

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU**

**Kompenzační program ke snížení  
zdravotních rizik u volejbalistek**

**Autoreferát disertační práce**

Vedoucí práce:  
Doc. PhDr. Vladimír Süss, Ph.D.

Vypracovala:  
Mgr. Tamara Čučková

Praha 2018

# Abstrakt

## Název práce

Kompenzační program ke snížení zdravotních rizik u volejbalistek

## Problém

Volejbal je sport charakteristický velkou jednostrannou zátěží na dominantní horní končetinu, stejně tak velkou zátěží na dolní končetiny, nosné klouby a páteř. Raná specializace společně s dlouhodobou jednostrannou zátěží způsobuje v řadě případů svalové dysbalance, špatné držení těla a další problémy svalového aparátu. Volejbal je sport, který velmi zatěžuje pohybový aparát a hráči žádného týmu se nevyvarují zraněním, ať už těm akutním (poranění kotníků, kolen, prstů...), nebo těm chronickým (ramena, kolena, záda...). Vzhledem k tomu, že už v mladém věku se u volejbalistů vyskytují výrazné svalové dysbalance a laterální asymetrie, v některých případech i vážná chronická zranění, vycházeli jsme z předpokladu, že i v naší skupině tomu bude obdobně. Proto jsme se na základě znalosti stavu pohybového aparátu (výsledky vstupního měření) juniorských volejbalistek týmu nejvyšší české soutěže PVK Olymp Praha rozhodli vytvořit dlouhodobý kompenzační program a sledovat jeho účinek.

## Cíl práce

Cílem této práce je ověřit účinek vytvořeného kompenzačního programu, který byl sestaven pro sezónu 2012 a 2013 na základě vstupního vyšetření metodou kineziologického rozboru a přístrojem InBody 3.0 a který má vést ke zlepšení celkového stavu pohybového aparátu juniorských extraligových volejbalistek týmu PVK Olymp Praha.

## Metody

Skupina 12 elitních juniorských volejbalistek se po dobu dvou volejbalových sezón (cca 2 roky) pravidelně (každé 3 měsíce) podrobovala komplexnímu kineziologickému vyšetření a vyšetření pomocí antropometrických testů přístrojem InBody 3.0. Tato práce zhodnotila stav pohybového aparátu zkoumané skupiny a testovala účinnost vytvořeného kompenzačního programu, který se zaměřoval na vyrovnání laterálních asymetrií a mimo dechových a protahovacích cvičení využíval balančních polokoulí Bosu a cvičebních gum Thera-Band. Kompenzační program byl zařazen na závěr každé tréninkové jednotky po dobu dvou sezón. Účinek kompenzačního programu byl testován pomocí párového t-testu, Bland-Altmanova diagramu a statistické metody ANOVA, konkrétně jsme testovali účinek za každý rok zvlášť a též za oba dva roky dohromady. Výsledky kineziologického rozboru byly hodnoceny pomocí procentuální analýzy.

## **Výsledky a závěry**

Při testování účinnosti kompenzačního programu jsme u výzkumné skupiny zaznamenali jisté zlepšení držení těla, stejně tak zlepšení pohybových stereotypů, svalových zkrácení a laterálních asymetrií, toto zlepšení však bylo věcně i statisticky nevýznamné. Z hlediska horní poloviny těla byl úspěšnější první rok šetření, kde jsme zaznamenali průměrné zlepšení asymetrie horních končetin o 0,018 u 79,1 % sledovaného souboru, naopak u dolních končetin byl ke zlepšení potřeba delší časový úsek a zlepšení o 0,031 u 61,9 % sledovaných subjektů jsme zaznamenali až po dvou letech. Nicméně celá řada hráček se subjektivně cítila lépe, konkrétně se zmírnila, nebo zcela vymizela bolest zad a ramene dominantní horní končetiny a při takových tréninkových dávkách, jaké absolvuje extraligové družstvo, je i fakt, že u sledovaných proměnných nedošlo ke zhoršení, brán jako úspěch. Individuální kompenzační cvičení by patrně přinesla statisticky významnější efekt, přesto si trváme tvrdit, že cvičení na balanční polokouli Bosu a současně cvičení se cvičební gumou Thera-Band ve sportu s jednostranným zatížením, jakým je například volejbal, se jeví jako vhodná.

