

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

Sledování svalových dysbalancí, postury
a biologického proporcionálního věku u hráčů
basketbalu

Diplomová práce
(Magisterská)

Autor: Bc. Jan Barnet, obor fyzioterapie
Vedoucí práce: MUDr. Renata Vařeková, Ph.D.
Olomouc 2019

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. Jan Barnet

Název diplomové práce: Sledování svalových dysbalancí, postury a biologického proporcionálního věku u hráčů basketbalu

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Vedoucí diplomové práce: MUDr. Renata Vařeková, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2019

Abstrakt: Diplomová práce sleduje změny svalových dysbalancí, postury a biologického proporcionálního věku u hráčů basketbalu věkové kategorie U15. Po vstupním vyšetření (říjen 2016) byla do tréninku sportovců zařazena intervence na základě zjištěných svalových dysbalancí. Nejčastěji zkrácenými svaly byly *m. rectus femoris*, adduktory kyčelního kloubu a hamstringy. Výstupní vyšetření proběhlo po dvou letech (listopad 2018). S výjimkou *m. tensor fasciae latae* došlo celkově k poklesu zastoupení svalového zkrácení/oslabení u basketbalistů. U většiny jedinců však nebyla zaznamenána změna. Došlo ke statisticky významnému ($p < 0,01$) zlepšení postury hráčů. Nejčastějším úrazem během sledovaného období byla distorze hlezenního kloubu. Z hlediska biologického proporcionálního věku ke konci výzkumu již téměř všichni probandi opustili rizikové období PHV ± 1 rok a mohou být plně zatěžováni. Hodnocení svalových dysbalancí, postury a biologického proporcionálního věku lze využít při určení sportovců s vyšším rizikem zranění, kterým se dá předcházet aplikací vhodných preventivních opatření a kompenzačních cviků.

Klíčová slova: svalová dysbalance, postura, biologický proporcionální věk, riziko zranění, basketbal

Souhlasím s půjčováním této diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Bc. Jan Barnet

Title of the Master's thesis: Monitoring of the muscular imbalances, posture and biological proportional age of basketball players

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

Supervisor: MUDr. Renata Vařeková, Ph.D.

The year of presentation: 2019

Abstract: This diploma thesis is focused on monitoring of the muscular imbalances, posture and biological proportional age of basketball players of the U15 age category. After the initial examination (October 2016) an intervention based on the found muscular imbalances was introduced in the player's training programmes. The most frequently occurring shortened muscles were *m. rectus femoris*, hip joint adductors and hamstrings. The final examination was performed after two years (November 2018). With the exception of *m. tensor fasciae latae*, a general decrease of muscular shortening/weakening was observed in the basketball players. However, no change was recorded in majority of the individuals. There was a statistically significant improvement of the players' postures ($p < 0.01$). The most common injury during the monitoring period was an ankle distortion. Regarding the biological proportional age, almost all probands had finished the risky period of $PHV \pm 1$ year by the end of the monitoring period and can be exposed to a complete workout. The evaluation of muscular imbalances, posture and biological proportional age can be used to identify the individuals with a higher risk of injury, which can be prevented by the application of proper precautions and compensation exercises.

Key words: muscular imbalance, posture, biological proportional age, risk of injury, basketball

I agree with lending of the thesis within the library services.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením MUDr. Renaty Vařekové, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 24. 4. 2019

.....

vlastnoruční podpis

Diplomová práce vznikla za podpory projektu grantové agentury České republiky č. GA16-13750S s názvem „Kumulativní efekt únavy na neuromuskulární řízení kolene a riziko zranění u mladých sportovců během růstu a zrání.“

Děkuji MUDr. Renatě Vařeková, Ph.D. za pomoc a cenné rady, které mi poskytla při vedení a zpracování diplomové práce. Dále děkuji RNDr. Milanu Elfmarkovi za statistické zpracování dat. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat také své rodině za podporu při psaní této práce i v průběhu celého studia.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ACL	anterior cruciate ligament
APHV	age at peak height velocity
BMD	bone mineral density
CNS	centrální nervová soustava
DNS	Dynamická neuromuskulární stabilizace
dx.	dexter, pravý
lig.	ligamentum
m.	musculus
mm.	musculi
N	norma (nezkrácený/neoslabený)
NSAIDs	nonsteroidal anti-inflammatory drugs
O	oslabený
PHV	peak height velocity
PNF	Proprioceptivní neuromuskulární facilitace
ROM	range of motion
sin.	sinister, levý
TrP	Trigger Point
U15	starší žáci
VDT	vadné držení těla
Z	zkrácený

Obsah

1.	Úvod	9
2	Přehled poznatků	10
2.1	Svalové dysbalance	10
2.2	Postura.....	19
2.3	Onemocnění a zranění v basketbalu.....	21
2.4	Kompenzační cvičení a prevence v basketbalu.....	25
2.5	Riziko poranění u mladých sportovců.....	30
2.6	Biologický proporcionální věk.....	32
2.7	Výpočet biologického proporcionálního věku	33
3	Cíle a výzkumné otázky	35
3.1	Dílčí cíle práce	35
3.2	Výzkumné otázky.....	35
4	Metodika.....	36
4.1	Charakteristika výzkumného souboru	36
4.2	Měření	36
4.3	Měření svalových dysbalancí	37
4.4	Hodnocení postury	37
4.5	Stanovení biologického proporcionálního věku.....	37
4.6	Statistické zpracování dat.....	38
4.7	Limity studie	38
5	Výsledky.....	39
5.1	Měření svalových dysbalancí	39
5.2	Hodnocení postury	41
5.3	Stanovení biologického proporcionálního věku.....	42
5.4	Výskyt zranění	43

6	Diskuze.....	44
7	Závěry.....	52
8	Souhrn.....	54
9	Summary.....	55
10	Referenční seznam.....	56
11	Přílohy.....	63

1. Úvod

V moderní společnosti je široce rozšířena hypoaktivita. Velké množství lidí má nedostatek přirozeného pohybu. Zvláště alarmující je tato skutečnost u dětí a adolescentů. Jsou ohroženi vadným držením těla a s ním spojenými svalovými dysbalancemi. Na druhé straně dochází k přílišné a rané specializaci. Trenéři i rodiče mají na mladé sportovce obrovské nároky. K uskutečnění požadovaných sportovních výsledků je zapotřebí častého a tvrdého tréninku. V raném věku je však vhodnější a zdravější rozvíjet všestrannou pohybovou aktivitu.

Místo toho jsou mladí sportovci vystaveni mimořádné a jednostranné zátěži, poněvadž za kritérium úspěchu je považován co nejlepší sportovní výsledek. Děje se tak často na úkor jejich zdraví. Jsou přetrénovaní a v důsledku jednostranného zatěžování a absence kompenzačních cvičení a protahování se u nich rozvíjejí svalové dysbalance, které negativně ovlivňují zdraví ve smyslu vzniku závažnějších zranění a v konečném důsledku tak paradoxně vedou ke zhoršení sportovních výsledků. Pokud je organismus již v mládí takto opotřebováván, jaký můžeme očekávat zdravotní stav v pokročilejším věku? Trenéři i týmoví fyzioterapeuti by proto měli sledovat a preventivně vyšetřovat svoje svěřence, k čemuž lze využít mnoho jednoduchých testů. Mohou testovat svalové zkrácení, či oslabení predisponovaných svalů, hodnotit základní pohybové stereotypy a dle nich volit vhodnou intervenci.

Vzhledem k nedostatku financí bohužel některé týmy nemají vlastního fyzioterapeuta. Trenéři často nepřikládají dostatečnou váhu prevenci, ale ani léčbě případných zranění. Nedoléčené úrazy, jejich přecházení a nešetrný návrat do tréninku mohou mít na mladý organismus nedozírné následky. Fyzioterapeut sleduje hráče nejen z hlediska výkonnostního, ale i z hlediska pohybových stereotypů, správné centrace kloubů během pohybu a může hráče upozornit na chybnou a přetěžující techniku, která se projeví až v dlouhodobém časovém horizontu. Role fyzioterapeuta je však v týmu důležitá i z jiného hlediska, není jenom členem realizačního týmu, často je pro sportovce i psychickou podporou.

2 Přehled poznatků

2.1 Svalové dysbalance

Profesor Janda ve své práci *Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch* rozdělil svaly na dva svalové systémy dle převažující funkce. Fázické svaly mají tendenci k útlumovým projevům. Jsou predilekčně náchylné k hypotonii, oslabení a hypoaktivaci v nejrůznějších pohybových stereotypech. Mají funkci dynamickou. Posturální (tonické) svaly mají antigravitační funkci a zřetelnou tendenci k hypertonii a zkrácení. Janda (1982) definuje svalové zkrácení jako stav, kdy sval nedosahuje své normální délky. Dle stupně zkrácení a anatomického vztahu ke kloubu může takový sval vychylovat kloub z nulového postavení. Reakce svalů je za určitých podmínek systematická a lze předvídat, jak bude vypadat klinický obraz. Obraz svalových dysbalancí bývá u lidí tak charakteristický, že Janda hovoří o syndromech (horní a dolní zkřížený syndrom, vrstvý syndrom). Pozdější výzkum ukázal, že mezi oběma systémy existují rozdíly na úrovni řízení, tedy motoneuronů. Proto se někdy hovoří o motorických jednotkách fázických a motorických jednotkách tonických. Fázické motoneurony (velké alfa-motoneurony) inervují bílá svalová vlákna a tonické motoneurony (malé alfa-motoneurony) červená svalová vlákna. Oba typy jednotek jsou ve svaích zastoupeny v různém poměru a podle převahy motorických jednotek rozdělujeme svaly na ty s převážně posturální funkcí a fázickou funkcí. Tonické motoneurony se vyznačují delším trváním záškubu i dekontrakce, kdežto fázické motoneurony mají kratší délku záškubu i dekontrakce (Kolář, 2001).

Chaitow (2006) upozorňuje, že kromě Jandy si mnoho dalších výzkumníků všimlo, že svaly mající stabilizační funkci, mají tendenci ke zkrácení, zatímco svaly sloužící spíše k pohybu (fázické) mají tendenci oslabovat. K podobným závěrům došli Lewit, Korr, Basmajian, Liebenson a další. Tabulky 1-3 shrnují tonické a fyzické svaly dolních končetin, trupu a horních končetin.

Tabulka 1. Tónické a fázické svaly dolních končetin, upraveno dle Koláře (2002) a Poděbradské (2018).

Tónické svaly	Fázické svaly
<i>m. flexor hallucis longus et brevis</i>	<i>m. extensor hallucis longus et brevis</i>
<i>m. flexor digitorum longus et brevis</i>	<i>m. extensor digitorum longus et brevis</i>
<i>m. quadratus plantae</i>	<i>m. adductor hallucis</i>
<i>m. abductor hallucis</i>	<i>m. peroneus longus et brevis</i>
<i>m. soleus</i>	<i>mm. gastrocnemii</i>
<i>m. tibialis anterior</i>	<i>m. gluteus maximus</i>
<i>m. tibialis posteriori</i>	<i>m. gluteus medius</i>
<i>m. biceps femoris</i>	<i>m. gluteus minimus</i>
<i>m. semitendinosus</i>	<i>m. vastus intermedius</i>
<i>m. semimebranosus</i>	<i>m. vastus lateralis</i>
<i>m. adductor magnus</i>	<i>m. vastus medialis</i>
<i>m. adductor Lotus</i>	<i>m. gracilis</i>
<i>m. adductor brevis</i>	zevní rotátory kyčelního kloubu
<i>m. tensor fasciae latae</i>	
<i>m. rectus femoris</i>	
<i>m. iliopsoas</i>	

Tabulka 2. Tónické a fázické svaly trupu, upraveno dle Koláře (2002) a Poděbradské (2018).

Tónické svaly	Fázické svaly
<i>m. semispinalis capitis</i>	<i>m. longus capitis</i>
<i>m. semispinalis cervicis</i>	<i>m. longus colli</i>
<i>m. sternocleidomastoideus</i>	<i>m. rectus capitis anterior</i>
<i>mm. scaleni</i>	<i>m. splenius capitis</i>
<i>m. quadratus lumborum</i>	<i>m. rectus abdominis</i>
<i>m. iliocostalis lumborum</i>	<i>m. obliquus abdominis externus</i>
<i>m. longissimus lumborum</i>	<i>m. obliquus abdominis internus</i>
<i>m. iliocostalis thoracis</i>	<i>m. transversus abdominis</i>

Zařazení skalenových svalů je sporné. U někoho mohou být oslabené a u jiného člověka zkrácené a někdy dokonce obojí. Jsou považovány obecně za posturální ale někdy také za „obojetné“ svaly (Chaitow, 2006).

Tabulka 3. Tónické a fázické svaly horních končetin, upraveno Koláře (2002) a Poděbradské (2018).

Tonické svaly	Fázické svaly
<i>m. adductor pollicis</i>	<i>m. abductor pollicis brevis et longus</i>
<i>m. flexor digiti minimi</i>	<i>m. opponens pollicis</i>
<i>mm. interossei palmares</i>	<i>mm. interossei dorsales</i>
<i>m. palmaris longus</i>	<i>m. extensor digiti minimi</i>
<i>m. flexor digitorum superficialis et profundus</i>	<i>m. extensor digitorum</i>
<i>m. flexor pollicis longus</i>	<i>m. extensor pollicis longus</i>
<i>m. flexor carpi ulnaris</i>	<i>m. extensor carpi ulnaris</i>
<i>m. flexor carpi radialis</i>	<i>m. extensor carpi radialis longus et brevis</i>
<i>m. pronator teres</i>	<i>m. extensor indicis</i>
<i>m. pronator quadratus</i>	<i>m. supinator</i>
<i>m. biceps brachii caput breve</i>	<i>m. biceps brachii caput longum</i>
<i>m. brachioradialis</i>	<i>m. anconeus</i>
<i>m. triceps brachii caput longum</i>	<i>m. triceps brachii caput laterale et mediale</i>
<i>m. subscapularis</i>	<i>m. teres minor</i>
<i>m. pectoralis major</i>	<i>m. infraspinatus</i>
<i>m. pectoralis minor</i>	<i>m. supraspinatus</i>
<i>m. teres major</i>	<i>m. serratus anterior</i>
<i>m. latissimus dorsi</i>	<i>m. deltoidem</i>
<i>m. coracobrachialis</i>	<i>m. biceps brachii caput longum</i>
<i>m. trapezius superior</i>	<i>m. trapezius medius et inferior</i>
<i>m. levator scapulae</i>	<i>mm. rhomboidei</i>

Svalovou rovnováhu lze definovat jako relativní rovnováhu svalové síly a protažitelnosti (extenzibility) mezi agonisty a antagonisty, což je nezbytné k jejich optimální funkci a pohybu. Na svalovou rovnováhu lze nahlížet také z pohledu síly svalů na pravé a levé straně těla. Nápadné bývají dysbalance mezi dominantními a nedominantními končetinami, jak horními tak i dolními. Přirozený lidský pohyb je reciproční a vyžaduje koordinaci antagonistických svalových skupin. Svalová nerovnováha (dysbalance) je stav, kdy nepoměr v síle a extenzibilitě agonistů a antagonistů zabraňuje fyziologickému pohybu. Svalové dysbalance vznikají na podkladě adaptace či dysfunkce. Často je nacházíme u sportovců vlivem adaptace na specifické pohybové vzory. U halových běžců byly například popsány adaptační změny invertorů a evertorů hlezenního kloubu na sklon běžecké dráhy. Rozdíly v síle

i flexibilitě lze vysledovat i u hráčů na různých hracích postech. Z důvodů častých svalových dysbalancí u sportovců by měly být sledovány a podchyceny včas, než začnou snižovat výkon a stanou se patologickými. Pokud dochází vlivem svalové nerovnováhy k narušení funkce, která musí být kompenzována náhradním pohybovým vzorem, lze ji již považovat za patologickou. Bolest může i nemusí být přítomna. Některá zranění mohou vést k svalovým dysbalancím a naopak neřešené dysbalance mohou vést k menším i závažnějším úrazům (Page, Frank & Lardner, 2010).

