1 ÚVOD

Ve své bakalářské práci se chci zabývat tématem hodnocení stavu svalového aparátu u mladších hráčů ledního hokeje.

Toto téma jsem si vybral z důvodu, že hraji hokej od 3 let. Na vysoké úrovni se pohybuji od 16 let. V ledním hokeji jsem se setkal s velkým množstvím různých svalových dysbalancí a zranění. Sám jsem měl dvě těžká zranění a od té doby jsem změnil svůj životní styl a také jsem se více začal věnovat svému pohybovému systému. Proto jsem se rozhodl dělat různé testování a chtěl bych poukázat na výsledky daných měření, diagnostik a vyšetření, na mnohé nedostatky u tak mladých hokejistů.

Chtěl bych svou práci ukázat, ať trenérům či rodičům, že by měli dbát na základní věci, které každý špičkový hokejista potřebuje. Svými výsledky bych chtěl poukázat na různé nedostatky svalového aparátu.

## **2 CHARAKTERISTIKA TĚLESNÉHO ROZVOJE (VÝVOJE)**

Rozvíjení člověka, tzv. ontogenetického vývoje, začíná početím vajíčka v těle a poté se postupným rozvojem v devíti měsíčním cyklu zrodí život. Ontogenezi neboli vývoj můžeme popsat jako průběžnou a relativně neznámou kvalitativní a kvantitativní obměnu organismu v časových horizontech.

### **Charakteristika jednotlivých období**

Somatický růst poukazuje na zdravotní stránku člověka a populace. Zdravotní stav je řízen geneticky, na tělo působí spousta hormonů, ale také je naše tělo ovlivňováno působením vnějšího prostředí. V neposlední řadě je důležité dbát na správnou výživu, čímž chráníme tělo před veškerými chemickými a životu neprospívajícími látky, které se přidávají do stravy. Tím umožňujeme tělu zdravý růst a vývoj. Většina doktorů, biologů a pedagogů se snažila klasifikovat lidský věk do období s přesně stanoveným vývojem, bohužel každé tělo jedince se vyvíjí svým ojedinělým způsobem, nelze tak přesně určit hranice. Velký význam u vývoje tvoří genetický vývoj, který je dán u jedince dědičtívím po svých rodičích. Dále na dítě působí jeho etnika. Velkým rozdílem je, zdali se narodíme v Evropě či Africe, protože v Africe žijí černoši, je zde velký hladomor, děti jsou často vychrtlé, hladové a velice slabé. Proto si dovoluji říci, že vývojové období je hlavně orientační a může být stanoveno na základě konvence (Riegrová, Přidalová, a Ulbrichová, 2006).

Celý vývoj jedince můžeme charakterizovat v určitých časových obdobích. Určujeme je podle znaků tělesného, emocionálního, sociálního, pohybového a mentálního vývoje. Dělení lidského období na fáze v principu neexistuje. Je to dáno tím, že každý jedinec je jiný, nikdo na Zemi není stejný, ale v daných etapách života se ve stejném věku mohou v základních věcech shodovat, a to pomalým a plynulým vývojem. Každý je specifický něčím jiným (Zapletalová, 2002).

V mé bakalářské práci se zaměřuji na mladé hokejisty. Můžu je charakterizovat jako děti ve věku od 6 až 17 let. Tělesný vývoj se obměňuje v postupné dospívání. Jedinec se začíná vyvíjet pohybově, fyzicky, sociálně a psychicky. Ve své práci popíšu motorický a tělesný rozvoj u jednotlivých věkových kategorií. Musíme dávat pozor, protože svalové funkce v tomto věku může mít každý jedinec zcela jiné. Ať už je to silou

svalového aparátu, flexibilitou či délkou zkráceného svalu, které všechny působí na pohybovou aktivitu sportovce.

Období	Používaná konvenční hranice	Biologické vymezení
<b>PRVNÍ DĚTSTVÍ (Infans I)</b>	končí v 7 letech	po prořezání M1
novorozenec	28 dní	od přestřižení pupečního provazce do zahojení pupeční jizvy
kojenec	12 měsíců	jen několik měsíců, do prořezání prvního zubu, asi 6 měsíců
Batole	od 1 roku do 3 let	růst mléčného chrupu, motorický vývoj, ovládnutí chůze
předškolní věk	od 4 do 6–7 let	změna postavy, první vytáhlost
<b>DRUHÉ DĚTSTVÍ (Infans II)</b>	končí ve 14–15 letech	do prořezání M2
mladší školní věk	od 6–7 do 11 let	růst trvalého chrupu, první známky sekundárních pohlavních znaků
starší školní věk	od 11–15 let	dospívání – puberta (menarche, poluce), druhá změna postavy
<b>DOSPĚLOST dorostenecký věk (Juvenis)</b>	od 15–18 let	od dosažení pohlavní dospělosti adolescence (mladistvá dospělost)
plná dospělost (Adultus)	do 30 let	zakládání rodiny, vrchol tělesné výkonnosti
zralost (Maturus I)	do 45 let	psychické zrání, počátek regrese morfologických znaků
střední věk (Maturus II)	do 60 let	vrchol psychické výkonnosti, pokles tělesné výkonnosti
stárnutí (Presenilis)	do 75 let	involuční změny, biologické „předpolí“ stáří
stáří (Senilis)	do 90 let	stařecké změny fyzické i psychické
kmetský věk	nad 90 let	

Obrázek 1. Dělení lidského věku (Riegerová, 2004)

### **Předškolní věk (4 až 6 let)**

Jedinec se v tomto období naučí samostatných pohybů končetin a trupu. Chůze se stává plynulou a paže při chůzi mají opačnou práci, to znamená, že nejdou stejně, ale opačně. Běh se v tomto věku stává téměř dokonalým, ale dítě neumí pracovat se svou „trénovaností“. Dítě je téměř neúnavné. Zvládá různé skoky přes lavičky, nebo různé hry pro rozvíjení skoku. Hody míčem jsou zvládnuté a přidává se k tomu i schopnost míč chytit. Svaly jsou velice flexibilní (elastické). V tomto věku je jedinec označován za vytrvalce. Platí zde vysoká míra pohybové aktivity. V ledním hokeji se v tomto věku děti učí, jak zvládat techniku bruslení, osvojují si zde nové prvky. Začínají synchronizovat práci nohou s vedením kotouče na holi.



### **Mladší školní věk (6–7 do 11 let)**

V období průběhu mladšího školního věku dochází ke změnám tělesného růstu. Můžeme říci, že v tomto věku a období je tělesný růst relativně rovnoměrný a plynulý, ale v původu a na konci období můžeme zaznamenat výraznější změny (Langmeier a Krejčířová, 1998).

V celém období prochází dítě souvislým růstem vnitřních orgánů. Dochází k viditelným změnám vzhledu těla. Velmi elastická a jemná jsou kloubní spojení i přesto, že probíhá osifikace (okostnění) prudkou rychlostí. Zvětšují se také plíce, vitální kapacita a krevní oběh (Perič, 2008).

Dle Langmeiera a Krejčířové (1998) a Říčana (2004) dnešní chlapci i dívky jsou v průměru vyšší a silnější než děti před třiceti lety.

Říčan (2004) tvrdí, že chlapci v tomto stádiu vyrostou ze 117 centimetrů na 145 centimetrů. Za to dívky ve stejném věku v průměru vyrostou asi o jeden centimetr více než chlapci. Tělesná hmotnost se v tomto stádiu zvětší asi o 15 kilogramů. Chlapci, kteří mají 22 kilogramů, by měli mít okolo 37 kilogramů a dívky, i přestože mají rozšířenější pánev a větší množství podkožního tuku než chlapci, váží zhruba o 1,5 kilogramu více. Taktéž se mění tvar obličeje, funkce a postavení čelisti, vyvíjí se i druhý chrup.

Dítě povyroste asi o 4–6 centimetrů a nabere 1,5–2 kilogramy za rok. Hlava tvoří asi jednu šestinu délky celého těla. Jako první se protáhnou horní a dolní končetiny. Velice důležité pro tento věk v ledním hokeji je, aby se dbalo na koordinaci, protože se může s přibývajícím vahou a výškou zhoršovat technika bruslení a také již zmíněná koordinace. Mění se také těžiště. V 8 letech tvoří asi 27 % celkové váhy svalstvo. Na rozlišení od dospělého člověka má hrudní koš dítěte tvar okrouhlý. Dívky v této době stádia dokazují, že zvládnou mnohem lépe a ekonomičtěji ovládat svou sílu, chlapci prokazují lepší výsledky ve vytrvalosti, avšak jim moc nejdou motorické dovednosti pohybů.

### **Starší školní věk (11–15 let)**

Dělíme jej na dvě stádia. Období prepubescence a puberty. Pohybová aktivita v prepubescenci je stále vysoká, v pubertě se ovšem snižuje a trvá okolo 4 hodin denně. V pubertě probíhá nerovnoměrný růst, zhoršuje se motorika, koordinace, vysoké svalové kontrakce. Má vliv na zrychlení růstu. V motorickém rozvoji probíhají sexuální změny a diferenciaci (Riegerová, 2006).

Jedinci se v pubertě mnohem rychleji vyvíjejí. Hlavními znaky jsou vývoj tělesné výšky a hmotnosti. Pro pubertu je typický nerovnoměrný růst. Končetiny rostou daleko rychleji než trup. Růst do výšky je daleko rychlejší než růst do šířky. Tělo se v tomto období patřičně zesiluje. Proto se díky této rychlosti růst mění, tělo má větší problémy s motorickou činností. Dochází k různým poruchám v pohybovém systému. Správné držení těla je velice důležitou etapou v tomto období dospívání (Perič, 2008).

Dle Hájka (2001) se narušuje dynamika, zato pohyby jsou více kontrolované, ale v pomalejším provedení. Na vývoj motoriky působí velmi negativně. Pohybové prvky vypadají křečovitě a neurovnaně.

Znaky v tomto období jsou: změny nálad, impulzivita vůči autoritám, nestálost, nízká fyzická aktivita a pohodlnost. Jedinci musí být neustále něco připomínáno. Naopak ve fázi tréninkové jednotky nebo v hokejovém utkání probíhá změna vlastností jako: vůdcovství, motivace, prosazení (Langmeier a Krejčířová, 2006).

### **Dospělost (16 a výše)**

V tomto období se růst do výšky téměř zastavuje a s přibývajícím počtem let se zastaví úplně. Dorůstá trup a dokončuje se vývoj tělesné a psychické stránky.

Svalové funkce se zdokonalují, cvičením se naše svaly zpevňují a zesilují. Flexibilita už není tak elastická, ale každodenním cvičením a protahováním udržujeme délku svalu a můžeme tím zabránit různým zkrácením (Langmeier a Krejčířová, 2006).

### 3 POHYBOVÝ SYSTÉM

Pohyb je nejzákladnější projev lidské motoriky už od narození. Je to dlouhý proces zrání a učení v průběhu celého lidského života. Tato vlastnost začíná malými pohyby po narození, ať už se jedná o nepatrné pohyby hlavou, rukou, natažení nohou až po plynulý běh, jízdu na kole, skok do výšky.

Pohyb je jedním z nejdůležitějších činitelů, který působí na lidskou osobnost a utváří ji. Velmi pozitivně podporuje sociální, duševní i fyzické zdraví a je jedním z hlavních projevujících způsobů člověka. Pohyb nám umožňuje opuštění místa a přesun jednotlivých částí lidského těla na místo jiné.

Pohybový systém je tvořen z jednotlivých částí, ale pokaždé funguje jako celý systém. Pohybový systém je tvořen z různých částí, ale vždy pracuje nebo se přesouvá jako celek. Jedna část následuje druhou a tím vzniká pohyb, který lze rozčlenit na jednotlivé systémy (Véla, 1997). Uvádí dvě složky: aktivní a pasivní. Nynější rozdělení podle Pastuchy a kol. (2011) má primární složky pohybového systému:

Systém řídicí nervový systém obstarává tvorbu a vedení pohybových vzorců podle aferentní signalizace z receptorů, které zpět posílají zprávu o podmínkách prostředí, na které nervový systém reaguje celkovým pohybem.

- systém výkonný – svalový systém, který reaguje na podnět přeměnou chemické energie na energii mechanickou, touto přeměnou se pohybové úseky dají do pohybu nebo se udržují ve stabilizované poloze
- systém podpůrný – tento systém reprezentují kosti, klouby a vazy, pomocí stavu svalů se změní postavení části těla a realizuje se samotný pohyb
- systém zásobovací – cévy; pro zachování konstantnosti vnitřního prostředí je důležité zásobení potřebnými látkami.

Dané systémy nelze od sebe oddělovat, jinak by nemohl fungovat hybný systém, který je označován jako komplexní celek neboli nervomotorická jednotka. Pohyb je řízen na základě přenosu informací z centrálního nervového systému k určitému svalu, prosté řízení svalů je obousměrný přesun informací mezi centrální nervovou soustavou a řízenými funkčními jednotkami. Vedený pohybový záměr je označován jako řízený pohyb. Proprioreceptory z hlediska řízení pohybové a také posturální funkce hrají podstatnou roli z důvodu přenesení informace o poloze a pohybu. Dávají signál o změně

polohy určitých částí těla. Mají vliv na odezvu tlaku a tahu (Beránková, Grmela, Kopřivová & Sebera, 2012).

### **Tkáně pohybového systému**

Biomechanické, biologické a patofyziologické rysy dílčích podsystemů pohybového systému, jako komplexu stanovujícího především fyziologické a anatomické vlastnosti tkání, z nichž se tento systém skládá. S kostrou pohybového systému nejvíce participuje svalová, pojivá a nervová tkáň (Dostálová & Sigmund, 2017).

### **Pojivová tkáň**

Skládá se z buněk fibroblastů a mezibuněčné amorfní hmoty, kde se objevují vláknité formace fibrily. Je schopna propojit různé útvary a je páteří měkkým složkám těla. Čihák (2011) rozlišuje zastoupení jednotlivých stavebních složek a typů vlastností amorfních mezibuněčných hmot do tří typů:

- vazivová tkáň – vazivo;
- chrupavčitá tkáň – chrupavka;
- kostní tkáň – kost
- klouby

Dylevský (2011) zahrnuje do pohybového systému:

Kosti – Osteoblasty způsobují vytváření mezibuněčné látky kostní tkáně, tvoří také vlákna a amorfní hmotu. Velmi se podílí na účasti její mineralizace. Osteocyty nejsou schopné podstatného vytváření mezibuněčné hmoty, a to z důvodu, že jsou utěsněné v základní hmotě.