## **Klíčová slova**

InBody, intervence, kineziologický rozbor, kompenzace, svalové dysbalance, volejbal

# 1 ÚVOD

Jednostranné přetěžování je často diskutovaným problémem mnoha sportů a volejbal je zářným příkladem jednoho z nich. Ve volejbale dochází k jednostrannému přetěžování určitých svalových skupin a naopak nevyžívání jiných a to dává vzniku svalovým dysbalancím v oblasti páteře a jiných kloubů, což vede k vadnému držení těla a možnému vzniku zranění. V důsledku svalové nerovnováhy dochází k porušení svalové koordinace a tím větší predispozici ke vzniku úrazů, bolesti zad, kloubů, hlavy apod.

Volejbal je fyzicky náročný sport, pro který jsou charakteristické rychlé změny polohy těla v prostoru, stejně tak rychlé změny polohy jednotlivých segmentů těla vůči sobě navzájem. Je to sportovní hra, při které nedochází k přímému kontaktu se soupeřem, přesto se u volejbalistů objevují častá zranění, ať už akutní nebo chronická.

Nejčastější pohyby ve volejbale jsou výskoky, pády a rychlé změny směru pohybu. Nejvíce bývá zatěžována dominantní horní končetina, především ramenní kloub. Na ruce jsou postiženy hlavně prsty a jejich klouby a na jiných částech těla se setkáváme se známkami přetížení úponových oblastí břišních i zádočných svalů, dolní končetiny jsou přetěžovány kvůli neustálým odrazům a doskokům (Vorálek, Süs, & Parkanová, 2007). Velice často dochází k podvrtnutí převážně hlezenních kloubů (Vorálek, Pálová, & Süs, 2009). Vzhledem k typu zátěže a charakteru využívaných pohybových stereotypů je právě u volejbalistů vysoká tendence ke vzniku svalových dysbalancí, a to především v okolí pletence ramenního, bederní páteře, pánve a dolních končetin.

Volejbal je typický jednostranný sport. Hráči jsou v převážné většině jasně vyhranění praváci a leváci, a právě dominantní strana sportovce bývá daleko více zatěžována. Z tohoto důvodu je do tréninkového procesu třeba zařadit kompenzační cvičení. Nezbytnost vhodné kompenzace už byla kromě volejbalu potvrzena i v jiných sportech. Intervenční program by měl být sestaven z uvolňovacích, protahovacích a posilovacích cvičení a současně s ohledem na zatížení v daném sportu. Vhodné je zařadit cvičení s balančními pomůckami a cvičebními gumami. Pozitivní efekt cvičení s těmito pomůckami byl potvrzen několika předešlými výzkumy.

# 2 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE

## 2.1 Cíle práce

Cílem této práce je ověřit účinek vytvořeného kompenzačního programu, který byl sestaven pro sezónu 2012 a 2013 na základě vstupního vyšetření metodou kineziologického rozboru a přístrojem InBody 3.0 a který má vést ke zlepšení celkového stavu pohybového aparátu juniorských extraligových volejbalistek týmu PVK Olymp Praha.

## 2.2 Hypotézy

- H1: Metoda kineziologického rozboru potvrdí výskyt svalových dysbalancí u mladých volejbalistek.
- H2: Vyšetření přístrojem InBody ukáže, že 90 % hráček bude vykazovat laterální svalové asymetrie ku prospěchu dominantní horní končetiny.
- H3: Vyšetření přístrojem InBody ukáže, že 90 % hráček bude vykazovat laterální svalové asymetrie ku prospěchu dominantní dolní končetiny.
- H4: Kineziologické vyšetření ukáže, že 80 % hráček bude vykazovat alespoň jednu z odchylek od správného držení těla, 80 % hráček bude provádět alespoň jeden z testovaných pohybových stereotypů nesprávně a 80 % hráček bude mít alespoň jeden sval či svalovou skupinu z testovaných svalů zkrácený.
- H5: Rozdíl mezi vstupním kineziologickým vyšetřením a vyšetřením na konci roku I po aplikaci intervenčního programu bude věcně významný. 70 % testovaných vykáže zlepšení svalové symetrie trupu, horních a dolních končetin.
- H6: Rozdíl mezi vstupním měřením přístrojem InBody 3.0 a měřením na konci roku I po aplikaci intervenčního programu bude věcně významný. 70 % testovaných vykáže zlepšení svalové symetrie horních a dolních končetin.
- H7: Rozdíl mezi vstupním kineziologickým vyšetřením na začátku roku II a vyšetřením na konci roku II po aplikaci intervenčního programu bude věcně významný. 70 % testovaných vykáže zlepšení svalové symetrie trupu, horních a dolních končetin.