Existují 2 hlavní proudy v objasnění původu svalových dysbalancí. První vysvětluje jejich vznik mnohonásobným opakováním pohybových vzorů a dlouhodobým špatným držením těla. Za příčiny jsou tedy považovány pouze biomechanické faktory a jedná se o biomechanické paradigma, jehož zastáncem je např. Kendall. Vladimír Janda byl autorem neurologického paradigmatu, přesto uznával důležitost a vliv biomechanických mechanismů. Dle Jandy jsou svaly v důsledku odlišeného zapojování v průběhu pohybu předurčeny k nerovnováze. Řídicí systém mění zapojení svalů a nabírá motorické jednotky ve snaze stabilizovat a chránit klouby. Změny ovlivňují svalovou rovnováhu, pohybové vzory a v zásadě celý motorický program. Chronická bolest muskuloskeletálního původu a svalové dysbalance jsou funkční patologií zprostředkovanou centrální nervovou soustavou. Janda svůj přístup založil na pozorování pacientů s chronickou bolestí zad, kteří vykazují stejné vzorce svalového zkrácení a oslabení jako pacienti trpící lézí horních motoneuronů (mozková obrna) i když v mnohem menší míře. Svalová nerovnováha často začíná po úrazu nebo patologii a vede k bolesti a zánětu. Dysbalance může vzniknout pozměněnou propriocepcí z abnormální polohy nebo pohybu v kloubu, což vede buď ke zkrácení (hypertonicitě) nebo k oslabení (inhibici) a vzniká lokalizovaná svalovou nerovnováha. Tato nerovnováha je v podstatě odezvou motorického systému snažícího se udržet homeostázu. Postupem času si nerovnováhu CNS osvojuje jako nový vzor, čímž pokračuje cyklus bolesti a dysfunkce. Janda věřil, že svalová nerovnováha je výrazem zhoršené regulace neuromuskulárního systému, která se projevuje jako systémová odezva zahrnující často celé tělo (Page et al., 2010).

Kolář nahlíží na tonické a fázické svaly skrze vývojovou ontogenezi. Hlavní funkční rozdíl mezi oběma systémy spatřuje v jejich posturální integraci, tedy časovém řazení do průběhu zranění vzpřímeného držení těla. Svaly posturální (tónické) inklinující ke zkrácení jsou z fylogenetického, resp. ontogenetického hlediska starší než svaly

fázické s tendencí k oslabení. Tabulka 4 shrnuje vlastnosti obou systémů. Aktivace fázických svalů začíná od druhé půlky prvního trimestru a ty jsou vázány na vývojově mladší a fragilnější část morfologie skeletu, který podmiňují ve vývoji. Formativní vliv fázických svalů ovlivňuje vývoj mnoha anatomických struktur – úhel anteverze krčku, kolodiazární úhel, úhel tibiálního plató, rotaci bérců, příčnou a podélnou klenbu nohy, horizontální postavení klíčních kostí a vývoj jejich torze, fyziologické zakřivení páteře, rozvíjení hrudního koše atd. Vlivem dozrání posturálních funkcí fázického systému (ve čtyřech letech) je vytvořen základ k plné morfologické zralosti kostry. Fázický systém nastupuje do držení těla dítěte jako celek (globální model) a jeho aktivací automaticky nastupují do funkce i ostatní fázické svaly (zevní rotátory a abduktory kyčelního kloubu, zevní rotátory a abduktory ramenního kloubu, hluboké extenzory páteře, dolní fixátory lopatek). Fázický i tonický systém reagují jako funkční jednotky a jsou reflexně propojeny. Dojde-li k oslabení některého ze svalů vývojově mladšího systému, dochází automaticky ke změně postavení v kloubu reflexní iradiací inhibice do celého fázického systému. Rozvíjí se celková převaha ontogeneticky staršího systému svalů posturálních. Naopak tonizací (facilitací) některého svalu fázického (vývojově mladšího) dochází k automatickému útlumu v celém tónickém (vývojově starším) systému. Reflexní vztahy existují i mezi svaly velmi vzdálenými, například mezi horní částí trapézového svalu jako zástupcem tonického systému a *m. vastus medialis* jako reprezentantem fázického systému. Stejně tak oslabením *m. serratus anterior* dochází k oslabení hýžďových, hlubokých flexorů krku i dalších svalů fázického systému (Kolář, 2001; Kolář, 2002).

Tabulka 4. Rozdíly mezi tonickým a fázickým svalovým systémem (upraveno dle Page, Frank & Lardner, 2010).

Tonický systém	Fázický systém
fylogeneticky starší	fylogeneticky mladší
svaly posturální a obecně flexory	obecně extenzory
tendence k hypertonii, zkrácení a kontrakturám	tendence k hypotonii, oslabení a prodloužení
snadno zapojitelné do pohybových stereotypů, zvláště při únavě, nových a komplexních pohybech	méně snadno zapojitelné do většiny pohybových vzorů (opožděná aktivace)
odolávají atrofii	náchylnější k atrofii
méně fragilní	více fragilní
typicky jednokloubové svaly	typicky dvoukloubové svaly

Janda (1996) definuje svalové zkrácení jako stav, při kterém dochází z různých příčin ke klidovému zkrácení svalu a ten při pasivním natahování neumožní dosáhnout plného rozsahu pohybu v kloubu. Vyšetření zkrácených svalových skupin vyžaduje standardizovaný postup, při kterém musíme zachovávat dané výchozí polohy, přesné fixace a směr pohybu. Snížení svalové síly lze hodnotit například pomocí svalového testu. Ohodnocení je problematické, protože na daném pohybu se více či méně podílejí i další svaly. Často není sval fakticky oslaben, ale je změněno jeho postavení v rámci pohybového stereotypu. Což se projevuje dvěma příznaky. Zaprvé je opožděn nástup svalu do aktivace, takže se mění pořadí zapojení svalů ve stereotypu. Prvně jsou aktivovány neutlumené synergistické a zkrácené stabilizační svaly. Za druhé dochází k snížení aktivity příslušného svalu, v extrémním případě může být až zcela afunkční. Takovému svalu může být nesprávně přiřazen stupeň svalové síly 0. Většinou jej však lze aktivovat v jiné poloze či po správné facilitaci. Janda takto oslabený sval demonstroval na příkladu *m. gluteus maximus* při polymyografii stereotypu extenze kyčelního kloubu vleže na břiše. Při správném provedení dochází k přednostní aktivaci *m. gluteus maximus*, který je hlavním svalem vykonávající extenzi v kyčli. Naopak při jeho chybném zařazení do stereotypu, dochází k jeho aktivaci později a mnohem méně,

naopak převládají ischiokrurální svaly a homolaterální i kontralaterální paravertebrální svaly (Janda, 1982).

Svalové dysbalance mají tendenci objevovat se společně a tvoří klinický obraz syndromů popsaných Jandou.

Dolní zkřížený syndrom

Při dolním zkříženém syndromu jsou v nerovnováze následující svalové skupiny:

- oslabené *mm. glutei maximi* a zkrácené flexory kyčelních kloubů (*m. iliopsoas*, *m. rectus femoris*)
- oslabené břišní svaly a zkrácené bederní extenzory trupu
- oslabené *mm. glutei medii* a zkrácené tensory stehenní povázky a *mm. quadrati lumborum*

Nejedná se pouze o nerovnováhu mezi agonisty a antagonisty, ale i o substituci funkce oslabených *mm. glutei medii* tensory stehenní povázky a *mm. quadrati lumborum*. Flexory kyčle zase substituují insuficienci slabých břišních svalů. Dále je narušen mechanismus odvíjení trupu od podložky při posazování z lehu a při narovnávání z předklonu. Ve způsobu držení těla je patrná anteverze pánve a hyperlordóza. Při dysbalanci mezi extenzory a flexory kyčelního kloubu bývá hyperlordóza lumbosakrální, kdežto při nerovnováze mezi břišními svaly a erektory trupu bývá hyperlordóza situována výše v bederní oblasti. Zvýšenou anteverzi pánve se snaží stabilizovat ischiokrurální svaly, které zvyšují svoje napětí a zkracují se (Lewit, 2003).

Horní zkřížený syndrom

Při horním zkříženém syndromu jsou v nerovnováze následující svalové skupiny:

- zkrácené horní a oslabené dolní fixátory lopatek
- zkrácené *mm. pectorales* a oslabené *mm. rhomboidei*
- zkrácené extenzory krku včetně horní části *m. trapezius* a kývače a oslabené hluboké flexory krku (*m. longus colli*, *m. longus capitis*)

Dále může dojít ke zkrácení horní části *ligamentum nuchae*, které fixuje hyperlordózu v horní oblasti krku. Zvýšené napětí prsních svalů způsobuje předsunuté

držení ramen a zakulacená záda. Typ dýchání je zpravidla horní s hyperaktivitou skalenových svalů a TrP na bránici (Lewit, 2003).

Vrstvový syndrom

Vrstvový syndrom je charakterizován střídáním vrstev hypertrofických a oslabených svalů. Kaudokraniálním směrem pozorujeme nejprve hypertrofické ischiokrurální svaly, nad nimi ochablé gluteální svaly a málo vyvinuté bederní vzpřimovače přecházející do nadměrně vyvinutých extenzorů v thorakolumbálním přechodu, následuje hypotonické mezilopatkové svalstvo a nad nimi tuhé a hypertrofické horní fixátory lopatky. Zepředu lze pozorovat vyklenutí dolní části břišní stěny, laterálně na obě strany je břišní stěna vtažena v místech hypertonických šikmých břišních svalů. Při tomto syndromu se vyskytuje hypermobilita (především v křížové krajině) ve vrstvách oslabených a hypomobilita a tuhost ve vrstvách hypertonických. Při vzniku vrstvého syndromu hrají významnou roli dysfunkční chodidla. Za normálních okolností jsou výkyvy rovnováhy vyrovnány pomocí chodidla a prstů respektive svaly chodidla a bérků. Nošení obuvi však tyto svaly utlumuje a jejich funkci přebírají svaly stehna, hýždí a trupu, které se stávají hyperaktivními (Lewit, 2003).

Ovlivnění svalových dysbalancí

Dřívější přístup k řešení svalových dysbalancí spočíval v protahování zkrácených svalů a posilování oslabených svalů. S rozvojem fyzioterapie je na výběr mnoho metod a konceptů, které se nezaměřují přímo na řešení svalových dysbalancí, ale na muskuloskeletální systém jako celek. Dnešní rehabilitace je založená na úzkém vztahu mezi CNS a periferním výkonným systémem. Logickým předpokladem je, že zlepšením aference do CNS dojde i k zlepšení eference, což se projeví na muskuloskeletálním systému. Ten se skládá ze svalů, kloubů, vazů, šlach a fascií a dle Jandy spolu s CNS tvoří funkční jednotku tzv. sensorimotorický systém. Janda navrhl, aby terapie byla rozdělena do tří stupňů (Page et al., 2010).

- I. **Normalizace periferních struktur.** Patologické struktury musí být ošetřeny, aby došlo k zlepšení kvality informací, které přicházejí do CNS.
- II. **Obnovení svalové rovnováhy.** Fázičkový a tonický systém musí být v rovnováze, aby došlo k zlepšení koordinace a správnému zapojování svalů

III. Facilitace aferentními vstupy a senzomotorický trénink. Tento trénink zlepšuje koordinaci pohybu, při které dochází k ideálnímu zatěžování biologických struktur.

Při řešení muskuloskeletálních patologií máme na výběr z mnoha metod a konceptů. V České republice je jedním z nich dynamická neuromuskulární stabilizace (DNS). DNS je diagnostický a rehabilitační koncept vycházející z principů vývojové kineziologie. Byl založen panem profesorem Pavlem Kolářem, který vycházel z pozorování malých dětí a vývojové kineziologie. Koncept DNS má široké využití v klasické i sportovní rehabilitaci, jak při léčbě muskuloskeletálních poruch, tak i v prevenci přetížení a zranění (Frank, Kobesova & Kolar, 2013).

DNS v sobě zahrnuje vrozené motorické programy, které umožňují novorozenci dosáhnout ideální postury, optimálního dechového stereotypu a funkční kloubní centrace během všech pohybů v průběhu zdravé ontogeneze. Principem DNS je návrat k těmto optimálním pohybovým vzorům. Správné zapojení trupové stabilizace je základ pro ideální posturu i centraci kloubů během pohybu. Klade se důraz na optimální souhru svalů posturálních a fázických, která nastává při ideální trupové stabilizaci a centraci kloubů (Davidek, Andel & Kobesova, 2018).

2.2 Postura

Kolář (2009) posturu (držení těla) chápe jako aktivní držení segmentů těla proti působení zevních sil, z nichž nejdůležitější význam má síla tíhová. Postura není synonymem pouze pro vzpřímený stoj nebo sed, je součástí jakékoli polohy a především každého pohybu. Postura je také základní podmínkou pohybu a nikoli naopak. Rudolf Magnus napsal, že postura následuje pohyb jako stín.

Držení těla v gravitačním poli sestává z udržování nastavené vzpřímené polohy těla doprovázené průběžnými korekcemi. K zabránění změně polohy těla nebo segmentu slouží tzv. posturální pohybová funkce. Jedná se o tonický pohyb izometrické povahy kombinovaný s fázickými korekčními pohyby, udržujícími stálé napětí a tím i polohu. Někdy je pro tento pohyb využíván méně vhodný termín statický pohyb. Posturální pohybová funkce zajišťuje vzpřímenou polohu, vzpřímenou chůzi a umožňuje uvolnění horních končetin pro manipulaci (Véle, 2012).

Čápová (2016) hovoří o tzv. posturální motorice, což je senzomotorický systém, kterým se naše tělo vyrovnává s vlivem gravitace a získává posturální jistotu. Posturální motorika vždy zajišťuje výchozí (startovací) polohu neboli atitudu. Atituda je účelově, cíleně zaměřená postura. Probíhající pohyb je stabilizován i během jeho průběhu a ke konci pohybové sekvence dochází k ustanovení konečné polohy, jež je atitudou pro další pohybovou sekvenci. Postura tedy neoddělitelně provází každou komponentu realizovaného pohybu. Není-li postura/atituda ideální či je přímo patologická, je stejně neideální či patologický průběh pohybu i konečná postura. Je důležité si uvědomit, že realizace požadovaného pohybu je více ovlivněna vstupní posturou, než pohybem samotným.

Posturu lze hodnotit různými způsoby, přičemž všechny vykazují nedokonalosti. Existuje mnoho přístupů v jejím hodnocení. Různé náhledy na ideální posturu najdeme v Pilates, Brüggerově konceptu, v pracích Frejky, Lomíčka a Jaroše, Kendalla, a dalších (Kolář, 2009). Je vhodné využít videozáznam, kde je zaznamenána dynamika stoje a pohybu. Jednoduchým a spolehlivým testem je test držení dle Matthiase určený pro děti od 4 let. Dítě ve stoji předpaží ruce do 90° a drží je 30 sekund. Pokud dojde k záklonu hlavy či horního hrudníku, ramena jdou do protrakce a dojde k prominenci břicha, jedná se o vadné držení. Dalším způsobem hodnocení držení těla jsou siluetografy, zvláště pro chlapce a dívky dle Kleina, Thomase a Mayera. V ČR

obdobnou metodu vypracovali Jaroš a Lomíček, kteří číselně hodnotí držení hlavy a paží, hrudníku, břicha a postavení pánve, křivku zad a dolní končetiny. Součtem známek se stanoví hodnocení držení těla (Haladová & Nechvátalová, 2005).