Klouby jsou spojením dvou a více kostí. Jejich význam je rotace a ohyb v kloubním spojení. Klouby by nemohly fungovat bez chrupavky, které je výstelkou mezi třecími klouby. Nedochozí tím k narušení kosti a okolních spojení. Konce kostí spojuje kloubní pouzdro.

Vazivo členíme na řídké kolagenní vazivo, tuhé kolagenní vazivo, vazivo elastické, vazivo tukové a vazivo lymfoidní.

Řídké kolagenní vazivo máme v pohybovém systému méně zastoupené. Je velice důležité pro vyplňování prostoru mezi svalovými vlákny a kosterních svalů. Je

nosníkem pro nervy a cévy svalů. Odolnost řídkého kolagenního vaziva je minimální, protože je velice jemné a může dojít k jeho poškození.

Tuhé kolagenní vazivo se dělí na uspořádané a neuspořádané:

- typickým představitelem pro neuspořádanou vazivovou vrstvu kůže, z důvodu její velké odolnosti a elasticity;
- naopak uspořádané vazivo se spojuje a udržuje v kloubních spojeních, bez kterých by kloub nebyl stabilní. Pokud by tyto vazy nespojovaly kloubní spojení, nebo došlo k jejich nenávratným poškozením, musí se řešit operativně. Vyskytuje se hrozba artrózy;
- vazivo elastické – výskyt v kostní třeni, mízních uzlinách a slezině, retikulární;
- vazivo tukové – převaha tukových buněk adipocytů, aktivní podíl na syntéze tuků z cukrů a ukládají ho v cytoplazmě, okolo ledvin, pod kůží a v hlubokých tělních partiích;
- vazivo lymfoidní – tvořeno retikulárními vlákny s lymfocyty a pomocí fagocytární schopnosti vytvářejí jádro mízních uzlin;
- chrupavka – je označovaná jako podporující pojivová tkáň s rysy, které splňují dané mechanické požadavky na pružnost a pevnost, chrupavku tvoří chrupavčité buňky chondrocytů a amorfní mezibuněčné hmoty, kde jsou uloženy vazivové fibrily.

Čihák (2011) rozlišuje chrupavky dle typu a uložených fibril:

- chrupavka sklovitá – hyalinní, tvrdá, ale velice křehká, chrání kloubní zevnějšky kostí, dále tvoří většinu nosního skeletu a chrupavky dýchacích cest;
- chrupavka vazivová – fibrózní, velice odolná proti tahu a tlaku, v lidském těle tvoří meziobratlové ploténky, stydkou sponu a kloubní destičky;
- chrupavka elastická – hlavní stavební jednotka ušního boltce a hrtanové příklopky, je velice pružná.

### **Svalová tkáň**

Patří do podpurně-pohybového systému, v němž provádí výkonnou jednotku. Provedení pohybu je hlavním rysem svalové tkáně, kde to není pouze pohyb organismu v prostoru, ale také jednotlivých orgánů a jejich částí. Kontraktibilita – stažlivost je specifickou vlastností svalové tkáně, která je produkována nitkovými útvary myofibrilami, které

najdeme v protoplazmě svalových buněk. Pro pohyb člověka v prostoru platí základní skupiny svalové tkáně (Dostálová & Sigmund, 2017):

- excitabilita – vzrušivost a dráždivost svalové tkáně přijímat a reagovat na podněty;
- kontraktibilita – schopnost stahovat a zkracovat sval, tím vytvářet pohyb a sílu;
- extenzibilita – vlastnost buňkové stěny, schopnost natahovat neboli roztažitelnost svalu, tzv. protažení;
- elasticita – závisí na struktuře buněčné membrány, ve stavu uvolnění, vrácení se do původního stavu (Přidalová & Riegerová, 2002).

Rozeznáváme tři typy svalové tkáně, které jsou rozděleny podle stavby a funkce (Dylevský, 2011; Gannong, 2005; Trojan et al., 2003):

- hladká svalová tkáň – tvoří ji vřetenovité protáhlé buňky myocyty; stěna žaludku, močového měchýře, střev, stěny cév apod. jsou skládány z hladké svaloviny, inervace je tvořena vegetativními nervy a není možné ji ovládnout vůlí;
- srdeční svalová tkáň – příčně pruhovaná svalová tkáň, která tvoří střední vrstvu srdeční stěny, síťovité poskládání uskutečňuje správné vedení vzruchu celým srdcem, který způsobuje systolu a diastolu, autonomní nervy vyvolávají inervaci, kvůli které občas dochází k tachykardii nebo bradykardii srdeční činnosti;
- příčně pruhovaná svalová tkáň – hlavní částí jsou označována mnohojaderná svalová vlákna, která se tvoří do samostatných snopců propojených jemným vazivem, jsou základem kosterních svalů, které jsou ovládnutelné vůlí, protože je dokážeme řídit mozkiem.

Kosterní svalovina, jinak příčně pruhovaná svalovina, je společně s klouby a kostmi hlavním rysem podpůrně-pohybového systému. Lidské tělo obsahuje celkem 233 kostí a 600 svalů, přičemž většina z nich je párových (Trojan, et al., 2003). Trojan (2003) také uvádí, že celková síla všech svalů lidského těla má hodnotu 250 000 N (newtonů). Stisk ruky má hodnotu pouze 500 N a u žen je to ještě o třetinu méně. Tělesná hmotnost je z 36–40 % tvořena kosterní svalovinou.

Průměrně 43 % tvoří podle Melichny (1990) kosterní svalovina u zdravých dospělých mužů z celkové tělesné hmotnosti organismu. Rozdělení svalstva kosterní hmotnosti organismu lze rozdělit podle partií, přičemž 56 % jsou dolní končetiny, 28 % horní

končetiny a konečnou část 16 % svalstvo nacházející se v oblasti hlavy, krku a trupu (Riegerová & Přidalová, 2002).

Ve svalu se nacházejí biomechanické veličiny, ze kterých je kosterní sval tvořen tj. 75 % voda, 24 % organické látky a 1 % anorganické látky. Organické látky jsou především červené krevní barvivo myoglobinu s předností vázat kyslík, kontraktilní bílkoviny aktin a myosin, svalové enzymy, glykogen a makroergní fosfáty. Ionty draslíku a vápníku z anorganických látek se podílejí na svalovém procesu relaxace a svalové kontrakci. Nejdelší kosterní sval může měřit až 40 cm a skládá se z několika svalových vláken (Melichna, 1990).

### **Kontrakce svalového aparátu**

Aktin a myosin jsou bílkoviny, které realizují kontrakce sarkomery. Aktin je bílkovina, která má propletený řetězec. Aktinové filamentum je vytvářeno spirálovitě stočenými řetězci, které mají tenký tvar a ve střední části jsou připojena k Z linii. Naproti nim jsou myozinová filamenta velice silná. Aktinové filamentum je obalené tropomyosinem a každých 40 nm je současně připojena molekula troponinu. Pokud nervový systém vyvolá kontrakci nějakým podnětem, tak se oba proteiny zasunují mezi sebe, tím mezi myosinem a aktinem vzniknou příčné můstky a zkracuje se svalové vlákno (Dylevský, 2011).

Svalová tkáň funguje na principu CNS vysíláním kontrakce a tím se podílí na pohybu a jiných pohybových činnostech.

### **Zdroje energie pro svalovou práci**

Adenosintrifosfát (ATP) je pro kosterní sval základním energetickým zdrojem. Zásobou ATP plynoucí svalovou prací je aerobní oxidativní fosforylace. U krátkodobých zatížení do 40 sekund se využívá anaerobní glykolýza. Veškeré zdroje ATP ve svalu jsou relativně nízké a přidává se reakce adenosindifosfátu (ADP) s kreatinfosfátem (CP). U svalové práce je CP využíván z 75 % z krve, kde se odbourává z volných mastných kyselin (Trojan et al., 2003). U krátkodobé svalové práce je hlavním zdrojem energie glukóza. Naopak u práce dlouhého charakteru je zdrojem energie glykogen. Sval pro svalovou kontrakci získává energii pomocí resyntézy ATP, kterou rozdělujeme podle rysů do čtyř skupin (Melichna, 1990):

- produkce ATP z CP, tzv. Lohmannova reakce;
- produkce ATP ze dvou molekul ADP, tzv. myokinázová reakce;

- produkce ATP při anaerobní glykolýze sacharidu (glukóza, glykogen), kyselina mléčná je cílovým produktem;
- produkce ATP v aerobním cyklu kyseliny citrónové, tzv. Krebsův cyklus (glukóza, lipidy, glykogen, aminokyseliny).

U každé metabolické činnosti pro vznik energie pro svalovou buňku, ovlivňuje konečné kvantum živin, které se v daný moment nachází ve svalu, a jsou připravené k použití (kreatinfosfát, volné mastné kyseliny, svalový glykogen apod.). Důležitá je v procesu svalové práce činnost svalových enzymů, které mají podíl na katabolických procesech. Neurohumorální regulační mechanismy působí na metabolické pochody v pracujících svalech. Svalová vlákna se ve většině případů označují nebo popisují základními pojmy, ale každý sval se liší svou heterogenní populací vláken s pásmem mikroskopických, histochemických a fyziologických funkcí (Dostálová & Sigmund, 2017). Přidalová a Riegerová (2002) vytyčují čtyři druhy svalových vláken:

Pomalá červená vlákna – slow oxidative (SO) – typ I, převládá pomalý pohyb, jsou velmi tenká a obsahují velké množství myoglobinu a mitochondrií, naopak obsahují méně fibril. Delší doba kontrakce, ve které se udržuje svalový tonus, mající tonická vlákna (slow fibres), která jsou odolnější proti svalové únavě. Velmi dobré uplatnění ve statických a polohových funkcích, ale i u vytrvalostní činnosti, protože jsou málo unavitelná.

Rychlá bílá vlákna – fast oxidative and glycolytic (FOG) – typ II A, zahrnuje méně mitochondrií, ale více myofibril. Mají schopnost urychlující chemické reakce v organismu k velmi rychlým kontrakcím realizovat velikou silou po nedlouhou dobu. Slouží pro používání svalů zajišťující rychlý pohyb, který je vykonán velkou silou. Méně unavitelná, můžeme je pojmenovat také jako fázická vlákna (twitch fibres).

Rychlá červená vlákna – fast glycolytic (FG) – typ II B, obsahuje nízký počet myoglobinu, oxidativních enzymů a kapilár. Vyznačuje se velkým množstvím objemu. Kvůli velmi rozvinutému sarkoplazmatickému retikulu a velké činnosti vápenatých a hořečnatých iontů. Tyto vlákna mají velice rychlý stah prováděný maximální silou. Tyto vlákna jsou vůči únavě velice odolná.

Přechodná vlákna – fast intermediate (FI) – typ III, tyto vlákna jsou podpůrným podnětem všech tří předchozích vláken, postupem času se dle Melichny (1990) v rámci ontogeneze, které nazývá jako vlákna embryonální (typ II C), upínají na jeden z předchozích typů.



Zastoupení svalových vláken se může u každého člověka lišit, je to ve většině případů dané genetickým vývojem jedince. Svou roli může hrát i prostředí, z důvodu rozvíjení svalových vláken. Každý člověk má v těle různou převahu určitých vláken a díky tomu se může uplatnit v určitém sportu. Pro posturální funkční postavení jsou žádoucí pomalá červená (tonická) svalová vlákna s pomalou kontrakcí, naopak pro fázi plnění jsou nejvhodnější vlákna přechodného typu nebo bílá s pohotovým systémem kontrakce. U vytrvalostního zatížení malé síly dochází k aktivování pomalých svalových vláken ve svalu. U vyšší intenzity dochází k zapojení vláken od pomalých červených vláken přes přechodná vlákna po vlákna rychlá glykolická (Dostálová & Sigmund, 2017).

### **Nervová tkáň**

Fyziologickým jádrem působení nervové tkáně je způsobilost přijímat, vést a vytvářet vzruchy. Nervová buňka neuron je hlavní funkčním útvarem.

Nervová buňka neuron se skládá z výběžků axonů a dendritů, tělo je buněčného rázu. Díky těmto výběžkům axonů a dendritů, které se propojují, ve spojích vznikají synapse, a tím je vyvolán přenos nervových vzruchů. Dendrity vedou vzruchy aferentně, tzv. přijímač vzruchů má krátké výběžky, které jsou rozvětvené a vedou vzruch. Dále mají dendrity na povrchu trny, zajišťující modulaci postsynaptické kapacity při přechodu ze synapse na dendrit (Schreiber et al., 1998). Axon je velmi tenký, dlouhý, větví se na konci a vzruchy vede z buňky, eferentně. Vedle vzruchů je jeho součástí a hlavním rysem přenos daných látek z těla nervové buňky do distálního úseku axonu.

Transport vzruchů z určité buňky na druhou buňku se provádí synaptickými spojeními často chemicky. Chemický mediátor se poutá na receptory na zevnějšku buňky a startuje děje rozvíjející nebo ukončující kanály v její membráně.

### **Nervosvalový přenos vzruchů**

Axony zásobují nervovými vlákny vlákna kosterního svalstva, kde se na konci svého ukončení velmi větví a mizí jím myelinová pochva. Váčky s mediátorem acetylcholinu jsou na konci rozvětvené. Do prohlubně v motorické ploténce tyto nervová ukončení zapadají. Motorická ploténka je také silnější částí povrchové membrány svalové buňky při spojení s nervem. Jedno svalové vlákno se může uchytit jen na jedné nervosvalové ploténce (Dostálová & Sigmund, 2017).

Síla nervového vlákna, pokud jsou pokryta myelinovou pochvou, tak je na nich závislá vodivost nervových vláken a rychlost vedení vzruchu. Ranvierovy zářezy se velmi

výrazně podílí na rychlosti vzruchů, je to opakující se děj místa pozastavení myelinové pochvy. Pokud máme větší průměr nervosvalového vlákna větší, bude daleko větší rychlost je vedení (Gannong, 2005).