H8: Rozdíl mezi vstupním měřením přístrojem InBody 3.0 na začátku roku II a měřením na konci roku II po aplikaci intervenčního programu bude věcně významný. 70% testovaných vykáže zlepšení svalové symetrie horních a dolních končetin.

# 3 METODIKA PRÁCE

## 3.1 Charakteristika sledovaného souboru

Vzhledem k charakteru výzkumu jsme zvolili záměrný výběr, a to volejbalistky nejvyšší tuzemské soutěže týmu PVK Olymp Praha. Výzkumný soubor tvořil 12členný dívčí tým České extraligy kadetek ve věku 15–16 let v prvním roce měření a stejná skupina v druhém roce šetření, jen už v kategorii juniorek a ve věku 16–17 let. Každá hráčka se na počátku šetření volejbalu věnovala aktivně nejméně 4krát týdně 4 roky. Tréninková jednotka trvala 2 hodiny. Průměrná výška sledovaného souboru během prvního roku výzkumu byla 178,6 cm, průměrná hmotnost 68,6. V rámci druhého roku měření se tyto parametry změnily na průměrnou výšku 179,8 cm a průměrnou hmotnost 66,6 kg. Žádná z hráček nevykonávala před zahájením šetření žádný kompenzační sport.

## 3.2 Charakteristika použitých metod

### 3.2.1 Kineziologický rozbor

K vyšetření vybrané skupiny volejbalistek jsme ve spolupráci s fyzioterapeutem zvolili soubor vyšetřovacích metod zaměřených na zjištění stavu pohybového aparátu volejbalistek z několika hledisek. Zaměřili jsme se především na vadné držení těla a s tím související svalové dysbalance. Vyšetření metodou kineziologického rozboru dle Jandy (1996) jsme zaměřili na hodnocení postavy a držení těla, vyšetření pohybových stereotypů a zkrácených svalů (Janda, 1996). Všechny hráčky byly vyšetřeny týměž fyzioterapeutem ve stejném prostředí a ve stejné denní době. Celkové vyšetření bylo prováděno v určité posloupnosti, a to postupně aspekci ze tří stran, poté následovalo vyšetření pohybových stereotypů, hypermobility a zkrácených svalů dle Jandy (1996) a vyšetření stoje na dvou vahách k zjištění pravolevé asymetrie. Jako teoretický podklad vyšetření hybného systému nám sloužilo několik prací, konkrétně práce Gútha (2004), Jandy (1996), Haladové a Nechvátalové (1997) a Grosse, Fetta, a Rosena (2005).

Vyšetření postavy aspekci jsme prováděli ze tří stran – zezadu, zepředu a z boku. Pohledem zezadu fyzioterapeut hodnotil držení a osově postavení hlavy, reliéf krku a ramen, výši a postavení lopatek (zda neodstávají a zda jsou jejich vnitřní okraje rovnoběžné), tvar a symetrii hrudníku. V oblasti pánve vyšetřující osoba zjišťovala, zda zadní spiny a gluteální rýhy jsou

ve stejné výši a zda intergluteální rýha je kolmá na jejich spojnici. Dále se pak zjišťovalo postavení dolních končetin. Zepředu jsme sledovali reliéf krku, postavení klíčků, souměrnost a stejnou výši ramen, tvar a symetrii hrudníku a horní končetiny. Z boku jsme si hlavně všimli držení a osového postavení hlavy, tvar a postavení hrudníku, zvětšeného nebo zmenšeného zakřivení páteře, sklon pánve a kosti křížové, břicha (zda neprominuje) a dolních končetin (Bursová, 2005; Gross, Fetto, & Rosen, 2005; Haladová & Nechvátalová, 1997; Janda, 1996). V naší práci jsme toto vyšetření hodnotili z hlediska dvoubodové hodnotící škály, a to – (odchylka od správného postavení dané části těla se nevyskytovala) a + (odchylka se vyskytovala).

V neposlední řadě jsme během kineziologického rozboru prováděli i vyšetření zkrácených svalů. My jsme použili Jandovo testování, v kterém jsou k určení míry zkrácení svalové síly použity tři stupně míry zkrácení. V naší práci jsme se opět zaměřili pouze na výskyt (+), či absenci (–) svalového zkrácení. Konkrétně jsme sledovali tyto svaly: m. triceps surae, flexory kolenního kloubu (m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus), flexory kyčelního kloubu (m. iliopsoas, m. rectus femoris, m. tensor fasciae latae), m. adductor longus et magnus, m. adductor brevis, m. piriformis, m. quadratus lumborum, mm. erectores spinae, m. pectoralis (major), m. levator scapulae, m. trapezius (horní část), a m. sternocleidomastoideus (Čihák, 2001; Fleischmann & Linc, 1964).