Dle Véleho (2012) začínáme vyšetření postury již při vstupním rozhovoru a celkovým pohledem na pacienta. Pokračujeme hodnocením navykého držení těla vestoje i vsedě. Podrobně sledujeme tvar i aktuální uspořádání segmentů těla. Sahrman (2002) shledává, že než celkové držení těla (lordotizace/kyfotizace) v sagitální rovině je pravděpodobně důležitější postavení dvou segmentů ve více rovinách. Například, prohloubení bederního lordózy můžeme dobře pozorovat, ale jeden obratel většinou nemůže měnit pozici se sousedním obratlem o více než pár milimetrů. Závažnější může být asymetrie v rotaci mezi 2 sousedními obratli. Dva rozdílně rotované obratle mohou být problematictější než výrazná hyperlordóza zahrnující 5 obratlů. Nicméně v hodnocení postury bychom se neměli zaměřovat pouze na posuzování nastavení určité části těla vůči bezprostředně sousedícímu segmentu. Důležité je také sledovat celkové postavení segmentů těla od hlavy k chodidlu, včetně celkového zakřivení páteře.

Při vadném držení těla jsou klouby v tzv. decentrovaném postavení a svaly, které toto postavení zajišťují, nejsou v rovnováze. Funkční centrace je postavení v kloubu, které umožňuje jeho optimální statické zatížení a tím optimální posturu. Jde o funkční postavení, při kterém je v kloubu při dané poloze maximální rozložení tlaku na kloubních plochách. Rovnoměrné rozložení tlaku při vadném držení těla a decentraci kloubů není možné, vždy nacházíme svalovou nerovnováhu a opět se tak dostáváme ke svalovým dysbalancím (Kolář, 2002).

2.3 Onemocnění a zranění v basketbalu

Dovednosti charakteristické pro basketbal jsou dribling, střelba na koš, výskoky, doskoky, přihrávky a obrana. Herní dovednosti jsou přerušovány pauzami při střídání či přerušení hry. Pro basketbal je typická kolísavá intenzita zatížení. Během zápasu hráč naběhá asi 5 – 7 km, vyskočí 40 – 50krát, změní směr až 640krát a rychlost až 440krát. Pohyb v basketbalu vykonávají svaly dolních i horních končetin. Při výskocích, doskocích a běhu jsou zejména aktivovány *m. gluteus maximus*, hamstringy, *m. quadriceps femoris* a *m. triceps surae*. Střelbu na koš vykonávají především svaly horních končetin. V přípravné fázi se aktivují flexory ramen (klavikulární část *m. deltoideus*, *m. coracobrachialis* a krátká hlava *m. biceps brachii*). V odhodové fázi se k flexorům ramene připojují extenzory lokte (*m. triceps brachii*, *m. anconeus*) a flexory zápěstí (*m. flexor carpi radialis*, *m. flexor carpi ulnaris* a *m. palmaris longus*) (Bernaciková, Kapounková & Novotný, 2011).

Profesionální basketbal klade velké nároky na hráče, přičemž celkové nároky na každého hráče se mohou lišit v důsledku specifických rolí hráče, hracího času a tréninkového plánu. V jedné 48 minutové hře může jeden hráč uběhnout mírnou, střední i vysokou intenzitou celkovou vzdálenost větší než 6 kilometrů. Hra zahrnuje rychlé změny směru a náročné výskoky (Mangine et al., 2014). V basketbalu se nejčastěji setkáváme se zraněním kotníku, která odpovídají asi za poloviny času, který sportovci nemohou hrát a trénovat. Téměř polovina (45%) zranění kotníku vzniká během došlapu/doskoku, přičemž polovina těchto zranění bývá způsobena došlápnutím na nohou jiného hráče a polovina bývá způsobena došlapem na povrchu hřiště. Dalšími mechanismy poranění kotníku jsou rychlé otočky (30%), kolize (10%), pády (5%), jiné příčiny (5%), náhlé zastavení (2,5%) a zakopnutí (2,5%). Hráči s již prodělaným vymknutím kotníku jsou pětikrát více ohroženi stejným úrazem než dříve nezranění hráči. Zdá se, že negativní vliv mají vzduchové otvory v patách basketbalové obuvi. Basketbaloví hráči, kteří nosí boty se vzduchovými otvory, mají 4krát větší pravděpodobnost zranění kotníku než ti, kteří nosí boty bez vzduchových otvorů. Předpokládá se, že vzduchové buňky umístěné v patách basketbalových bot snižují stabilitu zadní části nohy, což může zase zvýšit riziko poranění hlezna. Dalším faktorem ovlivňujícím poranění kotníku je zařazení protahování do zahřívacího cvičení. Basketbalisté, kteří se před výkonem neprotahují, mají 2,7krát vyšší pravděpodobnost zranění kotníku než hráči, kteří se protahují. Zkrácení lýtkových svalů může být

zodpovědné za supinované postavení nohy při kontaktu s podložkou a zvyšovat riziko podvrtnutí kotníku. I obyčejné vymknutí bez natržených či přetržených vazů může vyústit v dlouhodobé a recidivující následky a mělo by být náležitě vyšetřeno a ošetřeno (McKay, 2001).

Vysoce aktivní adolescenti mají oproti svým vrstevníkům vyšší výskyt muskuloskeletárních bolestí, a jsou více ohroženi tendinopatiemi a následnými zraněními z přetížení (overuse injury). Intenzivní trénink a množství zátěže v kombinaci s dozrávajícím pohybovým systémem v nízkém věku činí mladé sportovce náchylnými ke zranění z přetížení. Zranění z přetížení jsou častá ve vytrvalostních sportech. Dochází k nim i v technických sportech, které vyžadují dlouhý jednostranně zaměřený trénink, při které se opakují stále stejné pohybové vzory. U basketbalu dochází zejména ke zranění na dolních končetinách, často v souvislosti s přetíženým kolenním kloubem. Přestože v posledním desetiletí došlo k zvýšenému zájmu o zranění z přetížení, stále je málo výzkumů zabývajících se jejich incidencí, prevalencí a prevencí (Leppänen, Pasanen, Kujala & Parkkari, 2015).

Morbus Osgood Schlatter (aseptická nekróza tuberositas tibiae) je častou příčinou bolestí přední části kolene u mladých sportovců, nejčastěji basketbalistů, volejbalistů, sprinterů, gymnastů a fotbalistů. Vzniká z opakovaného působení zátěže (sprint, skoky) vedoucí k mikrotraumatizaci úponu šlachy *m. quadriceps femoris*. Ta se v období dospívání upíná na relativně měkkou apofýzu *tuberositas tibiae*, která představuje sekundární osifikační centrum. Predispozicí k rozvoji onemocnění bývá zkrácení hamstringů a *m. quadriceps femoris*. Nejčastější výskyt nemoci se řasově shoduje s obdobím prudkého růstu u chlapců ve věku 10 až 15 let a 8 až 13 let u dívek. U chlapců bývá nemoc častější a v 20-30 % případů se vyskytuje oboustranně. V těžkých případech může dojít až k avulzi apofýzy (viz příloha 1). Léčba spočívá v odpočinku a snížení zátěže. Lokálně lze aplikovat NSAIDs a led na koleno pro snížení bolesti. Taktéž se doporučuje protahování hamstringů a kvadricepsu (Smith & Varacallo, 2018).

Sinding-Larsen-Johanssonův syndrom má obdobnou patogenezi jako morbus Osgood-Schlatter. Vzniká při nadměrném tahu patelární šlachy za *apex patellae*. Příznakem jsou subpatelární otok a bolest, která se zvyšuje při zatížení ve flexi (Valentino, Quiligotti & Ruggirello, 2012). V oblasti paty vzniká z analogických příčin

Severova nemoc (apofyzitida patní kosti). V důsledku rychlejšího růstu holenní kosti se zkracuje *m. triceps surae*, který irituje úpon na patě. Široká šlacha přechází z části do plantární aponeurózy, což částečně chrání apofýzu patní kosti před traumaty (Launay, 2015).

Skokanské koleno (Jumper's knee)

Skokanské koleno neboli patelární tendinopatie je úponová bolest *lig. patellae* v oblasti dolního apexu česky. Bolest při horním okraji česky či na *tuberositas tibiae* se vyskytuje méně často, ale diagnóza a léčba jsou obdobné. S diagnózou se setkáváme u sportů náročných na skákání. Jakmile jsou symptomy přítomny, omezují jedince i při chůzi do schodů, dřepu, postavení ze sedu a při dlouhém sezení. V diagnostice se využívá ultrazvuk a magnetická rezonance pro odlišení od patelofemorálního syndromu. Na snímcích bývají patrné strukturální disrupce v oblasti postižené šlachy. Zkrácení kvadricepsu a hamstringů je asociováno s větším rizikem patelární tendinopatie, zatímco jejich větší síla je dávana do souvislosti se snížením bolesti a zlepšením funkce kolene (Rudavsky & Cook, 2014).

Australská studie sledovala mladé elitní basketbalisty (71) a basketbalistky (64) z hlediska výskytu patelární tendinopatie a jejich vztahu k různým parametrům pohybového systému. Sportovci byli vyšetřeni pomocí sonografie, dle níž byly hodnoceny patologické změny *lig. patellae* a hledány souvislosti s ostatními měřenými parametry, mimo jiné bylo hodnoceno zkrácení hamstringů pomocí testu dosahu paží v sedu (sit and reach test). Vyšetření ultrazvukem odhalilo, že 54 % mužů a 75 % žen mělo fyziologický nález a jedinci s patologií byli téměř na půl rozdělení na ty s bilaterální a unilaterální tendinopatií. Zkrácení jedinci měli častější nálezy změn *lig. patellae*, než ti s větší flexibilitou. Naopak jedinci s normálním nálezem byli signifikantně ($p=0,03$) více flexibilní než ti s bilaterálními změnami na *lig. patellae*. Tato studie ukazuje na význam protahování zadní strany stehů při prevenci morfologických změn *lig. patellae* a vzniku symptomů skokanského kolene (Cook, 2004).

Přetržení předního zkříženého vazů

Data z National College Athletic Association Injury Surveillance System i mnohým studií ukazují na větší míru zastoupení poranění ACL u ženských hráček

fotbalu, basketbalu a ragby než u mužských hráčů. Důvody, proč jsou ženy více ohroženy, mohou být vnější (odlišný pohyb těla, svalová síla, shoe-surface interface) a vnitřní (laxicita vaziva, hormonální vlivy, anatomické poměry, rozměry incisura intercondylaris a kolenních ligament). Ženské pohlavní hormony (estrogen, progesteron, relaxin) kolísají během menstruačního cyklu a jsou zodpovědné za zvýšenou laxicitu vaziva a snížení neuromuskulárního výkonu (Canale & Beaty, 2012).

Wild, Steele a Munro (2013) uvádí, že v období PHV se k předešlým faktorům přidává také zvýšení síly kvadricepsu, které není u dívek vyváženo odpovídajícím zesílením hamstringů, jako je tomu u chlapců, což přispívá k snížení stability kolenního kloubu a k jejich větší náchylnosti k přetržení ACL.

Nesprávná biomechanika kolenního kloubu při dynamickém pohybu způsobuje nadměrnou valgózní sílu na kolena a zvyšuje tak riziko přetržení ACL. Chybné vzorce pohybu je možné napravit a měly by být řešeny v programu prevence úrazů. Poranění ACL nastává během dynamických činností, které zahrnují především při obrátkách, náhlých změnách směru a při doskocích. Profesionální i rekreační sportovci ve věku 15 až 25 let jsou vystaveni největšímu riziku zranění. Sporty, které vyžadují vysoké dynamické zatížení kolena a vykazující vysoký výskyt zranění jsou fotbal, volejbal, házená a basketbal. Většina (80%) zranění je nekontaktní, a proto jim lze zabránit vhodným preventivním programem začleněným do tréninku již v mladším věku. Za neúčinnější jsou považovány programy, které spojují posilování s neuromuskulárním tréninkem (Nessler, Denney & Sampley, 2017).

2.4 Kompenzační cvičení a prevence v basketbalu

Je bez diskuze, že prevence přetížení a zranění je mnohem výhodnější než následná léčba a řešení již vzniklých problémů. S rozvojem vrcholového sportu dochází k většímu zájmu výzkumníků o tuto oblast a rozvíjí se preventivní pohybové programy, které mají zabránit zraněním a přetížení sportovců.

Strečink

Lidská motorika závisí z velké části na rozsahu pohybu v synoviálních kloubech (ROM). V zásadě lze říci, že ROM může být omezen přímo v kloubu anebo okolními strukturami. Rozsah pohybu v kloubech vyplývá z kongruence styčných ploch, stavu okolních kapsulárních struktur a tkání (svalů, vazů) a jejich případných patologií. Sval poskytuje jak pasivní, tak aktivní napětí. Pasivní svalové napětí je závislé na strukturálních vlastnostech svalu a okolních fasciích, zatímco svalová kontrakce zajišťuje napětí aktivní. Strukturálně má sval viskoelastické vlastnosti, které poskytují pasivní napětí. Aktivní napětí vyplývá z neuroreflexních vlastností svalů, konkrétně z inervace periferních motorických neuronů (alfa motoneuronů) a reflexní aktivace (gamma motoneuronů). Existuje mnoho příčin a faktorů mající vliv na snížení ROM. Jedním z nich je svalové zkrácení. Svalové zkrácení může nastat z aktivních či pasivních příčin. Pasivně se mohou svaly zkrátit pomocí strukturální adaptace nebo zajizvením tkáně. Aktivně se svaly zkracují v důsledku kontrakce či křečí. Bez ohledu na příčinu omezuje zkrácení rozsah pohybu a může vytvořit svalovou nerovnováhu. Strečink se obecně zaměřuje na prodloužení svalu a jeho šlach. V podstatě zvětšuje vzdálenost mezi svalovým začátkem a úponem. Svalové napětí je obvykle nepřímo úměrné délce. Snížené svalové napětí souvisí s větší extenzibilitou, zatímco zvýšené svalové napětí souvisí se sníženou extenzibilitou svalu. Protahování svalů vytváří současně napětí na další struktury, jako je kloubní pouzdro a fascie, které jsou tvořeny vazivem a mají odlišné biomechanickými vlastnostmi. Zatímco výhody protahování čili strečinku jsou známy a široce diskutovány po dlouhou dobu, přetrvávají nejasnosti ohledně vhodnosti jednotlivých typů strečinku pro konkrétní situaci a záměr (Page, 2012).

Existují 3 základní techniky protahování svalů. Jedná se o statický, dynamický a prekontrakční strečink. Nejběžnějším typem je statické protahování, při kterém je držena specifická poloha, které se dosáhne natahováním svalu/svalové skupiny až do

bodů, kdy jedinec cítí pocit přiměřeného tahu. To může člověk provádět sám aktivně nebo za pomoci někoho jiného. Dynamické protahování obecně zahrnuje plynulý pohyb končetiny v celém možném rozsahu pohybu až do krajních poloh, což je několikrát opakováno. V rámci dynamického strečinku se uvádí také balistický strečink, který zahrnuje rychlé, střídavé pohyby. Kvůli zvýšenému riziku poranění se však již nedoporučuje. Prekontrakční strečink zahrnuje kontrakci svalu, který bude následně protažen či jeho antagonisty. Prekontrakční strečink je využíván v propioceptivní neuromuskulární facilitaci (PNF). PNF využívá techniky tzv. „contract relax“ (C-R), „hold relax“ (H-R) a „contract-relax agonist contract“ (CRAC). Techniky se obvykle provádějí tak, že se pacient kontrahuje sval na 75 až 100 %, drží po dobu 10 sekund a následně povolí. Odpor je zajištěn terapeutem, elastickým tahem nebo páskem. Do nekontrakčního protahování lze zařadit i postizometrickou relaxaci (PIR). Tento typ techniky využívá mnohem menší svalové síly s následovaným povolením a lehkým protažením (Page, 2012).