Neurony se mezi sebou propojují a sestavují složité sítě, které jsou spojené s výkonnými orgány, které pojí přijímače (smysly, receptory, čidla) s centrálním nervstvem. Podpůrné gliové buňky se vyskytují v jejich okolí a pro činnost nervových buněk tvoří vhodné prostředí. Kolem jejich výběžků tvoří obaly a zaručují výživu a odvod katabolitů (Dylevský, 2011).

### **Řízení hybnosti**

Vlastnost provést pohyb celého organismu člověka uskutečňujeme po celý život. S vývojem motoriky se rozvíjí i nervová soustava, je to tzv. zrcadlový vývoj. Vyvíjí se od brzkého intrauterinního období (Trojan et al., 2003). Kosterní svalstvo provádí tyto pohybové projevy záměrně. Tato působení plní vždy vše jako celek. Na řízení motoriky člověka se účastní téměř veškeré skupiny centrální nervové soustavy.

Pokud je pohyb pozorován ve fylogenetickém vývoji kategorií platí, že čím těžší pohybové operace provádí, zvyšuje se tím úroveň motoriky. Je potřeba rozeznávat motoriku, která formovala vývin složitější řídicí soustavy. Člověk má tři řídicí kategorie motorické úrovně (Véle, 1997). Výkonové orgány motoriky řídí první spinální úroveň. Subkortikální úroveň motoriky udržuje a nastavuje funkce výše postavené spinální úrovni zjemnění spinálního servomechanismu. Nejvyšším orgánem, který řídí volní motoriku, je kortikální úroveň. Středisko řídicí hybnost je mozeček (Silbernagl & Despopoulos, 2004). Mozeček řídí a vytváří pohybové plány, jako je koordinace a správné držení těla. Tento proces můžeme popsat jako předání informace (mozek) a přijetí informace (svaly), tento proces je obousměrný.

### **Svalový tonus**

Svalový tonus je hlavním činitelem hybnosti, který působí na stupni proprioreceptivních spinálních reflexů a gama systému. Na přenosu informací se podílejí retikulární formace, statokinetické čidlo a mozeček, které na tomto systému, postojových a vzpřimovacích reflexů podílejí. Polohu těla se zajišťující částí reflexivního charakteru řídí centrum mozkového kmene, a hlavně retikulární formací pomocí koordinace postojových, polohových a vzpřimovacích reflexů. Dané zprávy docházejí z proprioreceptorů, exteroceptorů statokinetického čidla aferentními drahami (Trojan et al. 2003).

## **Svalové vřeténko**

Svalové vřeténko je nejdůležitějším proprioreceptivním orgánem svalu. Obsahuje více svalových vláken – infrafuzálních, ty mají vazivové pouzdro. Svalové vřeténko má vřetenovitý tvar vazivově stejné jako normální kontraktivní vlákna, ty známe jako extrafuzální. Systém alfa inervuje extrafuzální vlákna. Protilehlé póly vřeténka spojují infrafuzální vlákna, která regulují změnu napětí ve svalu, přičemž je změna vyvolávána délkou daného svalu. Jsou dvě hlavní odvětví infrafuzálních vláken, které rozdělujeme podle distribuce buněčných jader: vlákna s řetězcem jader – nuclear chain nebo vlákna s jaderným vakem – nuclear bag. Gama-motoneurony vyvolávají motorickou inervaci infrafuzálních svalových vřetének. Tato inervace se používá dvěma způsoby: u kontrakcí povoluje svalu současné zkracování svalových vřetének, tímto uchovává dráždivost u nové délky svalu a způsobuje reflexní kontrakci svalu na stimuly rovnou z gama-motoneuronů. U posturálních reflexů a řízení antigravitačních svalů se hlavně prosazuje „Gama systém“. Je veden hlavními skupinami centrální nervové soustavy – retikulární formací (Schreiber et al., 1998).

## **Motorická jednotka**

Motorická jednotka je hlavním prvkem motoriky. Inervaci komplexu svalových vláken provádí jeden z motoneuronu neboli alfamotoneuron. Je to nejmenší pracující část svalu, která vyvolává kontrakci za aktivace jednoho motorického neuronu. U provedení motorické jednotky se počet svalových vláken snižuje dle typu pohybu. U svalů končetinových nebo zádočných, provádějících pohyby, se počet svalových vláken motorické jednotky pohybuje kolem 150 a více, naopak u svalů, provádějících jemné svalové pohyby, je to v motorické jednotce kolem 8–15. Aferentní a eferentní signalizace se provádí u řízení motorické jednotky, také se uplatňuje nociceptivní, která může motoneuron facilitovat nebo inhibovat (Přidalová & Riegerová, 2002). Její působení může být na motoneurony přímé nebo nepřímé, a to přes kortikální nebo subkortikální struktury.

U svalů se vyskytují dané motorické jednotky tonické a fázické reakce, díky tomu se objevují reakce tonické a fázické. V určitých svalech převládá činnost fázická a u jiných tonická, závisí na tom, do jakého svalového systému se sval řadí (Dobeš, 2011).

## 4 SVALOVÝ SYSTÉM

Podle pohybu určujeme dané svaly, nebo svalové skupiny:

- svaly hlavní – největší měrou se podílejí na provedení pohybu;
- svaly vedlejší – tyto svaly pomáhají svalům hlavním, dokáží je částečně nahradit;
- antagonisty – svaly provádějící pohyb opačný, při pohybech jsou natahovány;
- svaly stabilizační – zajišťují správnou polohu těla, aby byl pohyb proveden správně, sám tento sval pohyb neprovádí;
- svaly neutralizační – u hlavního svalu neutralizují svalovou komponentu druhého směru.

Při provedení daného pohybu je nutná aktivace a koordinace všech svalů, podílejících se na pohybu (Dobešová, 2011; Janda 1996; Přidalová & Riegerová, 2002). Podle Koláře et al., (2009), je pro diagnostické možnosti a možnost ovlivňování důležitým předpokladem úplná znalost svalu. Vychází z funkční jednotky, která je určovaná v centrální nervové soustavě.

### **Funkce svalu**

Pohyb v kosterních spojích tzv. lokomoce je základním úkolem svalové soustavy. Je možná také změna tvaru a velikosti tělních otvorů a dutin. Vzpřímený postoj zajišťuje základní svalové napětí. Svaly obsahují receptory svalového napětí (šlachová tělíska a svalová vřetenka) a jsou zdrojem senzitivních signálů. Bez těchto signálů by tělo nemohlo fungovat, jelikož bez těchto signálů by naše tělo nezvládlo žádný pohyb. Svalová vřetenka a šlachová tělíska informují mozek o poloze jednotlivých kloubů a slouží k plynulému pohybu. Při svalovém zatížení svaly produkují velké množství tepla, čímž v těle cirkuluje krev a napomáhá ke zpětnému návratu do srdce (Čihák, 2002).

Janda (1982) pojmenoval svaly s náklonností útlumu jako svaly převážně fyzické, a svaly, které směřují k hyperaktivitě a ztuhlosti jako svaly převážně posturální.

### **Svaly s posturální funkcí**

Na zemskou přitažlivost zareaguje svalový systém typickým způsobem, a to tím, že je přitahován k zemi. Působí na některá nervová vlákna, která jsou činná při stabilizaci vzpřímeného držení těla neboli postury, a tím zajistí přechod, z různých poloh, na nichž působí zemská přitažlivost. Dané svaly jsou v neustálém napětí. Tato svalová vlákna

jsou méně unavitelná, ale mají větší sklon ke zkrácení. Naproti tomu jsou odolnější vůči zraněním nebo poškozením svalu. Dále mají lepší regenerační způsobilost, a tím i rychlejší obnovu svalového poškození po cvičení. Při pasivním natahování nelze dosáhnout plného rozsahu pohybu v kloubním spojení (Dostálová & Sigmund, 2017).

Každý sval nebo svalová vlákna mají svou délku, ale jsou flexibilní. Protahováním svalu se může jeho délka zvětšovat a je více elasticitní. Stagnace a následné zkrácení svalu je dáno tím, že se sval po dobu delšího časového úseku neprotahoval, tím se způsobí zkrácení svalu, a také je tím dána menší ohebnost v kloubních spojeních. Natahování svalu dle fyziologického hlediska trvá déle oproti zkrácení, je to dáno tím, že každý sval je uzpůsoben k tomu, aby se zkracoval. Posturální svaly se mohou zkracovat také nerovnoměrným cvičením nebo posilováním, pokud není vyváжено. Jestliže se vrcholový sportovec např. hráč ledního hokeje věnuje tomuto sportu od mládí, je jeho dominantní strana, na kterou má držení hole, zkrácená a vznikají různé dysbalance svalové soustavy. Proto je nutné ať už do tréninku nebo po tréninku zařadit určité množství různých kompenzačních cvičení (Kobzová, 1995).

Podle Raševa (1992) dělíme na dvě úrovně svalové zkrácení:

Pokud je sval postupným zatěžováním mírně zkrácen, sval je silnější, tím v kloubním spojení vzniká svalová páka. Pro sval je toto zkrácení efektivnější, protože přenos svalové síly získá výhodnější postavení (polohu).

Velké zkrácení svalu způsobuje horší flexibilitu, tím pádem nemá v dlouhodobém působení takovou sílu.

### **Posturální svaly**

Zdvihač hlavy (m. sternocleidomastoideus), střední a horní část trapézového svalu (m. trapezius), velký prsní sval (m. pectoralis major), zdvihač lopatky (m. levator scapulae), vzpřimovače trupu (m. erector trunci), sval bedrokyčlostehenní (m. iliopsoas), čtyřhranný sval bederní (m. quadratus lumborum), ohybače prstů (m. flexor digitorum profundus), napínač povázky stehenní (m. tensor fascia latae), přitahovač stehna (m. adductor longus), sval pološlašitý (m. semitendinosus), poloblanitý (m. semimembranosus), dvojhlavý sval stehenní (m. biceps femoris), trojhavý sval lýtkový (m. triceps surae). Pro dané svaly je prioritou jejich důkladné protažení (Dostálová & Sigmund, 2017).

### **Svaly fázické**

Jsou svalová vlákna odporující vláknům posturálním. Nejsou-li svaly fázické správně a často posilovány, rychle slábnou. Výhodou je jejich reakční rychlost na podráždění. Tyto svaly dokáží pracovat ve velmi vysoké intenzitě, ať už maximální nebo submaximální. Jejich regenerační schopnost je horší než u svalů statických, pádem hrozí přetížení a unavení svalu. Při dlouhodobém přetěžování se může sval poškodit. Mají horší schopnost při zásobení bílých vláken. Svaly fázické je nutné správně posilovat (Rašev, 1992).

Mezi svaly fázické patří: rotátory paže (mm. glutei), vzpřimovače hrudní páteře (m. erector spinae lumbalis), mezilopatkové svaly (m. rhomboideus), flexory krku (m. flexor collum), střední pilový sval (m. serratus central), horní vodorovná vlákna širokého svalu zádového (m. latissimus dorsi), zadní část svalu deltového (m. deltoideus anterior), vnější rotátory paže (m. infraspinatus, m. teres minor), trojhlavý sval pažní (m. triceps), horní vlákna velkého svalu prsního (m. pectoralis major, minor), břišní svaly (m. rectus abdominis, m. obliquus externus abdominis, m. obliquus internus abdominis), hýžďové svaly (m. gluteus maximus, medius, minimus), vnější a vnitřní hlava čtyřhlavého svalu stehenního (m. quadriceps femoris, medialis, lateralis) a přední holenní sval (m. tibialis anterior) (Dostálová & Sigmund, 2017).

### **Poruchy pohybového systému**

V dnešním světě se lidé a děti už tolik netěší z pohybu, ale mají větší zájem o elektronické prostředky nebo jiné mechanismy. Tyto mechanismy způsobují to, že není člověkem prováděno tolik pohybových aktivit, místo toho se zatěžují, podle druhu práce, jednostranným dlouhodobým působením statické zátěže. Tento životní styl, kde je nedostatek pohybové aktivity (hypokinéza) nebo vysoký příjem energie a nadměrný stav psychického stresu, přináší negativní vlivy na organismus a často se projevují různá onemocnění a poruchy zdravotního stavu (Dostálová & Sigmund, 2017).

Pohybový systém rozdělujeme podle poruch:

- funkční poruchy, pokud se zatěžuje neadekvátně a po dlouho dobu, dochází ke strukturální poruše;
- strukturální poruchy se projevují až se změní funkce (Dobešová, 2011).

Mezi poruchy pohybového systému patří:

- poruchy kloubů, svalů a nervů;
- ostatních měkkých tkání;
- orgánů;
- orgánových soustav;
- celého organismu.

Vždy nebývá primárním problémem projevem onemocnění organický nebo strukturální důvod. Chybná řídicí funkce je projevem funkční poruchy (Beránková, Grmela, Kopřivová & Sebera, 202).

Poruchy funkčního pohybového aparátu dělíme do tří systémových, recipročních stádií:

- v oblasti funkce svalů – podle úrovně svalové nerovnováhy;
- v oblasti centrální regulace – porucha pohybového stereotypu;
- v oblasti funkce kloubů – snižování pohyblivosti v oblasti kloubní pohyblivosti nebo hypermobility (Beránková, Grmela, Kopřivová & Sebera, 2012).

## 5 SVALOVÁ DYSBALANCE

Jejich následek je způsoben nerovnováhou mezi fázickým a posturálním svalstvem. U svalů fázických vznikají přetěžování jedné strany oproti druhé, která je tím posílena méně, a mohou vznikat různé svalové poruchy. Ztrácí tím svou sílu, ochabují, protahují se. U posturálních je tomu tak, že zkrácením svalu vzniká svalové napětí, čímž se zmenší i kloubní rozsah. Pokud jedinec dbá a dodržuje prevenci, která je spojena se správným protahováním, kompenzačním cvičením, rovnoměrným posilováním a správným životním stylem, budou jejich posturální a fázické svaly ve správném rozpoložení (harmonii). Správné držení těla provádí svalový tonus, který je také antagonistou. Pokud je jedna strana, ať už fázická či posturální přetěžována, nebo nevhodně zatěžována, opačná strana je tímto tlumena. Vzniká tím špatná pohyblivost, špatné držení těla, bolesti svalů a další poranění, která se mohou projevat s postupným stárnutím (Dostálová & Sigmund, 2017).

S těmito problémy se převážně setkáváme v různých oblastech lidského těla. Konkrétně v horní části trupu, krku, ramen a kolem kloubů dolních končetin. Správným posílením fázických svalů a správným protažením svalů posturálních se může po nějakém čase docílit správného držení těla a vybudovat tělu výbornou kondici a hybný systém (Čermák, 1992).