K získání dobré představy o kvalitě pohybových stereotypů vyšetřovaného, nám stačila vyšetření šesti základních vzorců – extenze v kyčelním kloubu (vleže na břicho, hodnotí se timing především hýžďového svalstva zapojovaného např. při chůzi), abdukce v kyčelním kloubu (vleže na boku, hodnotí se stav dysbalance mezi abduktory a adduktory kyčelního kloubu a jejich harmonickou funkci), flexe trupu (posazování z lehu do sedu testuje stav břišního svalstva), flexe hlavy (vleže na zádech, testuje hluboké šíjové svaly), abdukce v ramenním kloubu (vsedě, hodnotí souhru svalu trapézového, zdvihače lopatky a dolních fixátorů lopatek) a poslední klik – vzpor (testuje stav mezilopatkového svalstva a dolních fixátorů lopatek). Hodnotili jsme, zda byl pohyb proveden správně, či nesprávně s ohledem na jeho pravolevé provedení.

V neposlední řadě bylo součástí našeho kineziologického rozboru též vyšetření stoje na dvou vahách, jehož výsledky jsme následně též porovnávali s výsledky přístrojové metody pomocí přístroje InBody 3.0. Tato zkouška nám dává dobrou představu o stranové symetrii zatěžování dolních končetin. Za hranici fyziologického rozdílu stranového zatěžování je považován rozdíl 4kg (Lewit, 1991). Podle Gútha (2004) by u zdravého dospělého jedince rozdíl zatěžování jedné dolní končetiny neměl být větší než 4kg (Gúth, 2004). A Véle (2006) stanovil jako rozdíl zatěžování dolních končetin menší než 10% hmotnosti těla (Véle, 2006). My jsme opět hodnotili na škále významný/nevýznamný rozdíl v zatěžování dolních končetin, kde nám hranici významnosti tvořil rozdíl 4kg.



## 3.2.2 InBody

Vzhledem k subjektivnímu charakteru kineziologického rozboru je ke kontrole výsledků svalové symetrie třeba využít i přístrojovou metodu. Pro naše potřeby jsme zvolili vyšetření pomocí přístroje InBody 3.0, který kromě stanovení celkové tělesné vody TBW, intracelulární vody ICW, extracelulární vody ECW (extracelulární tekutina zahrnuje vodu mimo samostatnou organickou tkáň, krevní plazmu, mízu, lymfu a tkáňový mok), tukuprosté hmoty FFM (zahrnuje veškerou hmotu v lidském těle, která neobsahuje tukovou tkáň) a hodnoty, která charakterizuje množství buněk schopných využívat kyslík, buněk bohatých na kalcium a buněk schopných oxidovat cukry BCM, umí určit segmentální rozložení tělesné tekutiny v horních končetinách, dolních končetinách a trupu. Pomocí těchto parametrů lze diagnostikovat asymetrické složení těla, případné svalové dysbalance nebo zranění v daných částech těla (Mahrová & Bunc, 2008; Bedogni et al., 2002). A při sledování rozložení TBW v jednotlivých tělesných segmentech, kde se v distribuci při porovnání pravolevé poloviny těla projeví nestejně zatěžování pravých a levých končetin, jednostranná preference končetin při tréninku a jednostranné zatěžování, které může následně vést ke vzniku svalových dysbalancí a funkčních poruch pohybového systému (Skorocká, Bunc, & Kinkorová, 2004).