Kisner a Colby (2012) shrnují doporučení ohledně strečinku založené na důkazech. Existuje nepřímá úměra mezi intenzitou a délkou protahování a stejně tak mezi intenzitou a frekvencí protahování. Čím nižší je intenzita protahování, tím delší čas je potřeba k protažení dané tkáně. Čím vyšší je intenzita, tím méně často je nutné strečink provádět, což poskytne čas na hojení tkání a snížení reziduální bolesti. Z nejbezpečnější je považováno delší, ale mírnější protahování, které přináší dlouhodobé výsledky. U starších osob je vhodné protahování po dobu 60 sekund, které přináší nejlepší výsledky zvětšení ROM navíc s dlouhotrvajícím účinkem. U mladých může být jedno protažení prováděno až 2 minuty. Pro požadovaný účinek by měl být strečink prováděn minimálně 2x týdně u zdravých jedinců. Častější protahování je nutné u pacientů s patologickými změnami měkkých tkání, např. při kontrakturách. Ačkoli zvětšení ROM přetrvává i několik týdnů po ukončení systematického strečinku, trvalého udržení mobility lze dosáhnout pouze zapojením nově nabytého rozsahu do funkčních či sportovních činností.

Balanční cvičení

Rovnováha a posturální stabilita je nezbytnou součástí jak každodenních činností, tak i sportu. Zatímco rovnováha je běžně používaným termínem, který popisuje schopnost udržet vzpřímenou pozici. Posturální stabilita je definována jako

schopnost jedince udržet své těžiště v základně opory. Její udržování vyžaduje zpětnou vazbu ze sensorických systémů a umožňuje lepší sportovní výkon a snižuje riziko zranění. Z tohoto důvodu by měl sportovní trénink zahrnovat také balanční cvičení. Studie prokázaly, že balanční cvičení je účinné při snižování rizika úrazů. Trénink zlepšuje propriocepci a chrání sportovce před možnými zraněními. Adekvátní proprioceptivní aference z dolních končetin je důležitá pro udržení rovnováhy zvláště v tak náročném sportu, jakým je basketbal, který je složen z komplexních pohybů vyžadujících vysokou úroveň rovnovážných schopností (Notarnicola et al., 2015).

Dle Kisnera a Colbyho (2012) je balanční cvičení efektivním způsobem v terapii i prevenci deficitu rovnováhy a s ním spojenými úrazy. Několik systematických studií dospělo k závěru, že programy tréninku rovnováhy zlepšují statickou a dynamickou rovnováhu, snižují riziko distorze hlezna u jedinců s častými výrony. Úspěšné programy využívají nestabilní nebo houpající se balanční plošiny, cviků na jedné noze a pohybů nestojné nohy proti pružným tahům. Cvičení bývá obvykle prováděno minimálně třikrát týdně v průběhu hrací sezóny jako prevence nebo dvakrát až třikrát týdně přibližně 6 až 8 týdnů po poranění. McGuine a Keene (2006) navrhli program snižující riziko vymknutí kotníku o 38% u hráčů a hráček fotbalu a basketbalu oproti kontrolní skupině provádějící pouze standardní kondiční cvičení. Účastníci stáli a cvičili nejdříve na pevné zemi a s postupnou progresí přešli na balanční plošinu, kde na jedné noze prováděli dřepy, kroužení na plošině a funkční aktivity s otevřenými i zavřenými očima. Intervence probíhala 5 dnů v týdnu po dobu prvních 5 týdnů a potom 3 dny v týdnu po zbytek sezóny. Každé cvičení bylo prováděno po dobu 30 sekund na jedné noze a po odpočinku 30 sekund i na druhé.

Proprioceptivní a balanční tréninkové programy někdy kombinované s plyometrickým tréninkem, stabilizací trupu a specifickým funkčním tréninkem pro daný sport snižují riziko a incidenci nekontaktního poranění ACL. Proprioceptivní a rovnovážné tréninkové programy se skládají ze cvičení na obou i jedné noze na pevných i nestabilních plochách (čočky, válcové, kulové úseče, pěnové podložky atp.) (Kisner & Colby, 2012).

Výživová doporučení

Správná výživa hraje nezastupitelnou roli v komplexní péči o zdraví dětských i dospívajících sportovců. Ti by se měli naučit, které potraviny jsou pro ně vhodné a zároveň být vedeni k racionálnímu stravování. Dobře vyvážená strava obsahující odpovídající množství makroživin (bílkovin, sacharidů a tuků) a mikroživin (vitaminů a minerálů) je nezbytná pro zajištění dostatečné energie pro růst a aktivitu. Tekutiny a elektrolyty v nich obsažené jsou také nezbytné pro hydrataci na podporu růstu a atletického výkonu. Racionální výživa pro sportovce zvyšuje sportovní výkon, snižuje únavu a riziko onemocnění a poranění, také umožňuje sportovcům optimalizovat trénink a rychleji regenerovat. Vyrovnaný příjem a výdej energie je klíčový pro prevenci energetického deficitu nebo nadměrného přírůstku hmotnosti. Energetický deficit může zapříčinit zpomalení růstu, opožděnou pubertu, menstruační dysfunkci, ztrátu svalové hmoty a zvýšenou unavitelnost a tendenci k onemocnění a zranění. Nadbytek energie může mít za následek nadváhu a obezitu (Purcell, 2013). Soliman, Sanctis a Elalaily (2014) upozorňují, že během kritického období rychlého růstu musí být zajištěny zvýšené potřeby kalorií, bílkovin, železa, vápníku, zinku a kyseliny listové. V tomto období je i vyšší výskyt mentální anorexie a bulimie u adolescentů vyvolává nutriční riziko při rozvoji puberty.

Nejenom kvůli růstu je u adolescentů nutný dostatek vápníku, jehož absorpce závisí na příjmu a syntéze vitamínu D. Dostatečný příjem a zabudovávání vápníku do kostní hmoty je důležité i z hlediska prevence osteoporózy v pozdějším věku (Smith, Holmes & McAllister, 2015).

V léčbě a prevenci svalových křečí se často doporučuje užívání hořčiku, nicméně systematická studie Garrisona et al. (2012) zhodnotila sedm randomizovaných kontrolovaných studie studií u 524 pacientů s křečemi nohou léčených hořčíkem. Po čtyřech týdnech léčby byly rozdíly v procentuální zastoupení křečí mezi skupinou suplementovanou hořčíkem a placebem malé a nebyly statisticky významné. Dle Panza et al. (2017) lze doporučit mírné statické protahování přinášející okamžitou úlevu od svalových křečí zapříčiněných fyzickou námahou. Domnělým mechanismem je iniciace reflexní reakce Golgiho šlachového tělíska inhibující alfa-motoneuron.

Další prvky zasluhující pozornost u mladých sportovců, kteří se účastní velkého objemu tréninku a soutěží, je sodík a draslík, které jsou vylučovány při pocení. Bylo zjištěno, že součet ztráty elektrolytů způsobené ztrátou potu je ekvivalentní dennímu příjmu u mladých sportovců. Velká část této dodatečné ztráty iontů může být kompenzována pitím iontových nápojů přiměřeného množství a složení během tréninku a utkání (Smith, Holmes & McAllister, 2015).

2.5 Riziko poranění u mladých sportovců

Dítě se ve vývoji učí motorickým dovednostem. Motorický vývoj fundamentálních pohybů (např. chůze) dozrává během 6 a 7 roku života. Od 7 roku do 14 let i více nastává fáze učení specializovaným pohybům, které může jedinec využít při specifických aktivitách či sportu. Již vzniklé a fungující pohybové dovednosti jsou však ovlivněny změnami na periférii. CNS adaptovaný na dřívější rozměry segmentů je v období růstu náhle konfrontován s novými aferentními vstupy. U adolescentů proto často pozorujeme sníženou koordinaci při provádění hrubé motoriky (Bisi & Stagni, 2016). Toto přechodné období motorické diskoordinace se může objevit v období zrychleného růstu ve věku mezi 12-14 rokem a vyskytuje se převážně u chlapců (Brown, Patel & Darmawan, 2017).

Mladí sportovci jsou obzvlášť zranitelní vzhledem k fyzickým a fyziologickým procesům doprovázejícím růst. Setkáváme se u nich se specifickými poraněními, která nenalezneme u dospělých. Na rozdíl od kostí s uzavřenými růstovými štěrbinami (epifýzodiafyzárními ploténkami) jsou rostoucí kosti náchylné k stříhovým silám vedoucím k zlomeninám růstových plotének. Zranitelnost apofýzy k trakci či silné svalové kontrakci může vyústit v avulzní zlomeninu. Vyšší elasticita a pružnost metafýz dlouhých kostí s poměrně širokým periostem zase vedou k subperiostálním zlomeninám, jakou je například tzv. zlomenina vrbového proutku (greenstick fracture). Kvůli těmto rozdílům jsou děti a mladiství náchylnější spíše ke zlomeninám či avulzním frakturám než k natažení či přetržení šlach, vazů a svalů, jak tomu bývá u dospělých. K příčinám vyšší incidence úrazů mohou přispívat také nezralá či nedostatečně vyvinutá koordinace a percepce i absence zkušeností a dovedností (Caine, Purcell & Maffulli, 2014).

Některé studie poukazují na zvýšený výskyt poranění související se sportem či rekreačními aktivitami v období růstového spurtu. Období PHV se překrývá s obdobím nejvyšší četnosti zlomenin. Vrchol výskytu zlomenin radia u adolescentů se shoduje s relativním poklesem kostní denzity (bone mineral density, BMD), jak u dívek, tak i u chlapců. Rozdíl mezi přírůstkem kosti a její mineralizací má za následek období relativní kostní „křehkosti“ (Faulkner, Davison, Bailey, Mirwald & Baxter-Jones, 2006).

Alter (2004) uvádí, že zatímco při přiměřeném růstu dochází k stejnoměrnému růstu kostí i měkkých tkání, během PHV růst svalů a šlach zaostává za skeletem. Což má za následek snížení rozsahu pohybu kloubů a ztrátu flexibility. Objevuje se svalové zkrácení, zvýšené napětí a růstové bolesti. V těchto souvislostech je zajímavou oblastí dolní bederní páteř, kde se lumbální fascie, vlivem opoždění svého růstu, stává relativně kratší, prohlubuje bederní lordózu a mění tak posturu jedince.

Bylo zjištěno, že vysoké tréninkové zatížení během období rychlého růstu zvyšuje riziko sportovních zranění. Diskutuje se několik mechanismů, které vysvětlují nárůst traumatických a overuse zranění během doby maximálního růstu. Adolescentního růstový spurt je spojen dočasnou „křehkostí skeletu“ a častějším výskytem zlomenin. Kromě toho je jako potenciální příčina zmíněno období, kdy délka trupu a délka nohou vzrostla, ale svaly dosahují odpovídající velikosti a síly se zpožděním. Vzniká nerovnováha mezi extenzibilitou a silou svalů. To může vést k abnormální mechanice pohybu a poklesu motorických dovedností během PHV (van der Sluis et al., 2014).

Někteří autoři doporučují pro děti a mladistvé pravidelné protahování, se záměrem udržet si pružnost, vyvarovat se zraněním a snížit výskyt a intenzitu růstových bolestí. Jiní autoři upozorňují na nutnost vyvarovat se přílišnému protahování již oslabených svalů v období rychlého růstu, které může způsobit jejich poškození (Alter, 2004).

Období dospívání je spojeno s vyšším rizikem poranění souvisejícím se zráním a růstem jedince. Zvýšené riziko zranění souvisí s rapidním růstem v období puberty. Kromě růstu dochází také k hormonálním změnám, rozvoji sekundárních pohlavních znaků a vyzrávání psychosociálních dovedností (Brown et al., 2017).

2.6 Biologický proporcionální věk

Věk jedince můžeme hodnotit kalendářně (chronologický věk) nebo s ohledem na zrání a vývoj jedince (biologický věk). Malina, Bouchard a Bar-Or (2004) s nadsázkou uvádějí, že člověk má pouze jedny narozeniny, datum svého narození. Další výročí narození jsou pouze kalendářní. Biologický věk nebývá nezbytně nutně ve shodě s chronologickým věkem. Někteří jedinci mají vývojovou akceleraci (urychlení) jiní vývojovou retardaci (opožďení). Tudíž děti stejného kalendářního věku se mohou lišit ve věku biologickém i o několik let. Období adolescence je obtížné přesně časově vymezit z důvodu značným interindividuálních rozdílů v jejím počátku i ukončení. Světová zdravotnická organizace (World Health Organization, 2014) definuje adolescenty věkovým rozmezím 10-19 let. Adolescentní věk lze charakterizovat funkčně či strukturálně. Z hlediska strukturálního dochází k zrychlování růstu, nastává vrchol růstového spurtu a dále se již růst zpomaluje. Funkčně je na adolescenty pohlíženo z hlediska pohlavní dospělosti. Dochází k změnám v neuroendokrinním systému, jež způsobí zjevné fyzické změny a spuštění reprodukčních funkcí.

Biologický věk charakterizuje celkový stav vývoje a růstu jednotlivce a je mírou utváření jeho morfologických a funkčních znaků. K určení biologického věku bylo navrženo vícero metod, dle nichž můžeme určovat biologický věk kostní, zubní, růstový, vývinový a také biologický proporcionální věk. Existuje tedy vícero biologických věků, každý z nich se opírá o vyšetření a posouzení jiných růstových či vývojových změn (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Většina mládežnických sportů je rozdělena dle věku chronologického. Což vzbuzuje obavy z nevyváženosti soutěže, které se účastní sportovci v různém stádiu biologického vývoje. V kontaktních sportech navíc může tato nerovnováha vést k závažným úrazům (Caine et al., 2014).

2.7 Výpočet biologického proporcionálního věku

Maximální rychlost růstu během dospívání se označuje jako peak height velocity (PHV). Chlapci dosahují PHV obvykle v období 14 let s přírůstkem okolo 7-12 cm za rok (průměrně 9 cm). Dívky naproti tomu dosahují PHV poněkud dříve ve věku 12 let. Přírůstek bývá 6-10,5 cm za rok (průměrně 8 cm). U dívek PHV koreluje s obdobím nástupu menstruace (menarché), které nastává mezi 6-12 měsícem po APHV. Obecně platí, že progrese růstu začíná na dolních končetinách, následně se přidává růst trupu a horních končetin (Brown, Patel & Darmawan, 2017).

Časový rozdíl v růstu trupu a dolních končetin využil Mirwald et al. (2002). Vycházejí z poznatku, že vrcholná rychlost růstu dolních končetin nastává před časem PHV, zatímco vrcholná rychlost růstu trupu nastává po době PHV. Ve své studii navrhli neinvazivní metodu, která s pomocí antropometrických parametrů a poznatků o v průběhu času měnícím se vztahu mezi délkou dolní končetiny a výškou v sedu určí biologický proporcionální věk chlapce/dívky (viz příloha 2). Využili data z 3 dlouhodobých studií, na jejichž základě k vytvoření prediktivní rovnice, které určí věk, kdy daný jedinec dosáhl/dosáhne PHV.