Důvody, kvůli kterým vznikají svalové dysbalance:

- nízká aktivita, malé, nebo špatné zatěžování svalových partií, hypokinéza;
- dlouhodobé přetěžování nad hranici výkonnosti daného svalu;
- nesouměrné zatěžování a nedostatečný počet kompenzačních cvičení;
- velmi důležitý psychický stav jedince, nesoustředěnost, emoce (Riegerová, 1997).

S prvním a čtvrtým jmenovaným faktorem se můžeme setkat u většiny lidí v populaci. U sportovců se naopak projevují faktory druhý a třetí. Veškeré provádění pohybu pohybovým aparátem nás nutí k adaptaci, tím můžou vznikat jednostranné nebo špatné zatížení a svalové dysbalance. Můžou mít vliv a být zdrojem patogenních faktorů, které se projevují prohloubením svalové nerovnováhy. Ta způsobuje omezení rozsahu pohybu nebo špatné držení těla s vychýlením různých segmentů. Aktivují se svaly s převážně fázickou funkcí se zpožděním a svaly převážně posturální se naopak aktivují dříve. Touto zpožděnou aktivací se stále více zhoršuje oslabení svalu a dysbalance se



prohlubuje. Častější aktivace posturálních svalů oproti fázickým svalům je neustálé přetěžování (Dostálová, 2013).

Hybný systém dělíme na aktivní a pasivní, přičemž obě složky fungují jako jeden celek. Pružnost a síla svalů má velký vliv na stabilitu, pružnost a vzájemnou polohu hlavních částí pasivního pohybového systému. Jako hlavní problém v ledním hokeji je nerovnoměrné zatížení nebo přetížení pohybového aparátu, čímž vnikají dysbalance a poruchy správného držení těla (např. hyperdóza a skolióza). Z velkého přetěžování vznikají bolesti v křížo-bederní části. Mnohem častěji se projevuje Scheuermannova choroba oproti běžné populaci (Heller a kol., 1996).

### **Dybalance u hokejistů**

Kostra a svalstvo hráče ledního hokeje jsou při tréninkovém a zápasovém zatížení posilovány jednostranně, tím vzniká svalová a posturální dysbalance, kvůli které dochází ke zdravotním problémům. Nejčastější zdravotní problémy jsou u hráčů ledního hokeje hlavně v oblasti bedro-křížové, tříselní a pánevního dna. Lední hokejisté při bruslení musí snášet mnoho odrazů, rychlé změny směru a prudké zastavování. U všech těchto dovedností zapojují mnoho svalů v části tříselního kanálku a pánve, kde se nachází mnoho úponů zatěžovaných svalů, dále také vazivových částí svalů dolních končetin a břicha. Svaly důsledkem tohoto přetěžování mají sklon ke zkrácení, ochabnutí a špatnému postavení pánve a bederní páteře. Bolesti v tříselní oblasti vznikají bruslením a když je tato oblast slabá nebo přetížená může dojít až k tomu, že jedinec není schopný bruslit, ne-li vůbec chodit. Aby se předešlo těmto zdravotním problémům, je důležité provádět kompenzační cviky, které vrátí hybnému systému rovnováhu a správnou regeneraci se tak předejde vleklým zdravotním problémům. Nutné je dbát na správné držení těla, aby síla svalů byla vyvážená (Bukač, 2005).

### **Pohybové stereotypy**

Jsou to biologické stavy, ve kterých se může naše tělo nacházet, motorické reakce, které se odehrávají v nich, jsou nespočetné a pestré. Fakticky toho spolu mají mnoho společného, moc toho po sobě opakují. Centrální nervová soustava se učí mnoho nového, čímž dochází k určitému zapamatování a tyto údaje si zachovává, a jsou to prováděné pohyby nebo různé pohybové činnosti (Dostálová & Sigmund, 2017).

Jsou to stereotypně opakující se případy, ze kterých se nám vrací zpětná vazba. Neurony mozkový center jsou přiměny navazovat mezi sebou pevná spojení, aby se z nich

proměnili na přesné programy neboli určité pohybové situace, které označujeme jako pohybové stereotypy (Janda, 1982).

Pohybové stereotypy se u lidského organismu začínají vytvářet už v prenatálním období plodu, vytváří se bazální plány, které jsou geneticky fixovány. Vytváří se pohybové postupy, utvářející se v postnatálním období. Tento vývoj označujeme jako postupný proces učení a zrání. Pohybové stereotypy jsou individuální, ale docela podobné, specificky se mění podle osobnosti člověka, vývojem, genetickým zráním nebo dle psychické stránky. Tyto stereotypy se dále mění v průběhu celého lidského života, a to díky tomu, jak na osobnost působí vnitřní nebo vnější prostředí (Čermák, Chválková, Botlíková & Dvořáková, 2000).

Špatné pohybové stereotypy lze vysvětlit jako poruchy svalové koordinace, které vznikají důsledkem poruchy centrálního řízení (Lewit, 2003). Janda (1982) uvádí, že pojem motorický stereotyp lze chápat jako primární klinickou jednotku hybnosti. Souhra mezi určitými svalovými kategoriemi tvoří plnohodnotný celek. Pro velkou nervovou námahu je složitější dynamický stereotyp, který se díky fixaci snižuje, tím je nervová činnost automatická a ekonomičtější. Základem je, aby pohybový stereotyp byl ekonomický, a prováděl nejběžnější pohybové úkoly, protože pohybový stereotyp se velmi těžce přeučuje.

Běžně vyšetřovanými pohybovými stereotypy jsou:

- flexe trupu;
- flexe šíje;
- abdukce ramenního kloubu;
- abdukce kyčelního kloubu;
- extenze kyčelního kloubu.

### **Klinické syndromy**

Svalové dysbalance jsou do určitého rozměru konstantní a charakteristické, sdružují se do syndromů. Důsledkem zatěžování jedné strany, vytváří se svalové skupiny hyperaktivní a přebytně silné s charakteristikou velkého napětí, naproti tomu jsou typické svalové typy a ty jsou oslabené (Dostálová & Sigmund, 2017).

### **Horní zkřížený syndrom**

U horního zkříženého syndromu je viditelná nerovnováha v části šíje a pletence ramenního.

V horním zkříženém syndromu je patrná svalová dysbalance mezi danými svalovými skupinami:

- mezi horními a dolními fixátory pletence ramenního;
- mezi mm. pectorales a mezilopatkovými svaly (mm. rhomboidei major et minor);
- mezi hlubokými flexory šíje (m. longus cervicis, m. longus capitis, m. omohyoideus, m. thyreochoideus) a extenzory šíje (m. erector spinae cervicis a m. trapezius).

Podle Lewita (1996) dochází při zeslábnutí dolních fixátorů ramenního pletence intenzivnější aktivita a tlak v horních fixátorech. Z důvodu intenzivnějšího napětí v oblasti prsních svalů způsobuje kulatá záda, předsunutí krku, hlavy a předsunutý postoj ramen. Ochablé flexory šíje společně s omezenou schopností vzpřimovače zapříčiňují stupňovanou lordózu ve vrchní cervikální části.

### **Dolní zkřížený syndrom**

K dysbalanci u dolního zkříženého syndromu dochází u těchto svalových skupin:

- velmi slabými mm. glutei a zkrácenými flexory kyčelního kloubu (m. iliopsoas, m. rectus femoris, m. tensor fasciae latae);
- velmi slabými mm. recti abdomini a zkráceným m. erector spinae lumbalis;
- velmi slabými mm. glutei medii a zkráceným m. quadratus lumborum a mm. tensores fasciae latae.

U daného syndromu je poškozen mechanismus odvíjení trupu, pokud se zvedáme z lehu do sedu, a také při předklonu, pokud vyvíjíme tlak na narovnění do vzpřímeného stoje. Tudiž účinkem je zvyšující se sklon pánve a bederní hyperlordóza. Při tomto syndromu je velmi pravděpodobné, ne-li dané zkrácení ischiokrurálního svalstva. Výsledkem je přetěžování páteře v bederní oblasti. Důsledkem je kompenzační cvičení, tím se snižuje sklon pánve (Lewit, 1996).

## **Vrstvový syndrom**

Tímto názvem rozumíme střídání v části hypertrofických a oslabených svalů. Vzniká zde dysbalance mezi částmi s intenzivnějším tlakem, tuhostí a částí hypermobilní (slabý). Největší a častější problém vzniká v části křížové krajiny. Významnou roli zde často hrají dysfunkční chodidla. Za normálního stavu výkyvy rovnováhy mají být podchyceny už pomocí prstů, chodidlem, tj. svalstvem chodidla a bérců. Následkem obuvi však tyto svaly bývají utlumeny a jejich úlohu přebírají stehna, hýždě i trup a stávají se „hyperaktivními“ (Lewit, 1996, s. 144).

## **Hypermobilita**

Tato porucha je vrozená, nejde o stav, který je zapříčiněný. Tento proces je genetický, ale ve vývoji pohybového systému různými dysbalancemi nebo špatnými pohybovými návyky se tento stav většinou zhoršuje. U hypermobility je patrná větší kloubní pohyblivost a menší svalové napětí kosterního svalstva (Janda, 1996). Jedinci trpící hypermobilitou mají náклонost ke vzniku vrstvového syndromu. Hlavním faktorem u hypermobility je extrémní mobilita kloubů horních a dolních končetin a trupu, kde kloubní pouzdra a okolní vazy dokáží vykonat obrovský až nezdravý objem pohybu, který překračuje vytyčenou normu (Dostálová & Sigmund, 2017).

Důvod vzniku hypermobility je podmíněn geneticky podmíněnou abnormalitou pohybové tkáně (defekty kolagenu a elastinu).

## **Typy hypermobility**

- lokální patologická hypermobilita – důvodem vzniku je zranění jednoho tělesného segmentu;
- generalizovaná hypermobilita – vzniká u poruch svalového tonu, např. oligofrenii nebo extrapyramidových nepotlačených pohybech, jako je dystonie, dystonické syndromy apod. (Beránková, Grmela, Kopřivová & Sebera, 2012);
- konstituční hypermobilita – zasahuje do celého kloubního systému, v jednotlivých tělesných oblastech, ale v každé oblasti může působit odlišně, při kompenzační hypermobilitě je to velké omezení rozsahu pohybu v kloubním spojení.

Hypermobilita může pomoci k lepším výkonům v některých svalových odvětvích, kde této dysbalanci libují, i když pro jejich svěřence to znamená, že bude provázen zdravotními problémy. Hypermobilita je známá svalovou slabostí a jednodušším

přetížením svalové soustavy, přičemž se tím vytvářejí pohybové stereotypy (Janda 1982; Lewit 1996).

### **Hypomobilita**

U hypomobility je naopak patrné omezení u kloubní pohyblivosti, hlavně rozsahu pohybu, kde je vyšší nápor na sval, který je v klidové fázi. Tyto omezení jsou z důvodu poranění podpůrně-pohybového systému nebo velkého zkrácení svalové partie na opačné straně kloubního spojení (Dostálová, 2007).

Omezení plného rozsahu pohybu v různých svalové oblasti je spjaté s reflexními změnami v dané svalové oblasti. Vysoké svalové napětí působí na kloub, který je tím omezen v rozsahu plného pohybu (Lewit, 2003).

### **Výskyt svalových dysbalancí**

Dostálová a Sigmund (2017) uvádějí, že ze získaných výzkumů populace je nejvíce postižená svalová oblast bederní páteře, pánve a kyčelního kloubu. V těchto oblastech se tyto problémy objevují z důvodu velkého přetížení a vznikají zdravotní problémy tzv. „houser“, v horších případech se mohou zdravotní problémy přesunout až do dolních končetin a viditelně zhoršit pohyblivost.

### **Vyšetřování svalového systému**

Metodika vyšetřování vychází z Jandova funkčního svalového testu, který vysvětluje, jak rychle a jednoduše provést svalový test. Vycházejí z trenérské praxe. Testy jsou lehce proveditelné a obsahují i dostačující ukazující hodnotu (Dostálová, 2013). Je nutné u tohoto testu držet se předepsaných základních postupů. U každého jedince je nutný individuální přístup. Člověk, který vyšetřuje daného jedince, by měl mít určitou zkušenost s pozorováním určitého pohybu a jeho hodnocením, aby mohl detekovat svalové dysbalance (Dostálová & Aláčová, 2006).

U vyšetřování je nezbytné dodržovat následující zásady:

- vyšetřuje se pokud možno celý rozsah pohybu, nikdy ne pouze jeho začátek či konec;
- pohyb je prováděn v celém rozsahu, pomalou konstantní rychlostí s vyloučením švihů;
- pokud je to možné, tak příslušný segment pevně fixujeme;

- odpor vyvíjen na segment, který je nejbližší příslušnému kloubu, a je kladen kolmo ke směru prováděného pohybu;
- vyšetřovaný nejprve provede pohyb kolmo spontánně tak, jak je zvyklý, teprve potom se provádějí příslušné korektury a instruktáž;
- vyšetření se provádí před rozcvičením v teplé tiché místnosti na vyšetřovacím stole s tvrdou podložkou (Dostálová & Gaul Aláčová, 2006; Dostálová & Sigmund, 2017).

### **Kompenzační cvičení**

Jsou to cviky v určitých polohách, které provádíme za účelem prevence a předcházení svalových dysbalancí. Tělo je závislé na svém hybném systému a podle něj cviky uzpůsobujeme. Ke kompenzačním cvikům patří také různé cvičební pomůcky, které efektivně splňují účel cviku. Jde o jednoduché přirozené cvičební prvky, záměrné pohyby, díky nimž se patřičně působí na dané úseky pohybového aparátu. Cviky praktikujeme účelně, abychom poškozené místo dokázali patřičně protáhnout, posílit nebo uvolnit (Bursová, 2005).

Provádíme přímo do oblasti, která nemá rovnoměrně zatížený pohybový systém. Pokud by se tyto cviky neprováděli přesně podle předepsaných způsobů, nebylo by možné odstranit poruchu podle fyziologických zákonitostí (Hálková, 2004).