## 3.2.3 Statistické zpracování

Pro vyhodnocení výsledků měření jsme použili metody základní popisné statistiky, konkrétně míry centrální tendence (aritmetický průměr, medián), míry rozptýlenosti (rozptyl a směrodatná odchylka) (Hendl, 2015). Pro posouzení změn v praxi jsme pro každý test stanovili kritické rozdíly na základě střední chyby měření, která je dána reliabilitou měřicí metody a směrodatnou odchylkou souboru. Tyto údaje sloužily ke konkretizaci hypotéz. Vzhledem k tomu, že jsme data získávali ve více časových okamžicích a zjišťovali jsme, jak se sledovaná proměnná mění, hodnotili jsme je jednou z metod analýzy rozptylu s opakováním měření, jako jsou například ANOVA (Analysis of variance) (Hendl et al., 2014; Thomas & Nelson, 2001). Pro hodnocení statistické významnosti jsme dále využili párový t-test pro opakované měření. Srovnávali jsme výsledky vstupního měření s výsledky po prvním a druhém roce a také výsledky čtvrtého měření s výstupními daty (po druhém roce). Pro hodnocení věcné významnosti jsme použili Bland-Altmanova diagramu, který porovnává rozdíly hodnot s jejich průměrem. Pokud nulový rozdíl hodnot leží v 95% intervalu konfidence, jedná se o věcně nevýznamný rozdíl (Hendl, 2004).

Při vyhodnocování segmentálního rozložení tekutin v těle a tím i výskytu svalových dysbalancí jsme pro hodnocení rozdílu v jednotlivých parametrech za věcně významné považovali rozdíly nad 2,5% vzhledem k technické chybě přístrojů udaných výrobcem do 2%. Do jednotlivých měřených parametrů tělesného složení se promítá také chyba měření hmotnosti a stav organismu ve smyslu hydratace a výživy (Skorocká, Bunc, & Kinkorová, 2004). O asymetrii

končetin můžeme hovořit tehdy, když je mezi pravou a levou končetinou naměřen rozdíl 0,05 l a vyšší (Biospace, 1996).

I výsledky kineziologického vyšetření jsme kvantifikovali, a to metodou procentuální analýzy, a to konkrétně analýzou četnosti odchylek od správného držení těla, nefyziologicky provedených pohybových stereotypů a zkrácených svalů. Pro hodnocení významného rozdílu považujeme hodnotu 70%, tato hodnota byla použita v podobném výzkumu u sportu, který asymetricky zatěžuje jednu část těla, a to konkrétně u lyžařů (Matošková, Tietz, & Süß, 2009). Stejná hladina významnosti byla použita i u vyhodnocení svalových zkrácení s tím, že jsme nerozlišovali míru zkrácení. Provedení pohybových stereotypů jsme hodnotili jako fyziologické, či nefyziologické a zaměřili jsme se na pravolevé srovnání dominantní a nedominantní končetiny. U všech měření a vyšetření byla vstupní data porovnávána s daty získanými všemi následnými měřeními.

### **3.2.4 Popis techniky měření a vyšetření**

V rámci kineziologického rozboru byly všechny hráčky vyšetřeny týměž fyzioterapeutem ve stejném prostředí a ve stejné denní době. Celkové vyšetření bylo prováděno v určité posloupnosti, a to postupně aspekci ze tří stran, poté následovalo vyšetření pohybových stereotypů, hypermobility a zkrácených svalů dle Jandy (1996). Vyšetření probíhala v pravidelných tříměsíčních intervalech, celkem tedy šestkrát a všechny výsledky byly vzájemně porovnávány. Každé vyšetření trvalo 60 minut. První série měření a vyšetření proběhla v září 2011, následně v lednu 2012 a pak v květnu 2012. Druhý rok měření a vyšetření dodržel nastavený cyklus z prvního roku, konkrétně září 2012, leden 2013 a květen 2013. Výsledky jednotlivých měření a vyšetření byly vzájemně porovnávány. Se stejnou periodicitou byla prováděna i měření přístrojem InBody v laboratoři sportovní motoriky Fakulty tělesné výchovy a sportu s tím omezením, že dívky měly být na začátku menstruačního cyklu (mezi 1. a 15. dnem), minimálně dvě hodiny po jídle a pití a vyprázdněné a v dopoledních hodinách dne. Takové podmínky zaručí nejpřesnější výsledky měření. S ohledem na tato omezení se data měření jednotlivých hráček mírně lišila.

### **3.2.5 Sledované proměnné vyšetření InBody**

Jako klíčovou metodu zjišťování laterálních asymetrií bylo měření přístrojem InBody 3.0. Stěžejní sledované proměnné byly tedy pravolevá symetrie a přetížení horních a dolních končetin, které se zjišťovaly pomocí segmentální distribuce TBW. Abychom vyloučili rušivé proměnné a měli dobrou představu o charakteristice sledovaného souboru, zahrnuli jsme mezi další sledované proměnné také tělesnou výšku, hmotnost a tělesné složení, konkrétně míru zastoupení tělesného tuku (v %) a svalovou a tukovou hmotu (v kg). Parametry výšky a váhy

jsou též vstupními informacemi, které se zadávají do přístroje InBody. Nás konkrétně zajímalo, jak se tyto proměnné změnily za dobu výzkumu, tedy po dobu dvou let.