Odhad věku PHV (APHV) získáme součtem hodnoty maturity offset a chronologického věku. Rovnice pro výpočet maturity offset u chlapců je následující:

$$\begin{aligned} \text{maturity offset} = & - 9,236 + (0,0002708 \times \text{Leg Length} \times \text{Sitting Height}) + \\ & (- 0,001663 \times \text{Age} \times \text{Leg Length}) + (0,007216 \times \text{Age} \times \text{Sitting} \\ & \text{Height}) + (0,02292 \times \text{Weight by Height ratio}) \end{aligned}$$

Pro dívky platí rovnice:

$$\begin{aligned} \text{maturity offset} = & - 9,376 + (0,0001882 \times \text{Leg Length} \times \text{Sitting Height}) + (0,0022 \times \text{Age} \times \\ & \text{Leg Length}) + (0,005841 \times \text{Age} \times \text{Sitting Height}) - (0,002658 \times \text{Age} \times \\ & \text{Weight}) + (0,07693 \times \text{Weight by Height ratio}) \end{aligned}$$

Weight by Height ratio vyjadřuje poměr váhy ku výšce krát 100. Jak autoři uvádějí, jejich metoda předpoví APHV \pm 1 rok v 95 procentech případů. Výhodou metody je jednoduché a rychlé neinvazivní provedení. Autoři věří, že přesnost metody je dostačující k hodnocení biologického věku adolescentů a může být aplikována v

metodologii výzkumných studií. Dále může sloužit ke klasifikaci a rozdělení sportovců do skupin dle biologického věku namísto chronologického, což může zrovnoprávnit soutěž, zvýšit šance na úspěch a snížit riziko zranění (Gordon, 2009; Kozieł & Malina, 2018; Mirwald, Baxter-Jones, Bailey & Beunen, 2002).

Saskatchewanská univerzita v Kanadě nabízí na svých webových stránkách (www.usask.ca/kin-growthutility/phv_ui.php) možnost zadat potřebné údaje (datum narození, datum měření, váha, výška, a výška v sedu) a vypočítat si odhad APHV .

3 Cíle a výzkumné otázky

Cílem práce je sledovat a vyhodnotit změny biologického proporcionálního věku, postury a svalového zkrácení či oslabení vybraných svalů u basketbalistů věkové kategorie U 15.

3.1 Dílčí cíle práce

- Vyšetření svalových dysbalancí u hráčů svalovými testy dle Jandy (1996) a zhodnocení efektu intervenčního programu na jejich výskyt.
- Zhodnocení postury dle Jaroše a Lomíčka (Haladová & Nechvátalová, 2005).
- Stanovení biologického proporcionálního věku dle Mirwalda et al. (2002) a určení hráčů nacházejících se v období růstového spurtu.
- Sledování hráčů z hlediska zranění.

3.2 Výzkumné otázky

1. **VO₁:** K jakým změnám dojde během dvou let v zastoupení svalových dysbalancí u hráčů basketbalu?
2. **VO₂:** Dojde během dvou let ke změnám v postuře hráčů?
3. **VO₃:** Kolik hráčů se bude nacházet v rizikovém období APHV \pm 1 rok na začátku a kolik na konci výzkumu?
4. **VO₄:** Jaké budou nečastější úrazy mezi sledovanými hráči basketbalu?

4 Metodika

Metodika diplomové práce vychází z metodiky projektu GA16-13750S (hlavní řešitel doc. PaedDr. Michal Lehnert, Dr.). V rámci diplomové práce byla použita data z měření v roce 2016 a 2018. Celý projekt byl schválen Etickou komisí UP Palackého v Olomouci.

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo 14 hráčů basketbalu věkové kategorie U 15 (starší žáci) z klubu BCM Orli Prostějov a SK UP BCM Olomouc. Průměrný věk hráčů v době prvního měření byl $14,8 \pm 0,9$ let. Rodiče i hráči byli informováni o průběhu a účelu výzkumu, podepsali informovaný souhlas, ve kterém souhlasili s použitím naměřených dat pro vědecké účely.

Tabulka 5. Základní charakteristika souboru při vstupním vyšetření v roce 2016 (průměr a směrodatná odchylka)

N	14
Věk	$14,8 \pm 0,9$ let
Výška	$179,3 \pm 8,4$ cm
Hmotnost	$70,0 \pm 12,0$ kg
Maturity Offset	$+ 1,5 \pm 1,0$
APHV	$13,3 \pm 0,8$ let

4.2 Měření

Vstupní měření proběhlo v říjnu 2016 a výstupní měření v listopadu 2018. Vstupního vyšetření se zúčastnilo 25 hráčů. Výstupního vyšetření se zúčastnilo pouze 14 hráčů. Ostatní hráči v průběhu výzkumu ukončili působení v klubech nebo se z různých důvodů nedostavili. Několik hráčů naopak do klubů přistoupilo, nemohli však být zařazeni do výzkumu, jelikož se nezúčastnili vstupního vyšetření. Testování hráči byli změřeni pomocí antropometru a váhy, byla u nich odebrána anamnéza úrazů, zhodnoceno držení těla a poté byli testováni na přítomnost zkrácení a oslabení vybraných svalů. Data byla zapsána do předtištěného formuláře, viz příloha 3. K výpočtu biologického proporcionálního věku bylo také nutné znát datum narození probanda a datum měření.

4.3 Měření svalových dysbalancí

Svalové dysbalance byly hodnoceny dle funkčních testů dle Jandy. Z hlediska zkrácení byly testovány *m. iliopsoas*, *m. rectus femoris*, *m. tensor fasciae latae*, adduktory kyčelního kloubu, hamstringy a *m. triceps surae*. Z hlediska oslabení byly hodnoceny nejčastěji oslabené svaly (*m. gluteus maximus*, břišní a mezilopatkové svaly). Sval se hodnotil pouze z hlediska, zda je zkrácen (malé i velké zkrácení) či nezkrácen. *M. gluteus maximus* byl hodnocen jako oslabený, pokud se při stereotypu extenze kyčle vleže na břicho nezapojil jako první. Břišní svaly byly hodnoceny jako oslabené, pokud jedinec nedokázal provést plynulou flexi páteře z polohy vleže na zádech. Mezilopatkové svaly byly vyšetřeny při testu kliku.

Na základě vstupního vyšetření byl navržen intervenční program, který měli realizovat trenéři v přípravě na trénink a během tréninku 2-3x týdně. Trenéři byli detailně seznámeni s nejčastěji oslabenými a zkrácenými svaly u svých hráčů. Do tréninku bylo zařazeno statické protahování nejčastěji zkrácených svalů (hamstringů, flexorů a adduktorů kyčelního kloubu). Dále bylo doporučeno zaměřit se na stabilizační cvičení na labilních plochách a posilování hlubokého stabilizačního systému. Trenéři byli varováni před přílišným přepínáním svých svěřenců, kteří se nacházeli v rizikovém období APHV \pm 1 rok.

4.4 Hodnocení postury

Pro posouzení postury byla použita metoda dle Jaroše a Lomíčka (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006). Hodnotily se 3 klíčové oblasti: hlava a krk, břicho a pánev a křivka zad zezadu. Každá oblast byla ohodnocena číslem od 1 do 4, přičemž 1 je nejlepší hodnocení a 4 nejhorší. Znamka 1 značí správné držení bez odchylek, 2 držení s malými odchylkami, 3 (větší odchylky) a 4 (těžké odchylky). Výsledné číslo pro každého hráče bylo získáno pomocí součtu těchto tří čísel. Čím méně bodů daný proband dosáhl, tím lepší má držení těla.

4.5 Stanovení biologického proporcionálního věku

Ke stanovení biologického věku byl použit výpočet dle vzorce pro chlapce (Mirwald et al., 2002). Pro potřeby výpočtu byla změřena tělesná výška, výška v sedu a hmotnost jednotlivých sportovců. Měření bylo provedeno pomocí antropometru (Trystom, model A-213, ČR). Za rizikové období byl brán věk vrcholu růstového spurtu (APHV) \pm 1 rok.

4.6 Statistické zpracování dat

Naměřená data byla zapsána do tabulek v programu Microsoft Office Excel 2007. Statistické zpracování dat bylo provedeno pomocí softwaru Statistica (verze 12). Svalové dysbalance byly porovnány z hlediska procentuálního zastoupení, tak i změn u jednotlivých probandů. Z naměřených antropometrických parametrů byl vypočten údaj maturity offset. Součtem maturity offset a věku jedince byl získán odhad APHV. Hodnocení postury jedinců bylo podrobena Wilcoxonovu párovému testu.

4.7 Limity studie

Celý výzkum dokončil malý počet probandů (n=14). Z důvodu malého množství hráčů také nebylo možné ustanovit kontrolní skupinu, která by nepodstoupila intervenční program. Vzhledem k tomu, že byli hodnoceni hráči ze dvou různých klubů, pod vedením dvou trenérů, nelze očekávat, že požadovanou intervenci prováděli stejným způsobem. Nicméně jejich počáteční zaškolení o kompenzačních cvičeních a protahování a doporučení ohledně rizik zranění bylo identické. Přestože postura byla vyšetřena stejným vyšetřujícím jak při vstupním tak při výstupním vyšetření, hraje zde velkou roli subjektivita hodnocení.

5 Výsledky

5.1 Měření svalových dysbalancí

Tabulka 6. Procentuální zastoupení zkrácených (Z) a oslabených (O) svalů při vstupním a výstupním vyšetření a jejich rozdíl.

Sval	Vstupní vyšetření (Z/O)		Výstupní vyšetření (Z/O)		Rozdíl
	Procentuální zastoupení	Počet hráčů	Procentuální zastoupení	Počet hráčů	
<i>m. rectus femoris dx.</i>	78,6 %	11	64,3 %	9	-14,3 %
<i>m. rectus femoris sin.</i>	92,9 %	13	64,3 %	9	-28,6 %
<i>m. tensor fasciae latae dx.</i>	7,1 %	1	42,9 %	6	35,7 %
<i>m. tensor fasciae latae sin.</i>	14,3 %	2	28,6 %	4	14,3 %
<i>adduktory dx.</i>	28,6 %	4	7,1 %	1	-21,4 %
<i>adduktory sin.</i>	28,6 %	4	7,1 %	1	-21,4 %
<i>hamstringy dx.</i>	85,7 %	12	64,3 %	9	-21,4 %
<i>hamstringy sin.</i>	57,1 %	8	64,3 %	9	7,1 %
<i>m. triceps surae dx.</i>	7,1 %	1	7,1 %	1	0 %
<i>m. triceps surae sin.</i>	7,1 %	1	7,1 %	1	0 %
<i>m. iliopsoas dx.</i>	0 %	0	7,1 %	1	7,1 %
<i>m. iliopsoas sin.</i>	0 %	0	7,1 %	1	7,1 %
<i>m. gluteus maximus dx.</i>	7,1 %	1	0 %	0	-7,1 %
<i>m. gluteus maximus sin.</i>	7,1 %	1	0 %	0	-7,1 %
<i>svaly břišní</i>	14,3 %	2	14,3%	2	0 %
<i>svaly mezilopatkové</i>	35,7 %	5	21,4%	3	-14,3 %

Tabulka 6 ukazuje počet hráčů a procentuální zastoupení svalových dysbalancí při vstupním a výstupním vyšetření a výsledný rozdíl. Záporné hodnoty rozdílu značí zlepšení, kladné hodnoty vyšší výskyt dysbalance, tedy zhoršení.

Z hlediska zkrácení byly při vstupním vyšetření nejvýznamnějšími svaly *m. rectus femoris* (pravý 79 %, levý 93 %) a hamstringy (pravé 86 %, levé 57 %). Další měřené svaly byly zkráceny u menšího procenta jedinců, adduktory (oboustranně 29 %) a *m. tensor fasciae latae* (pravý 7 %, levý 14 %). U většiny zkrácených svalů došlo ke zlepšení. Nejvýznamnějšího zlepšení dosáhl levý *m. rectus femoris* (29 %), dále adduktory a pravé hamstringy (21 %). Naopak mírné zhoršení bylo zaznamenáno u levostranných hamstringů (o 7 %). V případě *m. tensor fasciae latae* došlo k zvýšení

zastoupení jeho zkrácení o 14 % u levostranného a o 36 % u pravostranného svalu. *M. triceps surae*, *m. iliopsoas* byly zkráceny a *m. gluteus maximus* a břišní svaly byly oslabeny pouze u zanedbatelného počtu hráčů a v jejich výskytu nedošlo během 2 let k téměř žádným změnám. V případě mezilopatkových svalů došlo k mírnému zlepšení o 14 %.

Tabulka 7. Počet hráčů, kteří si udrželi nezkrácení daného svalu (N→N), kterým se daný sval zkrátil (N→Z), u kterých došlo ke zlepšení (Z→N) a u kolika zůstalo původní svalové zkrácení (Z→Z).

Sval	N→N	N→Z	Z→N	Z→Z
<i>m. rectus femoris dx.</i>	1	2	4	7
<i>m. rectus femoris sin.</i>	0	1	5	8
<i>m. tensor fasciae latae dx.</i>	7	6	1	0
<i>m. tensor fasciae latae sin.</i>	8	4	2	0
<i>adduktory dx.</i>	9	0	3	1
<i>adduktory sin.</i>	9	0	3	1
<i>hamstringy dx.</i>	1	1	4	8
<i>hamstringy sin.</i>	3	3	2	6

Tabulka 7 ukazuje, kolik hráčů prodělalo změny či si naopak zachovalo stav ze vstupního vyšetření. Sloupec N→N prezentuje, kolik jedinců si zachovalo normu (nezkrácení) daného svalu a sloupec Z→Z kolik jedinců si zachovalo zkrácení/oslabení. Sloupec Z→N ukazuje, u kolika jedinců došlo ke zlepšení, naopak sloupec N→Z ukazuje u kolika původně nezkrácených jedinců došlo ke zkrácení daného svalu, navzdory intervenčnímu programu.

K největším změnám došlo u *m. tensor fasciae latae*, kde u pravého došlo ke zkrácení u 6 jedinců a u levého u 5 jedinců. K nejvýraznějšímu zlepšení došlo u *m. rectus femoris*, kde se zlepšili 4 hráči u pravého a 5 hráčů u levého svalu. Přesto však více hráčů zůstalo beze změny (levý 7, pravý 8). U adduktorů kyčelního kloubu došlo ke zlepšení, kdy z původně 4 zkrácených hráčů došlo u třech ke zlepšení. V případě hamstringů si většina hráčů ponechala stav jejich zkrácení.

5.2 Hodnocení postury

Tabulka 8. Hodnocení postury dle Jaroše a Lomíčka na začátku a konci výzkumu a výsledný rozdíl. Čísla udávají počet dosažených bodů.

Proband	Vstupní vyšetření	Výstupní vyšetření	Rozdíl
1	7	7	0
2	5	3	-2
3	8	7	-1
4	4	5	+1
5	7	5	-2
6	7	5	-2
7	7	5	-2
8	6	3	-3
9	4	3	-1
10	6	4	-2
11	5	3	-2
12	6	3	-3
13	6	3	-3
14	5	4	-1
celkem	83	60	-23
průměr	5,9	4,3	-1,6
SD	1,2	1,4	1,1

U dvanácti probandů došlo ke zlepšení postury o 1 až 3 body. U jednoho hráče nedošlo ke změně a jeden hráč vykázal zhoršení (+1 bod). Průměrně došlo ke zlepšení o 1,6 bodu. Celkově se u sledovaného souboru postura zlepšila o 23 bodů. Data ze vstupního a výstupního vyšetření byla srovnána Wilcoxonovým párovým testem. Dle něj došlo k statisticky významnému zlepšení postury ($p=0,003$).