Kompenzační cvičení rozdělujeme na (Hálková a kol., 2004) :

- uvolňovací – prováděno přímé pro určené kloubní spojení nebo pohybovou část těla. Chceme tím obnovit kloubní spojení a funkci svalů;
- protahovací - „strečink“ - záměrné působení na svalovou část určitého úseku těla;
- posilování – Jde o pozvolné posilování oslabených částí těla, která není rovnoměrná oproti druhé straně.

### **Uvolňovací cvičení**

Principem cvičení je uvolnit méně pohyblivé svalové oblasti, ztuhlé kloubní spojení a mírné protažení svalů, které mají návyk ke zkracování. Fixované držení těla vyvolané nižší elasticitou svalu a jeho vazivovou přeměnou nazýváme kontraktura. Všechny pohybové aktivity člověk provádí ve všech možných směrech, do krajních os a krajních poloh s nízkou svalovou činností. Všechny pohyby prováděné do krajních mezí a všemi směry vysílají ze svalů a šlach signály do nervové soustavy a spouští reflexní okruhy.

Hlavní složka uvolňovacích cviků je komíhání a kroužení užitím gravitace a setrvačnosti. Všechny pohyby musíme provádět opatrně a mít pod kontrolou, aby nedošlo k prudkému nárazu na kloubní spojení (Hálková a kol. 2009).

### **Protahovací cvičení**

Hlavním cílem protahovacích cviků je přímé vedení do svalu, a tím fyziologická obnova svalové délky. Protahování je smyslně řízený, kontrolovaný a pomalý pohyb v tahu svalu. Každý sval při rychlém a neuvědoměném protahovacím pohybu vyvolá obrannou reakci, které v těchto případech nastávají. Protahování je pohyb statický a relaxační pro svalové napínání v daných polohách. Jednou z nejdůležitějších věcí je dýchání. U protažení používáme také tzv. postizometrickou relaxaci. Patříčný sval uvedeme do napětí proti odporu po dobu 8 s, následně s výdechem uvolníme a protáhneme. V této poloze držíme 15 s a opět povolíme. Tento cyklus provádíme nejméně 4krát. Není dobré zařazovat před výkonem, ale po výkonu (Hálková a kol. 2009).

Hálková a kol. (2004) vytyčila zásady protahovacího cvičení:

- protahujeme svaly s tendencí ke zkracování a svaly zkrácené;
- než se začneme protahovat svaly je nutné zahřát;
- důležité je, aby byly svaly uvolněné;
- nutnost dbát na každý pohyb a neprovádět samovolné pohyby;
- synchronizace s dýcháním;
- správné a pravidelné dýchání;
- cviky praktikujeme s pravidelností, a to nejlépe každý den po dobu 15 minut;
- nechodíme přes bolest, provádíme do polohy přijatelně příjemné.

### **Strečink**

Cílený proces, kterým dochází k prodloužení svalů a vazivové tkáně. Alter (1999) a Nykodým (2009) popsali základní techniky strečinku jako statický strečink, pasivní strečink, dynamický strečink a aktivní strečink.

## **Statický strečink**

Účelem statického strečinku je dosáhnoutí a zlepšení pohyblivosti. Tímto strečinkem chceme sval dostat do krajních poloh. Tj. do místa mezi bolestí a příjemným tažením. Příkladem může být tzv. „placka.“ Zařazení statického tréninku by mělo být až po hlavní části, a to z důvodu, že sval by měl být zahřátý a prokrvený. Tím efektivněji dosáhneme krajních poloh. Optimální pohyblivosti docílíme prováděním pohybu do krajních mezí, a to bez marných energetických ztrát (Nykodým a kol., 2010).

## **Pasivní strečink**

Je účinný pomocí pasivních pohybů, působením vnější síly k vykonání pohybu. Jedinec je schopen tímto strečinkem protahovat až za mez své aktivní flexibility. Velký pozor si dáváme na prudké a rychlé pohyby, kvůli kterým nastává aktivace napínacího reflexu a může poškodit svalovou tkáň. Pasivní strečink používáme hlavně v rehabilitaci a regeneraci, z důvodu vyšší elasticity svalů a vazivových tkání, které patřičně působí na flexibilitu (Dostálová, Miklánková, 2005).

## **Dynamický strečink**

Z hlediska rozvoje statické flexibility je nejméně účinný. Dynamickým strečinkem docílíme vyšší rychlosti a dosahu uskutečněných pohybů. Tímto typem strečinku je zvětšení vnitrosvalové a mezisvalové koordinace svalových partií a dynamické flexibility (Dostálová & Sigmund, 2017).

Dynamický strečink je definován jako pomalé uskutečnění pohybů, které získává na pohotovosti zvládnutého pohybu. Provádíme jej v rozsahu, který nám tělo dovolí. Při překročení tohoto rozsahu dochází k natažení nebo přetržení svalu nebo úponu. Tento typ strečinku se provádí před hlavní částí posilování, nebo je vhodné jej použít před zápasem. Hokejista tím využije celou délku svalu k provedení bruslařských schopností (Nykodým a kol., 2010).

## **Aktivní strečink**

Vývoj aktivní flexibility. Alter (1999) jej rozdělil na dvě skupiny: Oproti odporu (využití odporu závaží) a volný aktivní (vzpřímený stoj a pomalé zanožování).



## 6 ZATÍŽENÍ V LEDNÍM HOKEJI Z FYZIOLOGICKÉHO HLEDISKA

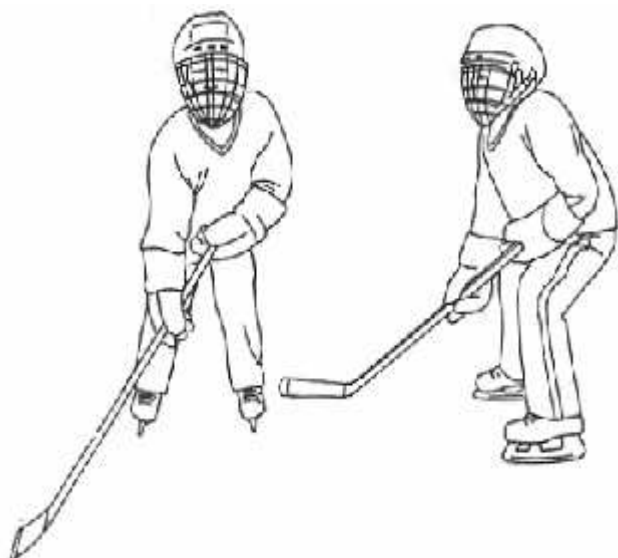
Podle Havlíčkové (2008) lední hokej zařazujeme do přerušovaného a intervalového typu pohybových činností. Pokud vezmeme v úvahu, že lední hokej je krátká a velice intenzivní činnost, která trvá okolo 30–60 vteřin maximálního zatížení s maximálním vypětím a různými změny směru, musíme mít skvěle vybavené motorické dovednosti a schopnosti. Fyzické napětí bývá tak vysoké, že hráč dosáhne 90 % srdeční frekvence při jednom střídání. Na střídačce by tepová frekvence měla klesnout na 120 tepů za minutu, ale pokud je jedinec ve velmi dobré fyzické kondici, měl by se jeho tep vrátit na 120 tepů do 30 vteřin od doby, kdy vkročil na střídačku. Intenzita hry ledního hokeje dosahuje 70–90 %  $Vo_{2max}$ . Ve hře se musíme spoléhat také na naše smyslové činnosti, bez kterých bychom si nedokázali vyhovět se spoluhráči v tak velké rychlosti, čímž je lední hokej známý.

Energetické hrazení odpovídá intervalovému způsobu jednoho nebo několika hokejových střídání, na kterém se účastní všechny energetické zásoby. Čas i intenzita patřičné délky zatížení, styl hry a délka odpočinku mezi střídáním jsou základními okolnostmi, které jsou rozhodujícím faktorem v úbytku energetických zdrojů v zápase. Proto je důležité během zápasové přestávky doplnit energii o banán nebo různé energetické suplementy. Hodně hráčů užívá rychlé cukry k nárůstu energie, aby měli po zbytek zápasu dostatek energetického krytí (Grasgruber & Cacek, 2008).

Energetické krytí je hrazeno systémem ATP-CP, kdy CP je záhy spotřebováno a ATP se obstarává nejrychlejším možným způsobem anaerobní glykolýzou, kdy je produkován laktát. Hladina laktátu v krvi hráčů ledního hokeje se většinou pohybuje okolo 8–14 mmol/l a po skončení hokejového utkání je až 15 mmol/l (Bukač, 2005).

Zlepšený aerobní systém u hokejistů zlepšuje rychlost regenerace, zotavením po podaném výkonu používající ATP-CP a laktátové energetické úhrady. Trvání jednoho střídání ledního hokejisty odpovídá anaerobní glykolýze 30–60 vteřin i kyslíkovému stylu hrazení. V průběhu hraného utkání se zásoba svalového glykogenu sníží až o 60 %, více se promění v červených pomalých vláknech, nežli v rychlých bílých svalových vláknech. U hráčů ledního hokeje je vyšší využívání z pomalých svalových vláken z důvodu větší posturální zátěže. Po zátěži je nutné, aby organismus patřičně zregeneroval, používáme různé výživové regenerační doplňky a nedílnou součástí musí být kvalitní doplnění pitného režimu (Pavliš, 2003).

## Základní postoj



Obrázek 2. Základní hokejový postoj (Pavliš & Perič, 1996)

Každý hráč ledního hokeje je specifický svým držením těla, stylem bruslení a hokejovým postojem. Na obrázku 2 vidíme základní postoj, ve kterém hráč bruslí. Tělo je v mírném předklonu, který svírá úhel od  $10^\circ$  až do  $35^\circ$ , v kolenním kloubu svírá úhel od  $90^\circ$  až po  $120^\circ$ . Hlava je zvednutá, aby mohl jedinec vidět kolem sebe.

Jsou dva typy hráčů ledního hokeje, které značně odděluje postoj. Dělíme je na vysoké a malé. Většina vysokých jedinců, tj. od 184 cm a výše mají vysoký postoj a tím mají delší skluz, nevýhodou je horší stabilita a výbušnost při startu. Naopak menší jedinci, tj. pod 184 cm jsou s nižším postojem, tím mají větší stabilitu při soubojích, dynamiku, výbušnost, přičemž nevýhodou je, že jsou jejich svaly rychleji unavitelné. Důležité je pro menší hráče trénink, při kterém si dokáží zvyknout a zdokonalit kondici svých svalů.

### Zapojení svalů hokejisty při bruslení

Ohledem bruslení musíme zmínit, že jsou na nohou brusle, a tím se noha nachází přibližně 10 cm nad ledovou plochou. Tím se tělo musí adaptovat na pohyb.

Při hokejovém bruslení jsou nejvíce zatěžovány extenzory kyčle (m. gluteus maximus), extenzory kolenního kloubu (m. quadriceps femoris) a plantární flexory chodidla (m. triceps surae). V pohybu vpřed se dále podílejí flexory kyčle (m. rectus femoris, m. iliopsoas a m. tensor fasciae latae). Při bruslení a změnou směru např. oblouků, prudkého brždění nebo rychlého stratu se velmi zapojují adduktory a abduktory kyčelních kloubů. Při odrazech se nejvíce aktivuje m. quadriceps femoris (Majkus, 2010).

U fáze dlouhého bruslařské skluzu, tj. odraz a přechodová fáze z jedné nohy na druhou se aktivují extenzory kolena a kyčle. Pro dlouhý skluz je nutná plná funkce daného svalu, a to v plném rozsahu.

Velmi důležitou roli hraje adaptace svalů na prováděný pohyb bruslení, který je specifický svým pohybovým postojem (Pytlík, 2015).

### **Koordinace v ledním hokeji**

Jedná se o schopnost přizpůsobovat se změně prostředí a podmínkám, které nastanou v určité situaci. Je to účelná koordinace vlastních pohybů.

Koordinace je v určitém smyslu chápána jako „pohybová inteligence“ adaptující na prováděný pohyb. Koordinaci definujeme jako vnitřní řízení pohybu, kdy je vnějším projevem obratnost. Vnitrosvalová koordinace jasně ovlivňuje stupeň svalové síly, kterou je aktivační funkce určitých svalových buněk v jednom svalu. Pokud budeme daný pohyb správně provádět, aktivujeme méně aktivní svalová vlákna, a důsledkem toho se zvyšuje síla určitého svalu i bez velkého objemu (Pytlík, 2015).

## 7 CÍL

Hlavním cílem práce bylo poukázat na stav svalových dysbalancí fázického a posturálního svalstva u mladších hráčů ledního hokeje ve věku od 10–14 let, které mají zásadní vliv na rozsah pohybu a využití plné funkce svalu.

### Dílčí cíle

- prokázat zkrácení svalového aparátu v oblasti šije a pletence ramenního, a tím špatné držení těla;
- prokázat přetížení a vznik svalových dysbalancí v oblasti kyčelní, při hokejovém bruslení;
- prokázat výskyt svalových dysbalancí mezi hokejisty a nesportujícími jedinci.

### Úkoly

K vypracování této bakalářské práce jsme si vytyčili tyto úkoly:

- pracovat a prostudovat si odbornou literaturu;
- komunikace s trenéry, kteří trénují mladší hráče ledního hokeje;
- zvolení si zkoumané skupiny;
- vyšetření pohybového aparátu svalů fázických a posturálních;
- zpracování dat;
- analýza výsledků.

### Metodika

Měření provádíme u zkrácených svalů, které je nezbytnou součástí pohybového systému. Vyšetření provádíme pomocí jednoduchých cviků, které jsou konkrétní pro daný pohybový segment.

U testování zkrácených svalů se postupuje následovně:

- vyšetřuje se, pokud možno celý rozsah pohybu, nikdy ne pouze jeho začátek či konec;
- pohyb je prováděn v celém rozsahu, pomalou konstantní rychlostí s vyloučením švihu;
- pokud je to možné, příslušný segment pevně zafixujeme;

- odpor je vyvíjen na segment, který je nejbližší příslušného kloubu, je kladen kolmo ke směru prováděného pohybu;
- vyšetřovaný nejprve provede pohyb kolmo spontánně tak, jak je zvyklý, teprve potom se provádějí příslušné korektury a instruktáž;
- vyšetření se provádí před rozcvičením v teplé tiché místnosti na vyšetřovacím stole s tvrdou podložkou (Dostálová & Gaul Aláčová, 2006; Dostálová & Sigmund, 2017).