### **3.2.6 Sledované proměnné kineziologického rozboru**

Mezi konkrétní proměnné vyšetření aspektů patří postavení páteře, lopatek, pánve, hlavy, ramen a dolních končetin, u svalových zkrácení jsme se zaměřili konkrétně na tyto svaly: m. triceps surae, flexory kyčelního kloubu, flexory kolenního kloubu, adduktory kolenního kloubu, m. quadratus lumborum, m. piriformis, paravertebrální svaly, m. pectoralis major, m. trapezius (horní část), m. levator scapulae, m. sternocleidomastoideus. Pohybové stereotypy představovaly tyto proměnné: flexe šíje, flexe trupu, klik – vzpor, abdukce ramenního kloubu, extenze kyčelního kloubu, abdukce kyčelního kloubu a jejich pravolevá srovnání.

### **3.2.7 Popis kompenzačního programu**

Kompenzační program, který jsme navrhli na základě výsledků vstupních vyšetření a měření, jsme aplikovali na každé tréninkové jednotce v průběhu soutěžního období tréninkového cyklu po dobu dvou volejbalových sezón. Celé cvičení bylo kombinací uvolňovacích cvičení, konkrétně dechových cvičení, též protahovacích a posilovacích cviků s pomůckami i bez nich. Kompenzační program má konkrétně zlepšit odchylky od správného držení těla, nastavit správné pohybové stereotypy a protáhnout svaly a svalové skupiny s tendencí ke zkracování. Daná intervence se též soustředí na vyrovnání pravolevé asymetrie horních a dolních končetin. Jako pomůcky jsme použili cvičební gummy Thera-Band a balanční polokoule Bosu. Celý kompenzační program trval vždy 30 minut a byl zařazován až na konec tréninkové jednotky. První rok (září 2011–květen 2012) bylo cvičení pod dohledem fyzioterapeuta, volejbalistky byly poučeny o správné technice cvičení a byly neustále opravovány, když cvičily nesprávně. Druhý rok cvičení už byl prováděn pouze pod dozorem testující osoby, která však byla přítomna celý první rok a o správnosti cvičení byla řádně proškolená fyzioterapeutem.

Celé cvičení začínalo dechovými cvičeními, a to postupně bráničním dýcháním (abdominálním), dolním hrudním dýcháním (kostálním), horním hrudním dýcháním (klavikulárním), zakončené dechovou vlnou. Dechová cvičení mohou napomoci odstraňovat vertebrogenní poruchy páteře a korigovat postavení hrudníku a pánve a současně plní i funkci relaxační (Véle, 1997). My jsme dechová cvičení používali z obou důvodů, kompenzační program jsme jimi začínali též proto, aby se hráčky zklidnily po namáhavém tréninku. Všechny zúčastněné osoby dělaly stejná dechová cvičení jako uvolňovací část celého programu. Pro dechová cvičení jsme zvolili polohu vleže, tato poloha se nejspíše zaujímá a řeší též problém práce proti gravitaci, postupně jsme však zkoušeli i polohy vleže na boku, klek a sed.

Po skončení dechového cvičení prošly všechny hráčky souborem protahovacích cviků, protahovaly svaly s tendencí ke zkracování. Jako podklad pro tvorbu souboru protahovacích cvičení nám sloužily práce Adamírové (1999), Hoškové (2003) a Kabelíkové a Vávrové (1997).