5.3 Stanovení biologického proporcionálního věku

Tabulka 9. Hodnoty získané při vstupním vyšetření

Proband	váha (kg)	výška (cm)	věk (roky)	APHV (roky)	maturity offset
1	58,2	173,5	16,0	14,6	1,4
2	77,6	187,0	16,3	13,3	3,0
3	55,7	171,0	15,2	14,1	1,1
4	79,8	180,0	15,5	13,6	1,9
5	69,1	166,5	13,1	13,4	-0,3
6	48,8	165,0	14,9	15,0	-0,1
7	88,2	178,5	13,9	12,7	1,2
8	59,5	180,4	14,6	13,2	1,4
9	85,0	182,5	14,4	12,5	1,9
10	62,9	185,1	15,2	13,4	1,8
11	79,2	192,9	14,8	11,9	2,9
12	83,0	194,2	15,1	12,4	2,7
13	72,6	177,0	14,9	13,5	1,4
14	60,8	176,8	13,5	13,1	0,5
průměr	70,0	179,3	14,8	13,3	1,5
SD	12,0	8,4	0,9	0,8	1,0
MAX	88,2	194,2	16,3	15,0	3,0
MIN	48,8	165,0	13,1	11,9	-0,3

Vysvětlivky: APHV – age at peak height velocity; SD – směrodatná odchylka; MAX – maximální hodnota; MIN – minimální hodnota

Záporná hodnota maturity offset udává, za jak dlouho jedinec dosáhne APHV a kladná hodnota značí, o kolik let je již za předpokládaným věkem APHV, tedy že již dosáhl vrcholu růstového spurtu a jeho růst se zpomaluje. Při vstupní vyšetření v říjnu 2016 se 3 probandi nacházeli v rizikovém období APHV \pm 1 rok. Zbylých 11 jedinců již bylo mimo toto období. Při pohledu na maximální (3 roky) a minimální (-0,3 roku) hodnotu maturity offset je patrný velký rozdíl (o více jak 3 roky) v biologickém proporcionálním věku hráčů.

Tabulka 10. Hodnoty získané při výstupním vyšetření

Proband	váha (kg)	výška (cm)	věk (roky)	APHV (roky)	maturity offset
1	71,6	180,5	18,1	15,0	3,1
2	87,2	188,5	18,4	14,0	4,4
3	61,4	170,0	17,2	15,1	2,2
4	87,3	189	17,6	14,7	2,9
5	64,3	180,9	15,2	14,3	0,9
6	106,6	180,1	17,0	14,0	3,1
7	73,5	184,1	16,0	13,3	2,7
8	70,8	186,0	16,6	13,7	2,8
9	82,0	185,0	16,4	14,0	2,5
10	69,1	186,0	17,2	14,8	2,5
11	82,5	193,0	16,8	13,0	3,8
12	94,8	197,5	17,1	13,2	3,8
13	76,3	175,5	16,9	14,6	2,3
14	68,7	181,0	15,2	13,9	1,3
průměr	78,3	184,1	16,8	14,1	2,7
SD	12,1	6,7	0,9	0,6	0,9
MAX	106,6	197,5	18,4	15,1	4,4
MIN	61,4	170,0	15,2	13,0	0,9

Vysvětlivky: APHV – age at peak height velocity; SD – směrodatná odchylka; MAX – maximální hodnota; MIN – minimální hodnota

Po dvou letech do rizikového období spadá pouze 1 hráč (hodnota maturity offset 0,9) a i ten ho brzy opustí. Všichni hráči tak mohou být plně zatěžováni a podstupovat plnohodnotný trénink. Z maximální (4,4 roku) a minimální (0,9 roku) hodnoty maturity offset je stále patrný rozdíl ve vyzrání a biologickém věku hráčů.

5.4 Výskyt zranění

Z hlediska zranění byla nejčastějším problémem distorze kotníku (6 hráčů), dva z nich měli opakované distorze. Následovaly bolesti kolenních kloubů (4 hráči), které odpovídaly úponovým či růstovým bolestem. Dva hráči měli v důsledku pádu zlomeniny kosti ruky, jeden hráč naražený palec a jeden hráč natažené pravostranné hamstringy.

6 Diskuze

Svalové dysbalance

Při vstupním vyšetření mělo pravý *m. rectus femoris* zkráceno 79 % a levý dokonce 93 %, tedy všichni hráči s výjimkou jednoho. U pár jedinců došlo během dvou let ke zlepšení, většina si však ponechala původní zkrácení. *M. rectus femoris* je typický posturální sval, který je významnou komponentou v rámci dolního zkříženého syndromu. A není proto překvapující, že u sportovců podstupujících náročný basketbalový trénink bývá zkrácený.

Další významnou skupinou svalů z hlediska zkrácení byly hamstringy (pravostranné 86 %, levostranné 57 %). Také hamstringy patří do systému posturálních svalů a bývají často zkrácené. Jejich protahování je všeobecně známé a rozšířené. Zatímco některé studie udávají pozitivní vliv protahování zadní strany stehen na riziko úrazů. Jiné varují před přílišným protahováním a poukazují naopak na zvýšené riziko poranění. Poděbradská (2018) uvádí, že v současné hypermobilní populaci, je zvýšené napětí hamstringů posledním kompenzačním mechanismem, který zabraňuje zvětšení antevertze pánve. Z důvodu stabilizace pánve se vazivové stroma hamstringů zmnožuje, což vede k jejich zkrácení. Neuvážené protahování může vést k dekompenzaci a vzniku vertebrogenních potíží. Také Jandre Reis a Macedo (2015) popisují souvislosti mezi zkrácením hamstringů a bolestmi zad. Dle nich zvýšené napětí hamstringů omezuje pohyby pánve, což vede ke kompenzačním pohybům v bederní oblasti a následně ke zvýšení mechanického stresu na měkké tkáně v oblasti a k bolesti zad.

Poranění hamstringů je častým úrazem sportovců. Dle Kučery et al. (2011) k tomu dochází nejčastěji díky tomu, že jsou svaly na zadní straně stehna ve srovnání s kvadricepsem zkráceny či oslabeny. Při zkrácení zadních svalů stehna je jejich excentrická kapacita (natažení svalu) například při závěrečné fázi švihu nohy nižší, vzhledem ke koncentrické kapacitě (stažení svalu) kvadricepsu a dochází k rupturám. Prevence zranění spočívá v protahování a posílení těchto svalů. Základem by měl být správně prováděný strečink. Při nesprávně vedeném protahování nebo u sportovců, kteří na strečink nejsou navyklí, může být naopak strečink příčinou spasmu svalů s následným možným poraněním.

Kennedy et al. (2006) udávají, že u adolescentních běžců vzniká vlivem repetitivního tréninku a asynchronního růstu svalů dysbalance mezi relativně silným

kvadricepsem a lýtkovým svalem na jedné straně a nedostatečně silnými hamstringy na straně druhé. Neuvádí však, zdali se jedná o hamstringy relativně oslabené z důvodu zkrácení, nebo slabé bez zkrácení. Autoři tuto nerovnováhu spojují se zvýšeným rizikem zánětu patní apofýzy, ruptury Achillovy šlachy, natržením a avulzním poranění hamstringů.

U adduktorů kyčelního kloubu došlo ke zlepšení oboustranně o 21 %. *M. tensor fasciae latae* se během dvou let naopak zhoršil u levého o 14 % a u pravého o 35 %. Do protahování nebyl *m. tensor fasciae latae* zařazen, což spolu s jeho zatěžováním při tréninku mohlo vést k jeho zkrácení u některých hráčů. Poděbradská (2018) označuje *m. tensor fasciae latae* za superposturální sval, protože jeho největší růst a zvětšení síly probíhá při zahájení bipedální lokomoce. Vliv mohlo mít také vyzrávání a růst probandů. Umehara et al. (2015) pomocí shear waves elastografie určili pro protažení *m. tensor fasciae latae* nejlepší polohu při flexi kolenního kloubu, addukci a extenzi v kyčli, přičemž rotace v kyčli dle nich nehraje roli.

U basketbalistů bývá typicky přítomna nerovnováha mezi dominantní a nedominantní nohou. V důsledku častého odrazu k výskoku z jedné nohy vzniká nepoměr v síle a stabilitě levé a pravé dolní končetiny, což zvyšuje riziko zranění (Mangine et al. 2014). Fort-Vanmeerhaeghe et al. (2016) sledávají rozdíly také v oblasti neuromuskulární, tedy koordinace a posturální kontroly. Pro prevenci je vhodné zařadit do tréninku preventivní programy pro vyrovnání silových i funkčních rozdílů mezi jednotlivými končetinami. Tyto strategie lze aplikovat i při rehabilitaci a při návratu ke sportovní činnosti.

Existuje mnoho typů a postupů při protahování zkrácených svalů. Konrad, Stafilidis a Tilp (2017) zkoumali vliv jednoduchého statického, balistického a PNF strečinku na *m. gastrocnemius medialis*. Probandi (122) byli rozděleni do tří skupin dle typu protahování. Podstoupili pouze jedno protahování dlouhé 4 x 30 sekund. Hodnoceny byly mimo jiné změny ROM do dorzální flexe nohy. Ultrazvukem byly sledovány změny v délce svalu a šlachy, na jejichž základě byla vypočítána svalová tuhost. Dynamometrem byla změřena maximální volní kontrakce a pasivní odpor svalu. U všech 3 skupin se zvýšil ROM o cca 4 % a pasivní odpor svalu klesl o cca 12 %. Taktéž poklesla tuhost svalu i šlachy. Nebyl zjištěn takřka žádný rozdíl v účinku jednotlivých typů strečinku.

Newman a Newberg (2010) udávají, že ačkoli není basketbal považovaný za kontaktní sport, incidence zranění je velmi častá jak u školních tak profesionálních basketbalistů. Existují různé preventivní programy a výzkumy hodnotící jejich skutečný vliv. Taylor et al. (2015) našli 426 takových studií. Pouze 10 z nich splnilo kritéria a mohly tak být zařazeny do jejich systematické studie. Muselo se jednat o randomizovanou kontrolovanou nebo prospektivní kohortovou studii sledující závodní basketbalisty všech věkových skupin, kteří dokončili intervenční program zaměřený na prevenci zranění dolních končetin a u nichž byla zaznamenávána incidence zranění. Neuromuskulární trénink a zevní fixace kotníků se jeví jako vhodná preventivní strategie při redukci incidence distorzí hlezna. Tři studie hodnotily vliv neuromuskulárního tréninku také na incidenci přetržení LCA, ale meta-analýza neprokázala jeho účinnost v tomto směru. Obecně lze říci, že za jako nejlepší metodu lze hodnotit neuromuskulární trénink samotný, zevní fixaci či kombinaci obojího.

Longo et al. (2012) aplikovali a ověřili účinnost preventivního programu FIFA11+, určeného původně pro prevenci úrazů ve fotbale, na snížení rizika úrazů u mladých basketbalistů. Intervence zahrnovala 15 cvičení zaměřených na běh, posilování, protahování, plyometrii a rovnováhu.

Postura

Držení těla je u školou povinných dětí a adolescentů negativně ovlivňováno sezením v lavicích a nošením těžkých školních tašek. V Olomouci byla testována váha školních tašek (n=502) u dětí (263 dívek a 239 chlapců) na prvním stupni základních škol. Ve více jak 80 % případů byla váha tašky větší než doporučených 10 % váhy dítěte. U 18 % to bylo dokonce více než 20 % hmotnosti. Nošení těžkých břemen dětmi, u kterých se pohybový aparát teprve vyvíjí, je jeden ze závažných rizikových faktorů vzniku vadného držení těla a následných ortopedických vad (Kabátová, Kopecký, Strnisková & Tomanová, 2012).

Lewit (2003) považuje pro správné nošení břemen důležitou správnou fixaci lopatek. Ramenní pletenec by měl být fixován spíše dozadu směrem k páteři, což zajistí koordinovanou kontrakci mezilopatkových svalů. Při tomto držení se uvolní horní fixátory lopatek a váha břemene se nepřenáší na krční páteř. Důležité je hlídat si správné držení hlavy, protože předsun hlavy souvisí s protrakcí ramen.

V roce 2003 zjišťovala prevalenční průřezová studie výskyt vadného držení těla u reprezentativního vzorku 3520 českých dětí ve věku 7,11 a 15 let. Výskyt VDT byl odlišný mezi věkovými skupinami. Celkově bylo vadné držení těla zaznamenáno u 38 % vyšetřených dětí ve věku od sedmi do patnácti let. Největší nárůst ve výskytu VDT proběhl mezi 7. a 11. rokem života (z 33 % na 40,8 %). Právě mladší školní věk je klíčovým a ideálním obdobím pro uplatnění prevence. Vadné držení těla je možné plošně kompenzovat a předcházet mu vhodnými pohybovými programy. Mladší školáci by měli trávit pohybem stejnou dobu jako sezením ve škole. Pro prevenci možných následků VDT by dle autorů bylo vhodné upravit pohybový režim ve školním prostředí (pohybová aktivita o přestávkách, cílené cvičení v průběhu vyučování atd.), kde jsou děti vystaveny dlouhodobému jednostrannému zatížení. Mezi dětmi, které prováděly nějakou sportovní aktivitu, byl výrazně nižší výskyt vadného držení těla. (Kratěnová, Malý & Filipová, 2005).

Umehara et al. (2015) zkoumali změnu postury trupu u adolescentních hráčů házené v průběhu 2 let. Využili fotogrammetrickou metodu založenou na moiré fenoménu. Vznikly 3D snímky zad, které byly hodnoceny s přesností na 1mm a 1°. Bylo hodnoceno postavení a parametry ramenních pletenců, hrudníku, pánve a zakřivení páteře. Přestože sportovci podstoupili během 2 let náročný trénink házené, která je typická asymetrickým zatížením, nebyly při výstupním měření zjištěny negativní změny v postuře. Naopak výsledky ukázaly zlepšení nastavení hrudníku hráčů, což zřejmě souviselo s jejich růstem. Naše výsledky ukázaly u adolescentních hráčů basketbalu také zlepšení postury po dvou letech, nicméně naše metoda dle Jaroše a Lomíčka nebyla tak precizní. Je zatížena subjektivním hodnocením vyšetřujícího a také hráči mají tendenci se narovnat, aby dosáhli lepší klasifikace, což zkresluje konečné výsledky.

Biologický proporcionální věk

Dánští autoři Bult, Barendrecht a Tak (2018) sledovali 170 mladých profesionálních fotbalistů (kategorie U12-U19) z hlediska PHV a s ním spojeným vyšším rizikem úrazů. Průměrný APHV byl $14,4 \pm 0,65$ let, což se mírně liší od našich výsledků ($13,3 \pm 0,8$ let) a výsledků Granadose, Gebremariamama a Leeho (2015) ($13,7 \pm 1,4$ let) plynoucích ze vzorku ($n=246$) amerických chlapců. Vzhledem ke značným interindividuálním rozdílům ve věku dosažení PHV nelze očekávat shodu. Malina, Bouchard a Bar-Or (2004) udává, že muži dosahují věku PHV někdy mezi 12,0 až 15,8 let věku. Bult et al. (2018) dále sledovali celkovou dobu časové indispozice hráčů v důsledku zranění. V tomto ohledu byly za nejohroženější kategorie určeny U16, U15 a U17. A hráči těchto kategorií by proto měli být preventivně sledováni. Z hlediska zranění byl prokázán jejich vyšší výskyt (o 31 % oproti celkovému průměru) v období 6 měsíců od APHV. Van der Luis et al. (2014) ve své studii zaznamenali rizikové období v rozmezí 6 měsíců před i po APHV, měli však k dispozici pouze omezený počet hráčů ($n=26$). Materne et al. (2016) sledovali velkou skupinu 289 hráčů (průměrný věk $14,4 \pm 2,3$ let; maturity offset $+0,6 \pm 1,9$) a stanovil rizikové období $APHV \pm 1$ rok.