### Charakteristika sledovaného souboru

Měření sledovaného souboru jsme prováděli v dubnu a květnu roku 2018, kde jsme na začátku hokejového kempu testovali dané hráče ve třech dnech. Celkem bylo testováno pětasedmdesát hráčů ledního hokeje. Průměrný věk hráčů bylo 11 let (Tabulka 1).

V druhé testované skupině jsme testovali děti ZŠ. V této skupině jsou zastoupeny děti, které nesportují a jsou ve stejné věkové skupině jako mladí hokejisté. Celkový počet testovaných byl padesát. Průměrný věk byl 12 let (Tabulka 2).

Výzkum jsme prováděli ve speciálně připravené místnosti, kde jsme měli k hráčům individuální přístup. V průběhu vyšetřování jsme postupovali podle výše zmíněných pravidel.

Testování	n	%	Označení
Hokejisté	75	100	1

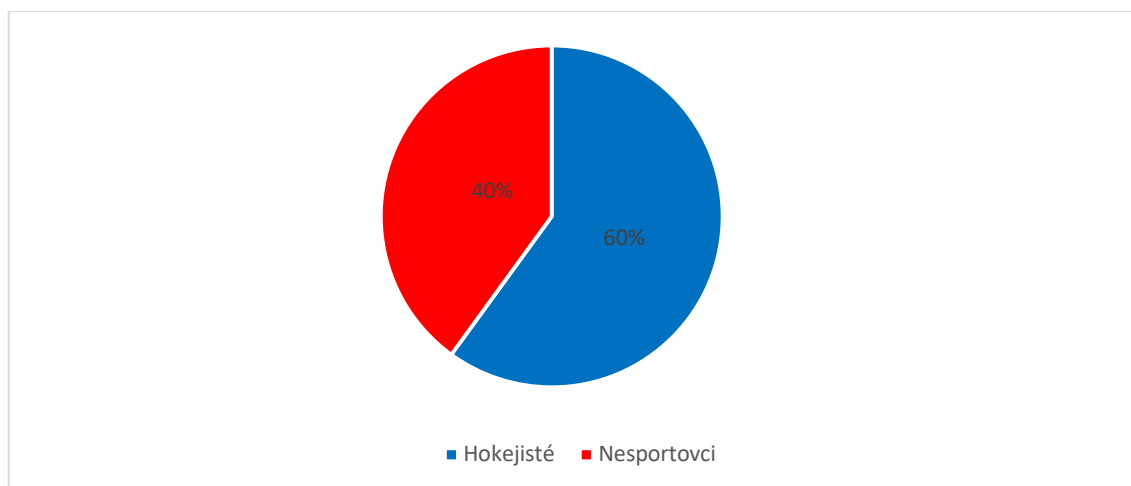
Tabulka 1. Testování hokejisté

Testování	n	%	Označení
Nesportovci	50	100	1

Tabulka 2. Testování nesportovci

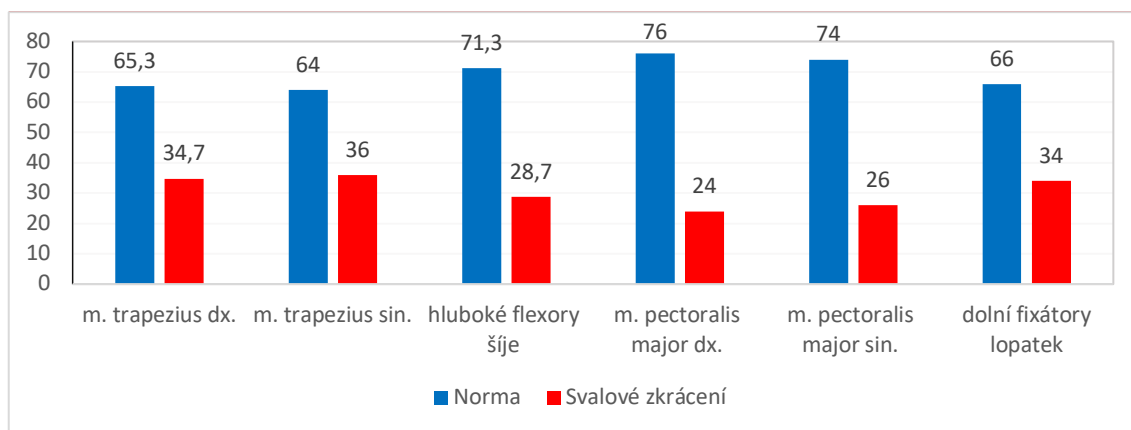
## Výsledky

Při provádění měření bylo testováno 75 hokejistů tj. 60 % ve věku 10–14 let a 50 nespportujících studentů ZŠ tj. 40 %. Celkový počet je 125 testovaných dětí, u kterých jsme prováděli měření na zjištění stavu pohybového aparátu.



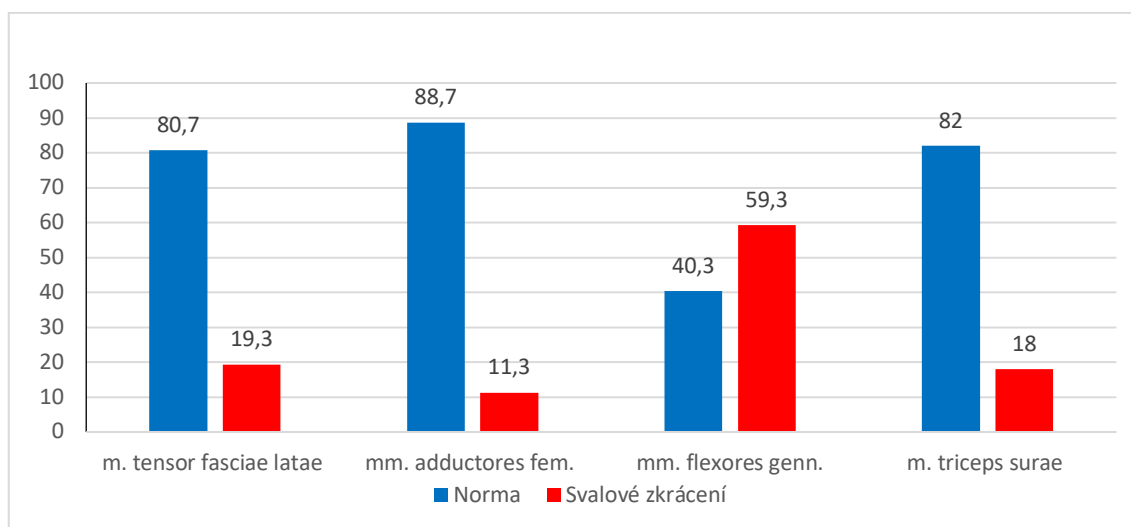
Obrázek 3. Rozdělení testované skupiny (%)

Svaly testované u hokejistů v oblasti šíje a pletence ramenního kloubu, kde bylo měřeno pětasedmdesát probandů. Z této skupiny bylo více jak 60 % testovaných v normě. U svalu m. trapezius dx. bylo mimo normu šestadvacet probandů. Dále byl sval m. trapezius sin., u kterého bylo naměřeno zkrácení sedmadvacet probandů. V oblasti hlubokých flexorů šíje jsme svalové zkrácení zjistili v celkem šestnácti případech. Dále jsme pokračovali v měření u m. pectoralis major dx., kde bylo mimo normu celkem jednadvacet probandů a u m. pectoralis major sin. jsme zjistili tuto dysbalanci celkem u osmnácti probandů. Poslední ze svalů v oblasti šíje a pletence ramenního kloubu jsme testovali dolní fixátory lopatek, u nichž jsme zjistili dvacet případů zkrácení.



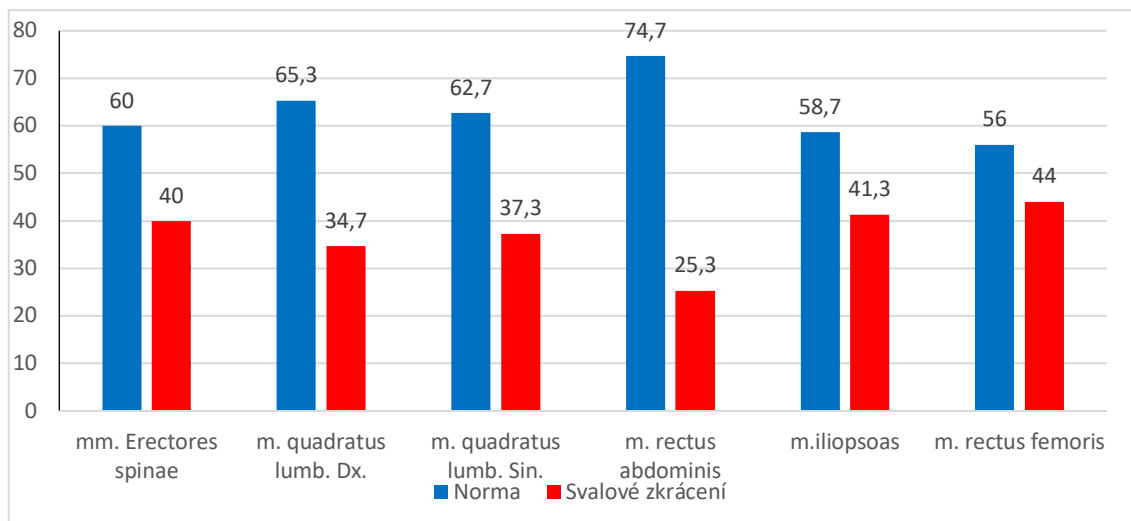
Obrázek 4. Četnost svalového zkrácení u mladých hokejistů ve věku 10–14 let v oblasti šíje a pletence ramenního kloubu (%)

Další testovanou skupinou, která je velmi důležitou součástí pro pohyb hráče ledního hokeje, je svalstvo na dolních končetinách. Jako jeden z nich je m. tensor fasciae latae, u kterého byla četnost zkrácení celkem v patnácti případech. Druhý z této testované skupiny jsou mm. adductores fem., u které byla četnost zkrácení v devíti případech. U mm. flexores genn. byla četnost zkrácení u pětácti probandů, a jako poslední m. triceps surae, kde byla četnost ve čtrnácti případech.



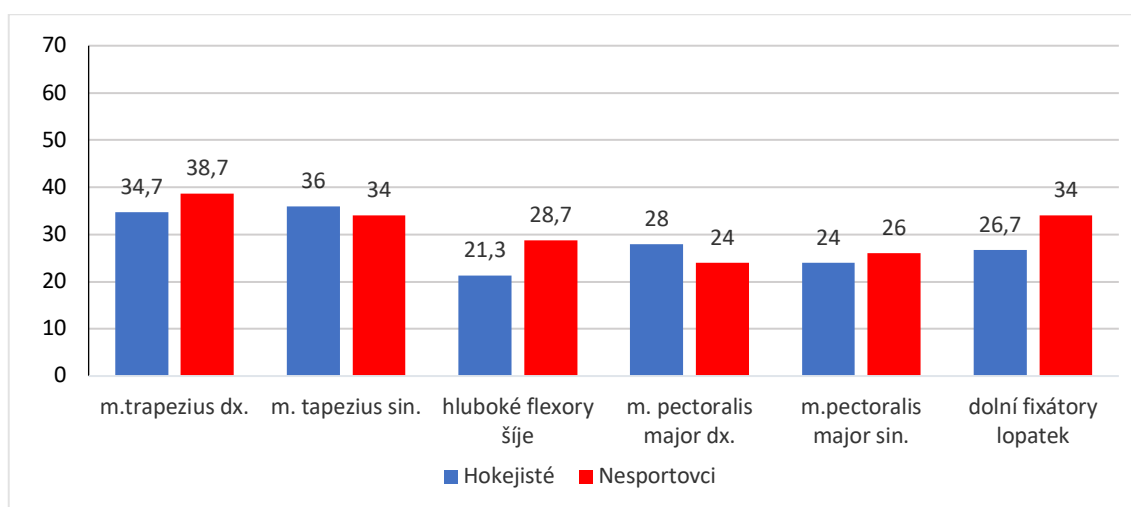
Obrázek 5. Četnost svalového zkrácení v oblasti dolních končetin u probandů ve věku od 10–14 let (%)

U tohoto (Obrázek 6) grafu, je vidět že u probandů hokejistů není žádná výsledná hodnota zkrácení nad 55 %. Nejnižší zkrácení devatenácti probandů 25,3 % bylo naměřeno u svalu m. rectus abdominis (přímý sval břišní). Druhé dva nejnižší počty zkrácení jsme zaznamenali u m. quadratus lumb. dx. (čtyřhlavý sval bederní) v šestadvaceti případech 34,7 % a u m. quadratus lumb. sin (čtyřhlavý sval bederní) v osmadvaceti případech probandů 36,7 %. Při testování mm. erectores spinae (hluboké zádové svaly) bylo v normě pětácti případů 60,7 a třicet případů mimo normu tedy 39,3 %. A u dvou svalových skupin to byl vyšší počet zkrácení a to u m. iliopsoas u jednatřiceti testovaných probandů 41,3 % a u svalu m. rectus femoris (přímý sval stehenní) v třiatřiceti případech 43,3 %.



Obrázek 6. Četnost svalových dysbalancí v oblasti bederní páteře, pánve, kyčelního kloubu 10–14 let (%)

Při testování svalstva v oblasti šíje a pletence ramenního kloubu byl zjištěn největší rozdíl zkrácení mezi hokejisty a nespportovci u hlubokých flexorů šíje tedy 7,4 % rozdílu. Nejvyšší naměřené hodnoty zkrácení jsme zaznamenali u m. trapezius dx. u hokejistů 34,7 % a u nespportovců naopak 38,7 %. Další vysoké naměřené hodnoty měřeného svalu byl m. trapezius sin., a to u hokejistů 36 % a u nespportovců 34 %. Následující testovaná skupina byla m. pectoralis major dx. u hokejistů 28 % a u nespportovců 24 % a m. pectoralis major sin., kde u první testované skupiny hokejistů je 24 % a u skupiny nespportovců 26 %. Poslední testovanou svalovou skupinou v oblasti pletence ramenního kloubu jsou dolní fixátory lopatek, u kterých jsme u hokejistů ve věku 10–14 let naměřili zkrácení ve 26,7 % a u nespportovců to bylo 34 % (Obrázek 7).