**Tabulka 3.1:** Protahovací cvičení

Protahovaný sval	Provedení
m. triceps surae	1. Stoj výkročný LDK (PDK) čelem ke zdi na vzdálenost předpažení, rukama se opřít o zeď, chodidla směřují přímo vpřed, pomalu krčit levé (pravé) koleno a přenášet zatížení na LDK, dopředu se sunou i kyčelní klouby a celé tělo se naklání dopředu. 2. Stoj se špičkami chodidel na hraně schodu, s výdechem střídavě tlačit paty směrem k zemi.
zadní svaly stehenní	3. Leh, skrčit přednožmo jednu DK, přitáhnout ji pomocí Thera-Bandu k tělu, obě nadloktí leží na zemi, pomalu natahovat skrčenou nohu směrem do přednožení.
m. piriformis	4. Leh na zádech, skrčit přednožmo pravou (levou) a patou postavit na levé (pravé) koleno, pravá (levá) ruka dlaní na zemi pod spojením kosti křížové s pravou kostí pánevní, levá (pravá) ruka nad pravým (levým) kolenem, ve směru pravého (levého) stehna ruka táhne a zvětšuje addukci a vnitřní rotaci, výdrž.
flexory kyčelního kloubu	5. Klek na PDK (LDK), obě ruce na levém (pravém) koleni, pomocí břišních a hýžd'ových svalů zmenšit sklon pánve a pomalu sunout trup dopředu tak, že se zvětšuje extenze v pravém (levém) kyčelním kloubu, LDK (PDK) se stále více ohýbá.
adduktory stehna	6. Klek únožný pravou (levou) levým (pravým) pravým bokem ke zdi, levá (pravá) ruka se přidržuje zdi, pravou (levou) rukou na zevní straně pravého (levého) kyčelního kloubu stlačovat pravý (levý) bok dolů a dovnitř.
m. quadriceps femoris	7. Stoj, skrčit jednu DK, uchopit za nárt a přitáhnout k hýždi, volná HK se opírá o zeď
hluboké svaly zádové a m. quadratus lumborum	8. Sed na zemi, DKK natažené, ohnutý předklon, rukama se přidržet bérců, při cíleném vdechu do beder se snažit o lehké vyklenutí beder nazad, při výdechu stahem hýžd'ových a břišních svalů zdůraznit podsunutí pánve a vyklenutí beder nazad. 9. Sed roznožný, úklon doleva (doprava), levá (pravá) ruka nebo i celé předloktí se opírá vlevo (vpravo) od těla o zem, výdrž.
mm. pectorales	10. Stoj čelem ke zdi, vzpažit zevnitř, předklon, rukama se opřít o zeď, podsunout pánev, zaoblit trup, svésit hlavu, výdrž.
m. trapezius a m. levator scapulae	11. Vzpřímený sed skrčmo roznožmo na lavičce, chodidla na zemi, prsty pravé (levé) ruky se přidržují zdola okraje lavičky, levá (pravá) ruka je lehce zavěšena na pravé (levé) straně záhlaví, předloktí je ve směru protahování.
m. sternocleidomastoideus	12. Sed na lavičce zády u zdi, hlava je o ni opřena týlem, obě ruce položeny na horním okraji prsní kosti a přilehlé části klíčku stahují hrudník směrem dolů, vytlačit hlavu temenem do výšky a uklonit.

Posilovací cvičení už musela vzít v potaz individuální rozdíly a potřeby hráček, přizpůsobili jsme je tedy stavu pohybového aparátu jednotlivkyň. Fyzioterapeut udělal jednoduchý svalový test, aby zjistil sílu jednotlivých svalů a svalových skupin dle Jandy (2004), a rozdělil volejbalistky do dvou skupin podle dosažené úrovně. Nejprve bylo veškeré cvičení prováděno bez pomůcek a na zemi, aby se hráčky naučily jednotlivé pohyby precizně předtím, než je budou dělat na balančních podložkách a s pomůckami. Hráčky byly při cvičení soustavně pozorovány

a opravovány v případě chybného provedení. V okamžiku, kdy volejbalistky prováděly jednotlivé cviky bez větších problémů, zvýšila se obtížnost celého cvičení. Každé tři měsíce fyzioterapeut hodnotil stav svalového aparátu a subjektivní pocity hráček při cvičení, na základě toho doporučil či nedoporučil vyšší obtížnost cviků.