Francouzská studie zkoumala souvislosti mezi incidencí a typem zranění a biologickým věkem fotbalistů mladších 14 let. Do studie bylo zahrnuto 233 hráčů národního fotbalového institutu, kteří byli sledováni pod dobu 10 sezón. Probandi byli rozděleni do skupin na základě biologického věku na jedince dospívající dříve a později. Bylo zjištěno, že chlapci dospívající později měli výrazně vyšší riziko závažných zranění než jejich dříve dospívající spoluhráči (Le Gall, Carling & Reilly, 2006).

Wilke et al. (2018) se ve své studii zaměřili na znalosti a přístup německých basketbalových trenérů k metodám testujícím náchylnost svěřenců ke zraněním, jejich povědomí o poranění specifických pro basketbal a o strategiích jejich prevence. Zjistili, že pouze jeden ze tří trenérů provádí před hrací sezónou systematický screening hráčů ohledně rizika zraněním. Screening sportovců byl často spojen s přítomností týmového fyzioterapeuta. Nejlépe hodnoceným preventivním opatřením byl balanční trénink, posilování, funkční trénink a strečink. Autoři uvádějí, že péče o basketbalové hráče v Německu není tak dobrá, jako je tomu například u fotbalistů nebo ragbistů.

Trenéři by měli mít povědomí o značných rozdílech ve vývoji a vyžívání jedinců a jejich významu pro sportovní praxi. Zvláště v basketbalu je často výběr mladých hráčů podřízen jejich antropometrickým parametrům (především výšce). Tím však mohou být opomenuti talentovaní hráči, kteří mají posunutý PHV do vyššího věku tudíž dosahují akcelerace růstu později a jsou zastíněni svými dříve dospívajícími spoluhráči. Z tohoto důvodu by se při výběru mladých basketbalistů neměl brát ohled pouze na antropometrické charakteristiky, ale také na jejich šikovnost a technické dovednosti. (te Wierike, Elferink-Gemser, Tromp, Vaeyens & Visscher, 2014)

Vyjádření k výzkumným otázkám

VO1: K jakým změnám dojde během dvou let v zastoupení svalových dysbalancí u hráčů basketbalu?

I když u některých jedinců došlo ke zlepšení, u mnoha jedinců nedošlo ke změnám. A někteří se navzdory doporučené intervenci zhoršili. Ke zhoršení došlo hlavně u *m. tensor fasciae latae*. U dalších svalů došlo převážně ke zlepšení, nicméně většina jedinců si ponechala původní stav ze vstupního vyšetření. Z hlediska efektu tudíž musíme konstatovat, že nebyl prokázán vliv intervenčního programu na výskyt svalových dysbalancí sledované skupiny hráčů basketbalu.

Za nedostatek intervenčního programu můžeme diskutovat schopnost trenérů adekvátně zařadit doporučené protahování o vhodné intenzitě a délce do pohybové přípravy sportovců. Nicméně bez kontrolní skupiny nevíme, jak by dopadly výsledky bez naší intervence. Je možné, že bez protahování zkracujících se svalů by se výskyt zkrácení zvýšil. Nemůžeme tedy říci, že intervence byla chybná, nebo že neměla význam.

Pomineme-li tyto nedostatky programu, je zřejmé, že kromě intervence do výskytu dysbalancí zasáhlo množství nejrůznějších faktorů. Během období let 2016-2018, dosáhli probandi značných přírůstků váhy, výšky i dalších somatických parametrů. Každý jedinec navíc provozuje odlišnou sportovní a habituální aktivitu. Probandi mají společný trénink basketbalu 2-3 krát týdně, mimo to má většina hráčů i jinou zátěž (nejčastěji kolo, fotbal, běh, posilovnu, plavání). Navíc každá svalová skupina i konkrétní sval zastávají v lidském pohybu rozdílné funkce a jsou v odlišné míře zapojovány do pohybových programů a jejich odpověď na intervenci se může lišit.

Kdybychom měli danou studii provádět znovu se současnými zkušenostmi, bylo by vhodné vyhodnotit účinek intenzivnějšího intervenčního programu v kratším časovém úseku, přičemž bychom omezili přidružené faktory, které mohou zkreslovat výsledky. Příslušnou intervenci by řídil přímo fyzioterapeut například v rámci zahřátí (warm-upu) či závěrečného protažení a kontroloval by hráče tak, aby daný cvik prováděli správně a po požadované době. Na druhou stranu nám dvouletý odstup výstupního a vstupního vyšetření dává možnost nahlížet na hráče z dlouhodobého hlediska se všemi vlivy, které dospívání přináší.

VO₂: Dojde během dvou let ke změnám v postuře hráčů?

U dvanácti hráčů došlo ke zlepšení postury, u jednoho nebyla zaznamenána změna a u jednoho došlo ke zhoršení. Pro hodnocení změn v postuře hráčů byl zvolen Wilcoxonův párový test. Při hodnocení postury došlo ke statisticky významnému zlepšení na hladině statistické významnosti 0,01. V hodnocení se bohužel nejde vyhnout určitému subjektivnímu vlivu vyšetřujícího. Taktéž hráči se mohou snažit o lepší držení těla, při vyšetření. Tento fakt na druhé straně může sportovce vést k tomu, aby si uvědomovali, jak drží svoje tělo a učili se s ním lépe zacházet.

VO₃: Kolik hráčů se bude nacházet v rizikovém období APHV \pm 1 rok na začátku a kolik na konci výzkumu?

Na začátku výzkumu již všichni hráči s výjimkou dvou dosáhli věku PHV. Dva hráči byli těsně před dosažením APHV. Celkově se tři hráči se nacházeli v rizikovém období APHV \pm 1 rok. Při výstupním vyšetření se již pouze jeden hráč nacházel v tomto intervalu (maturity offset = 0,9). Což znamená, že v době psaní této práce se již zcela všichni hráči nachází za tímto milníkem a mohou být trenéry plně zatěžováni.

Je nutné si uvědomit, že i když jedinci nejsou hodnoceni jako riziková vzhledem k APHV, neznamená to, že nejsou v rizikovém období vzhledem k dalším faktorům, jako například psychickým či hormonálním změnám. V průběhu dospívání budou ovlivňováni mnoha vnitřními i vnějšími okolnostmi, které je z hlediska vzniku zranění budou činit náchylnějšími, či je naopak budou chránit.

VO4: Jaké budou nečastější úrazy mezi sledovanými hráči basketbalu?

Nejčastějším zraněním u sledovaných hráčů byla distorze hlezenního kloubu. Druhou problémovou oblastí byl kolenní kloub. Menší počet zranění byl na ruce a prstech, za něž jsou zodpovědné pády a práce s míčem. V souladu s poznatky z jiných výzkumů byly u sledované skupiny basketbalistů predilekčními místy zranění a bolesti kotník a koleno. Dva z hráčů měli v průběhu dvou let dvě distorze hlezenního kloubu, které byly řešeny klidem a režimovými opatřeními. Opakované úrazy mohou vznikat ze strukturální či funkční kloubní nestability. Takovým hráčům by měla být věnována zvýšená pozornost a je nutné zařadit individuální cvičební program pro stabilizaci daného kloubu (nejčastěji hlezenního), případně kloub při zátěži vhodně zpevnit.

7 Závěry

Tato práce sledovala soubor 14 hráčů basketbalu věkové kategorie U15. Během období od října 2016 do listopadu 2018 došlo ke změnám v zastoupení svalových dysbalancí, v postuře i biologickém proporcionálním věku jedinců. Během dvou let se změnilo procentuální zastoupení svalového zkrácení a oslabení u hráčů. U většiny testovaných svalů došlo ke zlepšení. Výjimku představuje *m. tensor fasciae latae*, který vykázal vyšší zastoupení zkrácení na konci než na začátku výzkumu. Vzhledem k tomu, že většina hráčů si udržela stav ze vstupního vyšetření, nelze pokládat efekt intervenčního programu na výskyt svalového zkrácení za statisticky významný. Přestože nedošlo ke statisticky významným změnám, nelze program pokládat za zbytečný, poněvadž účinek protahování spočívá také v udržení rozsahu pohybu, pružnosti šlach a svalů a prevenci úrazů. Z hlediska postury došlo ke statisticky významnému zlepšení ($p < 0,01$). Z hlediska biologického proporcionálního věku již všichni probandi s výjimkou jednoho hráče opustili nejrizikovější interval $APHV \pm 1$ rok. Rychlost růstu sportovců bude nadále klesat, dokud se vlivem uzavření růstových štěrbin zcela nezastaví. Nyní již mohou být všichni hráči plně zatěžováni, nicméně stále platí doporučení ohledně provádění kompenzačního cvičení, správné životosprávy a nezbytné regenerace.

Dobry fyzioterapeut či trenér by měl být schopen posoudit základní pohybové schopnosti sportovců s cílem identifikovat nesprávné pohybové vzory, které negativně ovlivňují nejen sportovní výkon ale i zdraví. Snížená kvalita pohybu vede ke kompenzačním pohybům, které přispívají k přetížení, vzniku svalových dysbalancí, opakovaným mikrotraumatům a v konečném důsledku k vyššímu riziku vzniku patologií a traumat. Proto by u sportovců neměl být brán zřetel pouze na výkonnost, ale také na ekonomičnost, ladnost a koordinaci vykonávaných pohybů. Správně prováděná technika šetří síly a zdraví sportovce, zlepšuje regeneraci a umožňuje provádět sportovní činnost po dlouhou dobu bez nežádoucích komplikací.

Za přínos této práce lze také považovat osvětu trenérů a jejich edukaci ohledně rizik spojeným s růstovým spurtem, svalovým zkrácením či oslabením. Taktéž hráči si jistě z výzkumu odnesli alespoň povědomí o možných rizicích, testování a prevenci ve sportu. Během dvouletého tréninku podstupovali pravidelné protahování svalů, které mají tendenci ke zkrácení a alespoň u některých z nich byl zaznamenán pozitivní vliv na jejich protažitelnost.

Testování v rámci metodiky této práce lze využít při hodnocení jedinců z hlediska zralosti, držení těla a svalového oslabení či zkrácení. Jedná se o jednoduché, časově a přístrojově nenáročná měření, která mohou být využita jako screening, pomocí něhož mohou být identifikováni ohrožení jedinci a zaveden kompenzační program. Je na každém trenérovi či fyzioterapeutovi, jak se k preventivním opatřením postaví a jak naloží s výsledky.

8 Souhrn

Teoretická část práce se zabývala vznikem a významem svalových dysbalancí, pojednávala o postuře, onemocnění a zraněních typických pro basketbal, věnovala se prevenci a kompenzačním cvičením v basketbalu, zvýšenému riziku zranění mladých sportovců, biologickému proporcionálnímu věku a jeho odhadu na základě antropometrických parametrů.

Cílem práce bylo sledovat výzkumný soubor basketbalistů (n=14) z hlediska výskytu svalových dysbalancí, zranění, držení těla a biologického proporcionálního věku. Testování svalového zkrácení a oslabení bylo provedeno testy dle Jandy. Hodnocení postury bylo provedeno dle Jaroše a Lomíčka. Biologický proporcionální věk byl vypočten na základě antropometrických parametrů dle Mirwalda. Testovaný soubor byl také sledován z hlediska zranění. Na základě vstupního vyšetření byl do tréninkového programu sportovců zařazen intervenční program.

Po dvou letech podstoupili hráči výstupní vyšetření. V zastoupení svalových dysbalancí došlo ke změnám. Došlo k poklesu celkového zastoupení svalového zkrácení u většiny měřených svalů s výjimkou *m. tensor fasciae latae*, který se naopak u několika hráčů zkrátil. K největšímu zlepšení došlo u *m. rectus femoris* (pravostranný o 14 % a levostranný o 29 %). Většina hráčů si však zachovala stav odpovídající původnímu měření, navzdory zavedené intervenci, jejíž účinek je diskutabilní. V postuře basketbalistů bylo zaznamenáno statisticky významné zlepšení ($p < 0,01$). Z hlediska biologického proporcionálního věku již všichni hráči dosáhli věku PHV a vyjma jednoho opustili rizikový interval $APHV \pm 1$ rok. Z hlediska tréninku mohou být hráči již vystaveni plné zátěži, nicméně i u nich je důležité pokračovat v kompenzačních cvičeních, dodržovat principy odpočinku a regenerace. Z hlediska zranění byla ve sledovaném souboru nejvíce zastoupena distorze hlezenního kloubu.

9 Summary

The theoretical part of the thesis was focused on the emergence and meaning of the muscular imbalances, dealt with the posture, diseases and injuries typical for basketball players, as well as with their prevention and compensation exercises. Furthermore, it dealt with higher risk of injury of young basketball players, biological proportional age and its estimation on the basis of anthropometric measurements.

The aim of this work was to observe the muscular imbalances, injuries, posture and biological proportional age in the research group of basketball players (n=14). Muscular shortening and weakening was tested according to Janda. The evaluation of posture was performed according to Jaroš and Lomníček. Biological proportional age was calculated on the basis of anthropometric measurements by Mirwald. The research group was also monitored for injuries. On the basis of the initial examination, an intervention programme was included in the players' training programme.

After two years, the players went through the final examination. A change in muscular imbalances was observed. There was an overall decrease of shortening in majority of the measured muscles with the exception of *m. tensor fasciae latae*, which shortened in several cases. The most significant improvement was seen in *m. rectus femoris* (by 14% on the right side, by 29% on the left side). However, majority of the players maintained the values of the first measuring, despite the intervention programme, whose effect is disputable. In the posture of basketball players, a statistically significant improvement ($p < 0,01$) was observed. As for the biological proportional age, all the players, reached the PHV age and with the exception of one they left the risky period of $APHV \pm 1$ year. The players can be exposed to a complete workout, however, it is still necessary to continue with the compensation exercises and follow the principles of rest and regeneration. The most common injury during the monitoring period was an ankle sprain.