Obrázek 7. Frekvence svalových dysbalancí v oblasti šíje a pletence ramenního kloubu 10–14 let (%)

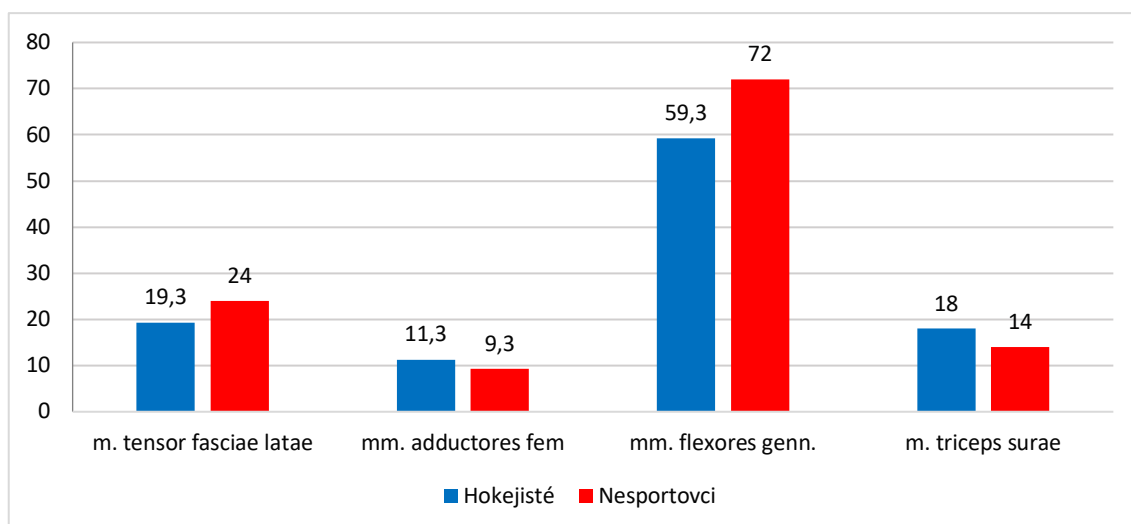


V tabulce vidíme počet testovaných probandů (hokejistů) jedné skupiny a probandů (nesportujících) jako skupiny druhé (Tabulka 3).

Testované svaly, svalové skupiny	Hokejisté (n=75)		Nesportující (n=50)		Chi – square	Hladina statistické významnosti
	n <sub>zo</sub>	%	n <sub>zo</sub>	%	$\chi^2$	p
<b>m. trapezius dx.</b>	26	34,7	19	38,7	0,145	ns
<b>m. trapezius sin.</b>	27	36,0	17	34,0	0,053	ns
<b>hluboké flexory šíje</b>	16	21,3	14	28,7	0,169	ns
<b>m. pectoralis major dx.</b>	21	28,0	12	24,0	0,247	ns
<b>m. pectoralis major sin.</b>	18	24,0	13	26,0	0,064	ns
<b>dolní fixátory lopatek</b>	20	26,7	17	34,0	0,774	ns

Tabulka 3. Frekvence svalových dysbalancí v oblasti šíje a pletence ramenního 10–14 let.

U svalů v oblasti dolních končetin, jsme prováděli měření, kde jsme zaznamenali velmi vysoké hodnoty zkrácení u mm. flexores genu (flexory kolen), kde jsme naměřili u hokejistů 59,3 % a u nesportovců 72 % všech testovaných probandů. U m. tensor fasciae latae (napínač stehenní povázky) u hokejistů v patnácti případech tedy 19,3 % u nesportovců ve dvanácti případech a tudíž ve 24 % případů. Adduktory stehna neboli mm. adductores fem. byly zkráceny v devíti případech měřených hokejistů 11,3 % a u nesportovců v pěti případech tedy 9,3 %. V oblasti lýtky (m. triceps surae), jsme zaznamenali zkrácení ve čtrnácti případech 18 % hokejistů, a naopak u sedmi probandů nesportovců 14 % (Obrázek 8).



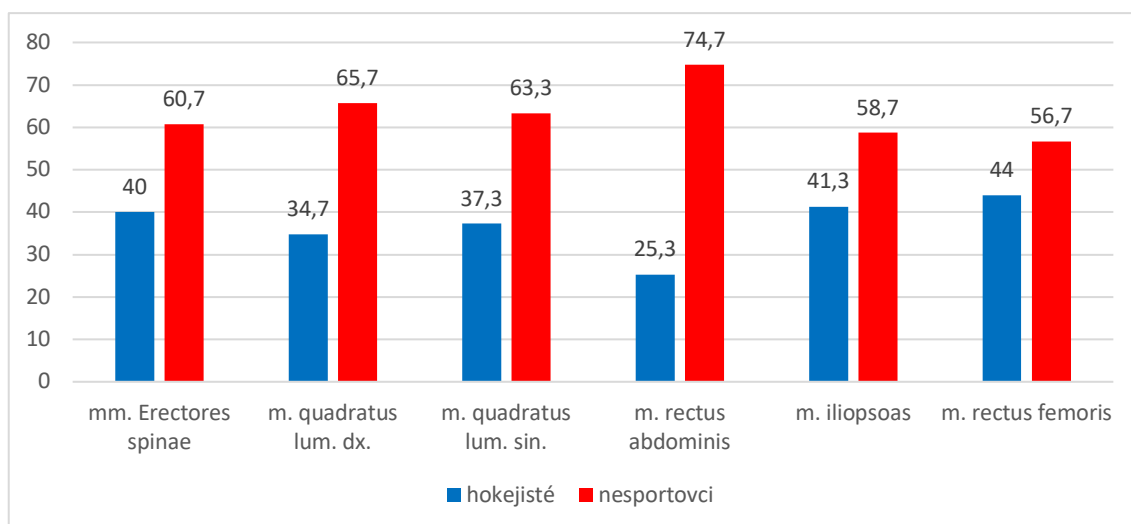
Obrázek 8. Frekvence svalových dysbalancí v oblasti dolních končetin 10-14 let.

V tabulce jsme zaznamenali údaje četnosti zkrácení a počtu probandů z celkového množství testovaných, u kterých bylo naměřeno zkrácení. Nejvyšší rozdíl jsme naměřili u nesportovců ve srovnání s hokejisty 12,7 % u mm. flexores genn. (flexorů kolen) (Tabulka 4).

Posturální svalstvo, dolní končetiny	Hokejisté n=75		Nesportující n=50		Významnost rozdílů	
	Četnost (n)	%	Četnost (n)	%	$X^2$	$p$
<b>m. tensor fasciae latae</b>	15	19,3	12	24,0	0,283	ns
<b>mm. adductores fem.</b>	9	11,3	5	9,3	0,121	ns
<b>mm. flexores genn.</b>	45	59,3	36	72,0	1,894	ns
<b>m. triceps surae</b>	14	18,0	7	14,0	0,467	ns

Tabulka 4. Frekvence svalových dysbalancí v oblasti a dolních končetin 10–14 let a jejich rozdíl – svaly posturální.

Jak jsme porovnávali ostatní svalové skupiny, tak u těchto oblastí jsou zaznamenané v grafu (Obrázek 10) mezi hokejisty a nesportovci. U nesportovců vidíme svalové zkrácení nad normu u všech šesti těchto skupin, nejvyšší je však m. rectus abdominis, kde bylo sedmatřicet testovaných z padesáti nad svou normu. Další byl m. quadratus lum. dx., v počtu třiatřicet testovaných probandů z celkových padesáti. A všichni nesportovci se v těchto svalových oblastech nachází od 55 % a výše četnosti zkrácení. Naopak u testovaných hokejistů vidíme nejvyšší zkrácení u m. rectus femoris, ostatní svalové oblasti se nacházejí okolo 40 % četnosti zkrácení. Nejnižší četnost zkrácení vidíme u m. rectus abdominis u hráčů ledního hokeje ve věku 10–14 let.



Obrázek 9. Frekvence svalových dysbalancí v oblasti bederní páteře, pánve a kyčelního kloubu u dětí ve věku 10–14 let.

Testované svalové skupiny vidíme v tabulce do které, jsme zaznamenali údaje, které jsme zaznamenali do grafu. Počet probandů hokejistů bylo 75 a u žádné nedošlo k překročení 50 % zkrácení. Nejvyšší naměřené zkrácení bylo v tabulce zaznamenáno u m. rectus femoris a to v třiatřiceti případech a 43,3 % (Tabulka 5).

Testované svaly, svalové skupiny	Hokejisté (n=75)		Nesportující (n=50)		Chi – square	Hladina statistické významnosti
	n <sub>zo</sub>	%	n <sub>zo</sub>	%		
mm. erectores spinae	30	40,0	30	60,7	4,808	0,05
m. quadratus lumb. dx.	26	34,7	33	65,3	11,818	0,01
m. quadratus lumb. sin.	28	37,3	32	63,3	8,547	0,01
m. rectus abdominis	19	25,3	37	74,7	28,732	0,001
m. iliopsoas	31	41,3	29	58,7	3,339	ns
m. rectus femoris	33	44,0	28	56,7	1,729	ns

Tabulka 5. Frekvence svalových dysbalancí v oblasti bederní páteře, pánve, kyčelního kloubu 10–14 let

## 8 DISKUZE

Na základě analýzy v teoretické části bakalářské práce jsme získávali poznatky o svalových dysbalancích pohybového systému u mladých hráčů ledního hokeje.

Autoři Čermák (2005) a Kostka (1979) tvrdí, že pohybový systém negativně ovlivňuje hráče ledního hokeje. Výsledky, které jsme naměřili a porovnali u hráčů ledního hokeje ve věku 10–14 let se stejně starými probandy nespportovci, nám tyto tvrzení nevyvrací, ale naopak nám je potvrzují. Je tedy zřejmé z naměřených výsledků, že hráči ledního hokeje trpí svalovými zkráceními, a tudíž nemohou provádět pohyb v plném rozsahu a mohou vznikat různé svalové dysbalance (např. skolióza). U několika mladých hokejistů, jsou v daném věku svalové zkrácení ještě malé, ale ukazuje to na stav, že bychom v tréninkové jednotce měli přidat více kompenzačních cvičení.

Dostálová a Sigmund (2017) uvádějí, že při jejich společném výzkumu nejvíce svalových dysbalancí a poruch svalového aparátu vzniká v oblasti bederní páteře, pánve a kyčelního kloubu, což potvrzují i naše výsledky, které poukazují na nebezpečí vzniku mnoha dalších poruch. Tyto problémy mohou souviset s velkým přetížením u hokejistů, ale také je tu nová nemoc zvaná „elektronická doba“, kterou trpí většina nespportovců z nedostatečného pohybu, a to hlavně u svalů fázických, které mají funkci rychlého oslabení. Pokud bychom se snažili tyto pohybové stereotypy změnit ve více aktivní a novou pohybovou činnost, při které sval není zvyklý na nový pohyb, se sval dokáže znova přizpůsobit, ale díky velkému množství nových, pohybově zvládnutých cviků, nenastane stav přetížení, stagnace, jednostranný pohyb, vznik dysbalancí, kde tyto tvrzení potvrzuje i Janda (1982).

Výsledky svalových oslabení a zkrácení, které jsme naměřili, nám potvrzují, že mladší hráči ledního hokeje mají silné břišní svalstvo, ale v jejich případě je problém s jeho zapojením během tréninku nebo soutěžním zápase. Kvůli tomuto nedostatku dochází k vysokému přetěžování v bederní oblasti svalů posturálních. Kvůli tomu jsme v našem měření naměřili u m. erector spinae (vzprímovače trupu) 40 % zkrácení.

Aby správně fungovaly svaly, které jdou z trupu na dolní končetinu, je velmi důležitá funkce svalů břicha, díky kterým se neprohýbají zádové svaly a zlepšuje se tím i držení těla a nevznikají tolik svalové problémy v této oblasti. Toto tvrzení uvádí také Přidalová & Riegerová (2008). Pokud nám špatně plní funkci, tak v hokejovém postoji a bruslení může docházet k přetížení přitahovačů steh. Přitahovače steh jsou pro hokejisty

velmi namáhaným svalem a hráčům často kvůli takovému přetížení vznikají různá zranění.

Dalším velkým problémovým faktorem pro mladé hráče ledního hokeje, se kterým se setkávají, je dolní zkřížený syndrom. U tohoto syndromu je typické zkrácení u m. rectus femoris, m iliopsoas, m. tensor fasciae latae a vzpřimovače trupu v části lumbosakrální. Svalstvo břišní a gluteální je utlumeno (Kolář, 2009). Od nefungujících, nebo slabých břišních svalů přebírají aktivitu flexory kyčlí od slabého mm. glutei maximus je aktivita přesunuta na svaly paraverbální a ischiocrurální (Lewit, 2003).

Při pohledu na výsledková čísla se nám potvrzují různá tvrzení o tom, že někteří hokejoví trenéři nedbají na kvalitu, ale na kvantitu. Tím se nám vytváří špatné provádění cviku nebo výše zmíněné přetížení. U nesportovců vzniká zkrácení svalů, oslabení svalů, velké svalové dysbalance, ale u nesportovců by se měli rodiče snažit dítě vést k pohybu alespoň 2krát týdně. Měli by nesportujícímu dítěti zajistit pohybový kroužek, aby nevznikalo tak rychlé svalové oslabení. Dále můžeme těmto svalovým dysbalancím předcházet správně zvoleným tréninkem, který je systematický, obsahuje prvky zvládnutelné technicky a má správně zvolenou délku daného tréninku. Nakonec je potřeba se věnovat už zmíněným kompenzačním cvikům u nejvíce přetěžovaných svalů, kde tyto stanoviska potvrzuje i Knudson (2006) a Dlhoš (2005).

## 9 SOUHRN

Cílem bakalářské práce bylo poukázat na problematiku v oblasti svalového aparátu u mladých hokejistů a pomocí výzkumu stanovit výsledky zkrácených, oslabených a špatných pohybových stereotypů v daném věku a porovnat s dětmi, které nesportují, nebo se žádnému sportu nevěnují. Dále zjistit, co působí na mladé hráče ledního hokeje a přispívá ke vzniku těchto svalových zkrácení, dysbalancí a stereotypů.

Bakalářská práce je členěna na dvě části, a to teoretickou a praktickou část. V první části práce se věnujeme charakteristice pohybového rozvoje a definujeme řízení pohybového systému, podpurně pohybový aparát, svalové dysbalance a problematiku u základního postoje v ledním hokeji. V neposlední řadě se věnujeme také kompenzačním cvikům a správné regeneraci ve sportovním odvětví.

V praktické části bakalářské práce se zabýváme konkrétním testováním, měřením a metodikou pro hodnocení svalového oslabení, pohybovému stereotypu a zkrácení. Vyšetření se zúčastnilo celkem sto dvacet pět probandů, z toho pětasedmdesát mladých hráčů ledního hokeje a padesát nesportovců ve věku 10–14 let.

Testování a měření jsme prováděli na hokejovém kempu v dubnu 2018, kde se mladí hráči připravují na novou sezónu. U skupiny nesportovců jsme testování a měření prováděli v březnu 2018. Výsledky testovaných probandů jsme si zaznamenávali do tabulek, které jsme poté vyhodnotili, vyjádřili procenty normu, kde jsme zapisovali probandy, kterým vyšel výsledek pozitivní a poté do skupiny druhé počty těch, kterým jsme zkrácení naměřili. Výsledky jsme vyjádřili do grafů. Poté jsme porovnávali skupiny mladých hokejistů a nesportovců, u kterých se zkrácení projevuje více, a zkoumali v jaké svalové skupině.

Ve výsledných dvou tabulkách mladých hráčů ledního hokeje a nesportovců jsme hledali nejvíce zkrácenou svalovou skupinu. V tabulce u mladých hokejistů jsme označili za nejvíce zkrácený sval mm. flexores genu (flexory kolen), a to v 59,3 %. Druhým nejvíce zkráceným svalem je m. rectus femoris (přímý sval stehenní). Zde bylo zjištěno zkrácení ve 44 %. Jako třetí nejvíce zkrácený sval je m. iliopsoas (bedrokyčlostehenní sval), a to 41 %. V tabulce u nesportujících jedinců jsou vedeny jako nejvíce zkrácené tyto svaly: m. rectus abdominis (přímý sval břišní) 74,4 %; druhý nejvíce zkrácený sval je mm. flexores genu (flexory kolen), a to 72 %; jako třetí sval, kde jsme naměřili nejvyšší počet zkrácení, je m. quadratus lumborum dexter (čtyřhranný sval bederní pravý) je 65,3 %. Naopak nejméně zkrácené svaly u mladých

hokejistů jsou mm. adductores femoris (přitahovač), kde jsme naměřili 11,3 %; jako druhý nejméně zkrácený sval je m. triceps surae (trojhlavý sval lýtkový), a to 18 %. Jako poslední, nejméně zkrácený sval je m. tensor fasciae latae (napínač povázky stehenní) s 19,3 %. U nesportovců jsme tři nejnižší zkrácení zaznamenali u svalů m. adductores femoris (přitahovač) 9,3 %, pak také u m. triceps surae (trojhlavý sval lýtkový), a to 14 %, a jako poslední m. tensor fasciae latae (napínač povázky stehenní), a to 24 %.

Při zhodnocení výsledků zkrácení pohybového aparátu jsme zjistili, že nejvyšší rozdíly mezi mladými hráči ledního hokeje ve věku 10–14 let a nesportovci ve stejném věku se nacházejí v oblasti bederní páteře, pánve a kyčelního kloubu.

Posuzování závěrečných výsledků u mladých hráčů ledního hokeje značí, že v tomto věku ještě není tak závažný problém u zkrácení. Je zde jedna svalová skupina, která dosahuje nad 55 % zkrácení, ale jinak se většina zkrácení pohybuje okolo 35 %, což v tomto věku, kdy se tělo dítěte vyvíjí, může být dáno rychlostí růstu nebo hmotností.

Tato bakalářská práce, se zaměřením na problematiku svalových dysbalancí, poruch svalového aparátu a zkrácení, zkoumala skupinu mladších hráčů ledního hokeje ve věku 10–14 let, kde tito probandí prováděli testy ve svém vlastním zájmu bez jakéhokoliv finančního ohodnocení. Tato práce byla pro nás velice zajímavá a přínosná, a bude sloužit k účelu zdokonalení se v trenérském oboru, aby trenéři věděli, že probandí v tomto věku také potřebují věnovat pozornost kompenzačním cvičením, regeneraci a tím předejít různým poruchám pohybového aparátu.

## 10 SUMMARY

The aim of our bachelor thesis was to point out the great problems in the area of the muscular apparatus in youth hockey players and by means of research to determine the results of shortened, weakened and poor movement stereotypes in a given age and comparison with children who do not sport or do not play any sport. Furthermore, it affects young ice hockey players and contributes to the emergence of these muscle shortening, imbalances and stereotypes.

The bachelor thesis is divided into two parts, the theoretical part and the practical part. In the first part of the work we describe the characteristics of movement development and define the movement system management, supporting the musculoskeletal system, muscular imbalance and the issue of basic attitude in ice hockey. Last but not least, also compensatory exercises, proper regeneration in the sports industry.

In the practical part of the thesis we deal with specific testing, measurement and methodology for evaluation of muscle weakness, movement stereotype and shortening. A total of one hundred and twenty-five probands took part in the examination, including seventy-five youth ice hockey players and fifty non-athletes aged 10-14.

We conducted testing and measurements at a hockey camp in April 2018, where youth players are preparing for the new season. We conducted testing and measurements in a group of non-athletes in March 2018. We recorded the results of tested probands in tables, which we then evaluated, expressed a percentage of the norm, where we wrote the probands who came out positive and then the second number of those who are shortened measured. We expressed the results in graphs. Then we compared the groups of youth hockey players and non-athletes, where the shortening manifests itself more and in what muscle group.

In the resulting two tables of youth ice hockey players and non-athletes, we are the most shortened muscle group. In the table for youth hockey players, we identified mm as the most shortened muscle. Flexores gene (knee flexors) in 59,3 %. The second most abbreviated muscle is rectus femoris (direct femoral muscle) 44 %. The third most shortened muscle is m. Iliopsoas (41 %). In the table for non-sporting individuals, the rectus abdominis (direct abdominal muscle) is the most truncated 74,4 %. The second most shortened muscle is mm. flexores gene (knee flexors) 72 %. The third muscle where we measured the highest number of truncations is m. Quadratus lumborum dexter (rectangular lumbar muscle) is 65,3 %. On the contrary, the least shortened muscles in



youth hockey players are mm. adductores femoris, where we measured 11, 3 %, the second least shortened muscle is m. triceps surae (calf muscle calf) 18 %. The last, least shortened muscle is the m. Tensor fasciae latae (stretcher of the femoral stretch) 19,3 %. In the case of non-athletes, we recorded the three lowest truncations in the muscles m. Adductores femoris 9,3 %, then also the triceps surae 14 % and the last m. Tensor fasciae latae 24 %.

In evaluating the results of the musculoskeletal shortening, we found that the highest differences between youth ice hockey players U10-U14 and non-athletes of the same age were found in the lumbar spine, pelvis and hip.

When judging the final results of youth ice hockey players, it indicates that the problem of shortening is not as serious a problem at this age. Where there is one muscle group that reaches over 55 %, but most of the shortening is about 35 %, which at this age, when the baby's body develops either at growth rate or weight.

This bachelor thesis is focused on problems of muscular imbalances, disorders of muscular apparatus and shortening of youth ice hockey players at the age of U10-U14, where these probands performed tests in their own interest without any financial reward. This work was very interesting and beneficial for us, and if it serves the purpose of improving the coaching field so that the probands in this age also need to pay attention to compensatory exercises, regeneration and thus to prevent various disorders of the musculoskeletal system.

## 11 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1. Dělení lidského věku (Riegerová, 2004).....	3
Obrázek 2. Základní hokejový postoj (Pavliš & Perič, 1996) .....	29
Obrázek 3. Rozdělení testované skupiny (%).....	33
Obrázek 4. Četnost sval. zkrácení u mladých hokejistů ve věku 10–14 let v oblasti šije a pletence ramenního kloubu (%).....	33
Obrázek 5. Četnost sval. zkrácení v oblasti dol. končetin u probandů ve věku od 10–14 let (%) .....	34
Obrázek 6. Četnost sval. dysbalancí v oblasti bederní páteře, pánve, kyčelního kloubu 10–14 let (%) .....	35
Obrázek 7. Frekvence sval. dysbalancí v oblasti šije a pletence ramenního kloubu 10–14 let (%) .....	35
Obrázek 8. Frekvence sval. dysbalancí v oblasti dolních končetin 10-14 let.....	37
Obrázek 9. Frekvence sval. dysbalancí v oblasti bederní páteře, pánve a kyčelního kloubu u dětí ve věku 10–14 let.....	38
Tabulka 1. Testování hokejisté .....	32
Tabulka 2. Testování nesportovci.....	32
Tabulka 3. Frekvence sval. dysbalancí v oblasti šije a pletence ramenního 10–14 let...	36
Tabulka 4. Frekvence svalových dysbalancí v oblasti a dolních končetin 10–14 let a jejich rozdíl- svaly posturální. ....	37
Tabulka 5. Frekvence svalových dysbalancí v oblasti bederní páteře, pánve, kyčelního kloubu 10–14 let .....	38

## 12 REFERENČNÍ SEZNAM

- Alter, M. J. (1999). *Strečink*. Praha: Grada.
- Beránková, L., Grmela, R., Kopřivová, J., & Sebera, M. (2012). *Zdravotní tělesná výchova*. Brno: Masarykova univerzita, Elporál.
- Bukač, L. (2005). *Intelekt, učení, dovednosti a koučování v ledním hokeji: komprehenzivní pohled na utkání, trénink a rozvoj individuálního herního výkonu*. Praha: Olympia.
- Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení*. Praha: Grada Publishing.
- Čermák, J. (1992). *Záda už mě nebolí*. Praha: Svojtka a Vašut.
- Čermák, J., Chválková, O., Botlíková, V., & Dvořáková, H. (2000). *Záda už mě nebolí*. Praha: Jan Vašut
- Čihák, R. (2002). *Anatomie 2*. Praha: Grada.
- Čihák, R. (2011). *Anatomie 1*. Praha: Grada Publishing
- Dlhoš, M. (2005). *Dynamika funkčních svalových změn u mladých tenistů. Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 12(2), 81-85
- Dobeš, M. (2011). *Diagnostika a terapie funkčních poruch pohybového systému (manuální terapie) pro fyzioterapeuty*. Horní Bludovice: Domiga.
- Dobešová, P. (2011). *Didaktika TV 1*. Ostrava: Ostravská univerzita.
- Dostálová, I. (2007). *Somatická charakteristika a analýza svalových funkcí dívek staršího školního věku se specificky zaměřenou pohybovou aktivitou*. Disertační práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Dostálová, I. (2013b). *Zdravotní tělesná výchova ve studijních programech Fakulty tělesné kultury*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Dostálová, I., & Gaul Aláčová, P. (2006). *Vyšetření svalového aparátu*. Olomouc: Hanex
- Dostálová, I., & Miklánková, L. (2005). *Protahování a posilování pro zdraví*. Olomouc: Hanex.

- Dostálová, I., & Sigmund, M. (2017). *Pohybový systém*. Olomouc: Poznání.
- Dylevský, I. (2011). *Základy funkční anatomie*. Olomouc: Poznání.
- Gannong, W.F. (2005). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Galén.
- Gasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press.
- Hálková, J., & kol. (2004). *Zdravotní tělesná výchova*. Praha.
- Hálková, J., & kol. (2009). *Zdravotní tělesná výchova: Speciální učební text I. část*. Praha.
- Janda, V. (1982). *Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch*. Brno: Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků.
- Janda, V. (1996). *Funkční svalový test*. Praha: Grada Publishing.
- Knudson, D. V. (2006). *Biomechanical principles of tennis technique: using science to improve your strokes*. Ursa.
- Kobzová, J. (1995). *Stav hlavních skupin posturálních tonických svalů u sportující mládeže*. Praha: FTVS UK.
- Kolář, P. et al. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Langmeier, J. & Krejčířová, D. (1998). *Vývojová psychologie*. Praha: Grada Publishing
- Lewit, K. (1996). *Manipulační léčba*. Leipzig: Johann Ambrosius Barth, Praha: Česká lékařská společnost J.E.Purkyně.
- Lewit, K. (2003). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. Praha: Sdělovací technika a Česká lékařská společnost J.E. Purkyně.
- Majkus, L. (2010). *Hodnocení zapojení vybraných svalových skupin v jízdě vpřed v ledním hokeji pomocí povrchové elektromyografie*. Diplomová práce. Praha: FTVS UK.
- Melichna, J. (1990). *Pohyb a morfologická adaptabilita kosterního svalu*. Praha: Karolinum.
- Nykodým, J. (2009). *Koordinální schopnosti a motorické učení v základním bruslení*. Brno: BMS creative.

- Pavliš, Z. (2003). *Školení trenérů ledního hokeje*. Praha: Český svaz ledního hokeje.
- Pavliš, Z., & Perič, Z. (1996). *Abeceda hokejového bruslení*. Praha: Český svaz ledního hokeje.
- Perič, T. (2008). *Sportovní příprava dětí*. Praha: Grada
- Přidalová, M., & Riegerová, J. (2002). *Funkční anatomie I*. Olomouc: Hanex.
- Pytlík, J. (2015). *Hokejové bruslení*. Praha: Grada Publishing.
- Rašev, E. (1992). *Škola zad*. Praha: Direkta
- Riegerová, J. (1997). *Zamyšlení nad rozбором svalových funkcí u studentů tělesné výchovy FTK UP v Olomouci*. In J. Riegerová (Ed.), Sborník III. celostátní konference v oboru funkční antropologie a zdraví tělesné výchovy. Olomouc: Univerzita Palackého
- Riegerová, J. (2004). *Hodnocení posturálních funkcí a pohybových stereotypů u dětské populace nespportovců a dětí zabývajících se různými druhy sportovní činností*. Česká antropologie, 54, 161-171.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex
- Říčan, P. (2004). *Cesta životem*. Praha: Portál
- Schreiber, M. et al. (1998). *Funkční somatologie*. Jinočany: H & H
- Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2004). *Atlas fyziologie člověka*. Praha: Grada Publishing.
- Trojan, S. et al. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing
- Véle, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing
- Zapletalová, L. (2002). *Ontogonéza motorické výkonnosti 7–18ročních chlapců a dívkat Slovenskej republiky*. Bratislava: Slovenská vědecká spoločnosť pre tělesnú výchovu a šport