10 Referenční seznam

- Alter, M. (2004). *Science of flexibility*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bernaciková, M., Kapounková, K., & Novotný, J. (2011). Fyziologie sportovních disciplín [Online]. Brno. Retrieved from https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/fyziologie_sport/sport/hry-basketbal.html
- Bisi, M., & Stagni, R. (2016). Development of gait motor control: what happens after a sudden increase in height during adolescence? [Online]. *BioMedical Engineering OnLine*, 15(1). doi: 10.1186/s12938-016-0159-0
- Brown, K., Patel, D., & Darmawan, D. (2017). Participation in sports in relation to adolescent growth and development [Online]. *Translational Pediatrics*, 6(3), 150-159. doi: 10.21037/tp.2017.04.03
- Bult, H., Barendrecht, M., & Tak, I. (2018). Injury Risk and Injury Burden Are Related to Age Group and Peak Height Velocity Among Talented Male Youth Soccer Players [Online]. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 6(12). doi: 10.1177/2325967118811042
- Caine, D., Purcell, L., & Maffulli, N. (2014). The child and adolescent athlete: a review of three potentially serious injuries [Online]. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 6(1). doi: 10.1186/2052-1847-6-22
- Canale, S., & Beaty, J. (2012). *Campbell's operative orthopaedics*. London: Mosby.
- Cook, J. (2004). Anthropometry, physical performance, and ultrasound patellar tendon abnormality in elite junior basketball players: a cross-sectional study [Online]. *British Journal of Sports Medicine*, 38(2), 206-209. doi: /10.1136/bjism.2003.004747
- Čápková, J. (2016). *Od posturální ontogeneze k terapeutickému konceptu*. Ostrava: Repronis s.r.o.
- Davidek, P., Anđel, R., & Kobesova, A. (2018). Influence of Dynamic Neuromuscular Stabilization Approach on Maximum Kayak Paddling Force [Online]. *Journal of Human Kinetics*, 61(1), 15-27. doi: /10.1515/hukin-2017-0127

- Faulkner, R., Davison, K., Bailey, D., Mirwald, R., & Baxter-Jones, A. (2006). Size-Corrected BMD Decreases During Peak Linear Growth: Implications for Fracture Incidence During Adolescence [Online]. *Journal of Bone and Mineral Research*, 21(12), 1864-1870. doi: 10.1359/jbmr.060907
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Gual, G., Romero-Rodriguez, D., & Unnitha, V. (2016). Lower Limb Neuromuscular Asymmetry in Volleyball and Basketball Players [Online]. *Journal of Human Kinetics*, 50(1), 135-143. doi: 10.1515/hukin-2015-0150
- Frank, C., Kobesova, A., & Kolar, P. (2013). Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation [Online]. *International journal of sports physical therapy*, 8(1), 62-73.
- Garrison, S., Allan, G., Sekhon, R., Musini, V., Khan, K., & Garrison, S. (2012). Magnesium for skeletal muscle cramps [Online]. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (9). doi: 10.1002/14651858.CD009402
- Gordon, D. (2009). *Coaching science*. Exeter [England]: Learning Matters.
- Granados, A., Gebremariam, A., & Lee, J. (2015). Relationship Between Timing of Peak Height Velocity and Pubertal Staging in Boys and Girls [Online]. *Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology*, 7(3), 235-237. doi: 10.4274/jcrpe.2007
- Haladová, E., & Nechvátalová, L. (2005). *Vyšetřovací metody hybného systému*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů.
- Chaitow, L. (2006). *Muscle energy techniques*. New York: Churchill Livingstone.
- Janda, V. (1982). *Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch: určeno pro rehabilitační pracovníky*. Brno: Ústav pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků.
- Janda, V. (1996). *Funkční svalový test*. Praha: Grada.
- Jandre Reis, F., & Macedo, A. (2015). Influence of Hamstring Tightness in Pelvic, Lumbar and Trunk Range of Motion in Low Back Pain and Asymptomatic

- Volunteers during Forward Bending [Online]. *Asian Spine Journal*, 9(4). doi: 10.4184/asj.2015.9.4.535
- Kabátová, H., Kopecký, M., Strnisková, D., & Tomanová, J. (2012). Těžké školní aktovky jako další možný faktor ovlivňující výskyt vadného držení těla. *Hygiena*, 57(3), 89-93.
- Kennedy, J., Hodgkins, C., Sculco, P., Carter, T., & Robinson, S. (2006). Sports injuries of the foot and ankle in the adolescent athlete. *International SportMed Journal*, 7(2), 85-97.
- Kisner, C., & Colby, L. (2012). *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. Philadelphia: F.A. Davis.
- Kolář, P. (2001). Systematizace svalových dysbalancí z pohledu vývojové kineziologie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 8(4), 152-164.
- Kolář, P. (2002). Vadné držení těla z pohledu posturální ontogeneze. *Pediatric pro praxi*, 3(3), 106-109.
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Konrad, A., Stafilidis, S., & Tilp, M. (2017). Effects of acute static, ballistic, and PNF stretching exercise on the muscle and tendon tissue properties [Online]. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(10), 1070-1080. doi: 10.1111/sms.12725
- Kozieł, S., & Malina, R. (2018). Modified Maturity Offset Prediction Equations: Validation in Independent Longitudinal Samples of Boys and Girls [Online]. *Sports Medicine*, 48(1), 221-236. doi: 10.1007/s40279-017-0750-y
- Kratěnová, J., Malý, M., & Filipová, V. (2005). Výskyt vadného držení těla u dětí školního věku v ČR. In *Role pohybových aktivit v životě dětí a mládeže*. Praha: Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze.
- Kučera, A., Krůta, T., Mahr, E., Kádner, P., Kynčl, M., & Hříbal, Z. (2011). Poranění svalů zadní skupiny stehna u sportovců, diagnostika a léčba. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 20(3), 144-157.

- Launay, F. (2015). Sports-related overuse injuries in children [Online]. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 101(1), S139-S147. doi: 10.1016/j.otsr.2014.06.030
- Le Gall, F., Carling, C., & Reilly, T. (2006). Biological maturity and injury in elite youth football [Online]. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 17(5), 564-72. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00594.x
- Leppänen, M., Pasanen, K., Kujala, U., & Parkkari, J. (2015). Overuse injuries in youth basketball and floorball. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 22(6), 173-179. doi: 10.2147/OAJSM.S82305
- Lewit, K. (2003). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. Praha: Sdělovací technika ve spolupráci s Českou lékařskou společností J.E. Purkyně.
- Longo, U., Loppini, M., Berton, A., Marinozzi, A., Maffulli, N., & Denaro, V. (2012). The FIFA 11+ Program Is Effective in Preventing Injuries in Elite Male Basketball Players [Online]. *The American Journal of Sports Medicine*, 40(5), 996-1005. doi: 10.1177/0363546512438761
- Malina, R., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, Ill: Human Kinetics.
- Mangine, G., Hoffman, J., Gonzalez, A., Jajtner, A., Scanlon, T., Rogowski, J., Wells, A., Fragala, M., & Stout, J. (2014). Bilateral Differences in Muscle Architecture and Increased Rate of Injury in National Basketball Association Players [Online]. *Journal of Athletic Training*, 49(6), 794-799. doi: 10.4085/1062-6050-49.3.60
- Materne, O., Farooq, A., Johnson, A., & McNaughton, M. (2016). Relationship between injuries and somatic maturation in highly trained youth soccer players. In T. Favero, B. Drust & B. Dawson, *International Research in Science and Soccer II* (1 ed.pp. 182–192). Abingdon: Routledge.
- McGuine, T., & Keene, J. (2006). The Effect of a Balance Training Program on the Risk of Ankle Sprains in High School Athletes [Online]. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(7), 1103-1111. doi: 10.1177/0363546505284191

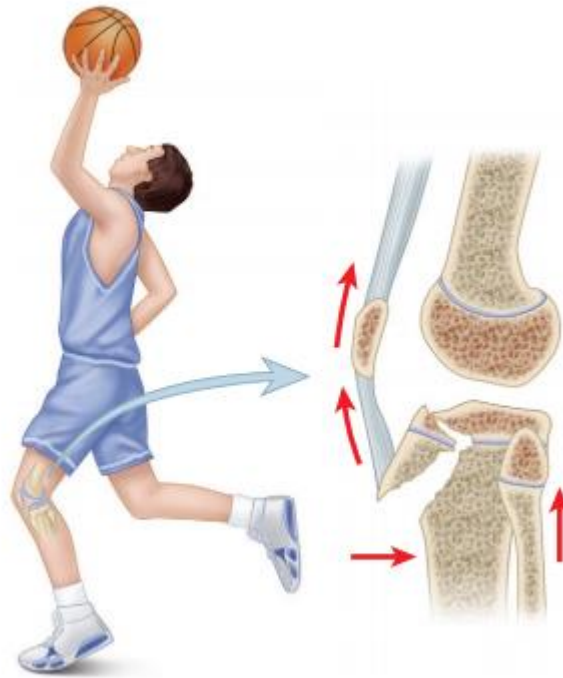
- McKay, G. (2001). Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors [Online]. *British Journal of Sports Medicine*, 35(2), 103-108. doi: 10.1136/bjism.35.2.103
- Mirwald, R., Baxter-Jones, A., Bailey, D., & Beunen, G. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(4), 689-694. doi: 10.1097/00005768-200204000-00020
- Nessler, T., Denney, L., & Sampley, J. (2017). ACL Injury Prevention: What Does Research Tell Us? [Online]. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 10(3), 281-288. doi: 10.1007/s12178-017-9416-5
- Newman, J., & Newberg, A. (2010). Basketball Injuries [Online]. *Radiologic Clinics of North America*, 48(6), 1095-1111. doi: 10.1016/j.rcl.2010.07.007
- Notarnicola, A., Maccagnano, G., Tafuri, S., Pesce, V., Digiglio, D., & Moretti, B. (2015). Effects of training on postural stability in young basketball players [Online]. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 5(4), 310–315. doi: 10.11138/mltj/2015.5.4.310
- Page, P. (2012). Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(1), 109-119.
- Page, P., Frank, C., & Lardner, R. (2010). *Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Panza, G., Stadler, J., Murray, D., Lerma, N., Barrett, T., Pettit-Mee, R., & Edwards, J. (2017). Acute Passive Static Stretching and Cramp Threshold Frequency [Online]. *Journal of Athletic Training*, 52(10), 918-924. doi: 10.4085/1062-6050-52.7.03
- Poděbradská, R. (2018). *Komplexní kineziologický rozbor: funkční poruchy pohybového systému*. Praha: Grada Publishing.
- Purcell, L. (2013). Sport nutrition for young athletes [Online]. *Paediatrics & Child Health*, 18(4), 200-202. doi: 10.1093/pch/18.4.200
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex.

- Rudavsky, A., & Cook, J. (2014). Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper's knee) [Online]. *Journal of Physiotherapy*, 60(3), 122-129. doi: 10.1016/j.jphys.2014.06.022
- Sahrmann, S. (2002). Does Postural Assessment Contribute to Patient Care?. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 32(8), 376-379.
- Smith, J., & Varacallo, M. (2018). Osgood Schlatter Disease [Online]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441995/>. StatPearls Publishing.
- Smith, J., Holmes, M., & McAllister, M. (2015). Nutritional Considerations for Performance in Young Athletes [Online]. *Journal of Sports Medicine*, 1(13). doi: 10.1155/2015/734649
- Soliman, A., Sanctis, V., & Elalaily, R. (2014). Nutrition and pubertal development [Online]. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 18(7), 39-47. doi: 10.4103/2230-8210.145073
- Taylor, J., Ford, K., Nguyen, A., Terry, L., & Hegedus, E. (2015). Prevention of Lower Extremity Injuries in Basketball [Online]. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 7(5), 392-398. doi: 10.1177/1941738115593441
- te Wierike, S., Elferink-Gemser, M., Tromp, E., Vaeyens, R., & Visscher, C. (2014). Role of maturity timing in selection procedures and in the specialisation of playing positions in youth basketball [Online]. *Journal of Sports Sciences*, 33(4), 337-345. doi: 10.1080/02640414.2014.942684
- Thomas, C., Comfort, P., Dos'Santos, T., & Jones, P. (2017). Determining Bilateral Strength Imbalances in Youth Basketball Athletes [Online]. *International Journal of Sports Medicine*, 38(09), 683-690. doi: 10.1055/s-0043-112340
- Umehara, J., Ikezoe, T., Nishishita, S., Nakamura, M., Umegaki, H., Kobayashi, T., Fujita, K., & Ichihashi, N. (2015). Effect of hip and knee position on tensor fasciae latae elongation during stretching: An ultrasonic shear wave elastography study [Online]. *Clinical Biomechanics*, 30(10), 1056-1059. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2015.09.007

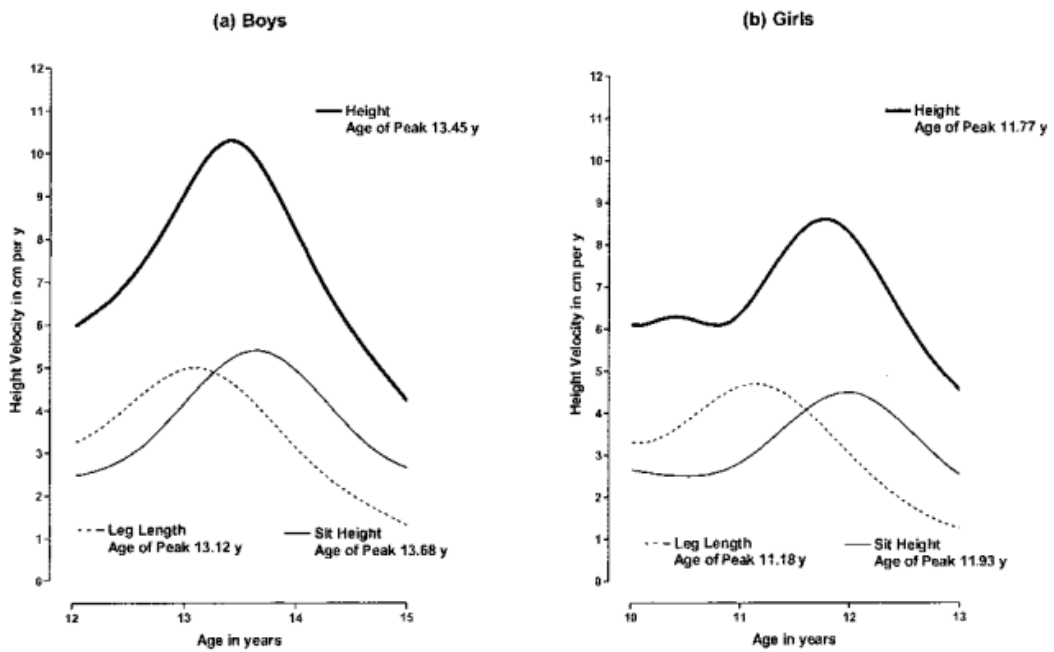
- Valentino, M., Quiligotti, C., & Ruggirello, M. (2012). Sinding-Larsen-Johansson syndrome: A case report [Online]. *Journal of Ultrasound*, 15(2), 127-129. doi: 10.1016/j.jus.2012.03.001
- van der Sluis, A., Elferink-Gemser, M., Coelho-e-Silva, M., Nijboer, J., Brink, M., & Visscher, C. (2014). Sport Injuries Aligned to Peak Height Velocity in Talented Pubertal Soccer Players [Online]. *International Journal of Sports Medicine*, 35(4), 351-355. doi: 10.1055/s-0033-1349874
- Véle, F. (2012). *Vyšetření hybných funkcí z pohledu neurofyzologie: příručka pro terapeuty pracující v neurorehabilitaci*. Praha: Triton.
- Wild, C., Steele, J., & Munro, B. (2013). Musculoskeletal and Estrogen Changes during the Adolescent Growth Spurt in Girls [Online]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(1), 138-145. doi: 10.1249/MSS.0b013e31826a507e
- Wilke, J., Niederer, D., Vogt, L., & Banzer, W. (2018). Head coaches' attitudes towards injury prevention and use of related methods in professional basketball: A survey. *Physical Therapy in Sport*, 32, 133-139. doi: 10.1016/j.ptsp.2018.04.011
- World Health Organization, . (2014). Health for the World's Adolescents [Online]. In *WHO*. Geneva: WHO Press. Retrieved from http://apps.who.int/adolescent/second-decade/files/1612_MNCAH_HWA_Executive_Summary.pdf

11 Přílohy

Příloha 1. K avulzním zlomeninám často dochází při pokusu odrazit se ke skoku (Canale & Beaty, 2012).



Příloha 2. Vývoj rychlosti růstu celkové výšky, výšky v sedu a délky dolní končetiny u chlapců (a) a dívek (b) (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey & Beunen, 2002).



Příloha 3. Záznamový formulář

Jméno a příjmení (kód):

Tělesná výška:

Výška v sedu:

Výška tibie:

Výška vnitřního kotníku:

Tělesná hmotnost:

Svalové dysbalance:

	P		L	
Iliopsoas:	N	Z	N	Z
Rectus femoris	N	Z	N	Z
Tensor f. l.	N	Z	N	Z
Adduktory	N	Z	N	Z
Hamstringy	N	Z	N	Z
Triceps surae:	N	Z	N	Z
Břišní svaly	N	O		
Gluteus max	N	O	N	O
Mezilopatkové(klík)	N	O		

Předklon 1/3 bérce Nárt Prsty Země MT Dlaně

Rameno výše P L S

Hodnocení postury

Hlava a krk 1 2 3 4

Břicho a pánev 1 2 3 4

Křivka zad ze zadu 1 2 3 4

	P		L	
RF var	RF var C/P/N	RF var	RF var C/P/N	
FFvar	FF var C/P/N	FFvar	FF var C/P/N	
Ff valg	FF valg C/P/N	Ff valg	FF valg C/P/N	