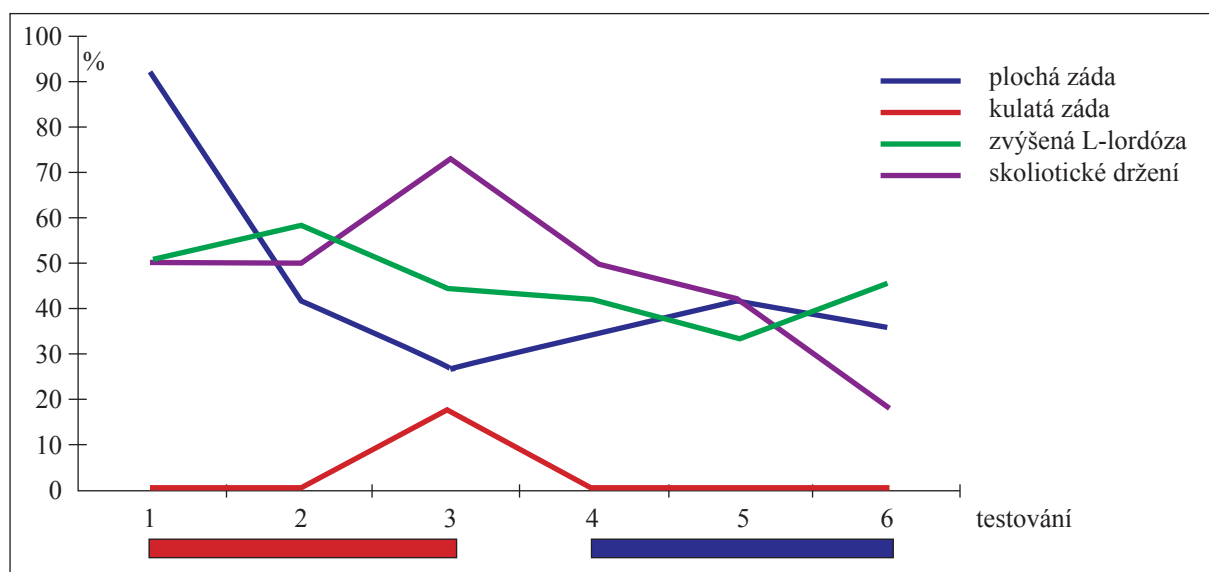
**Tabulka 3.2:** Posilovací a balanční cvičení

Cvičení	Provedení
Kompenzační cvičení	VP: vzpor klečmo Provedení: střídavě vzpažit LHK a PHK a zanožit PDK a LDK, výdrž
Bosu	VP: stoj na balanční polokouli Provedení: dřepy, HKK v předpažení, v rukách 1kg medicinbal, těžiště dozadu, rovná záda
	VP: stoj na balanční polokouli, v rukách 1kg medicinbal, HKK vzpažené Provedení: plynule do podřepu, vytočit trup, medicinbal v napjatých pažích u těla, střídání stran
	VP: stoj před balanční polokouli Provedení: výpady vzad na balanční polokouli střídavě PDK i LDK a zpět do VP, ruce v bok
	VP: stoj na balanční polokouli Provedení: pokrčit přednožmo střídavě PDK a LDK, upažit, stabilizovaná pánev
	VP: sed pokrčmo na balanční polokouli, chodidla se opírají o podložku, v rukách 1kg medicinbal Provedení: opakovaně prováděné rotace trupu, medicinbal pokládat na zem, rovná záda
	VP: stoj na balanční polokouli Provedení: skoky snožmo do podřepu z jedné balanční polokoule na druhou (celkem 12), po každém skoku výdrž v podřepu, těžiště vzad, rovná záda
	VP: stoj na balanční polokouli Provedení: ve dvojicích odbíjení obouruč vrchem volejbalovým míčem
Thera-Band	VP: mírný stoj rozkročný, Thera-Band zašlápnutý oběma nohama, obmotaný kolem rukou Provedení: střídavě předpažovat proti tahu Thera-Bandu, paže do úrovně ramen, rovná záda (neprohýbat v bedrech, nezaklánět se)
	VP: mírný stoj rozkročný, Thera-Band v levé (pravé) ruce zašlápnutý pravou (levou) nohou Provedení: Thera-Band tahat do kříže nad úroveň ramene (simulovat pohyb tasení šavle)
	VP: stoj s předsunutou PDK (leváci LDK), Thera-Band obtočený kolem levé (pravé) ruky, Thera-Band přivázaný ke kůlu Provedení: simulace celého pohybu útočného úderu nedominantní HK
	VP: mírný stoj rozkročný, v ruce Thera-Band přivázaný ke kůlu v úrovni pasu, pravý úhel v lokti Provedení: vnější rotace PHK (LHK) proti směru Thera-Bandu
	VP: Stoj čelem ke kůlu, na kterém je uvázán Thera-Band, druhý konec Thera-Bandu ovázán kolem kotníku jedné DK Provedení: zanožovat ovázanou DK, pohyb vede pata, která je mírně vytočená vně (stejně opačnou DK)
Expandér	VP: mírný stoj rozkročný, HKK vzpažené pokrčmo poníž, madla expandéru v dlaních nad úrovní hlavy Provedení: ramena tlačit dolů, dolní okraj lopatek stahovat dolů a směrem k páteři a stahovat ruce k ramenům

# 4 VÝSLEDKY

## 4.1 Výsledky kineziologického rozboru

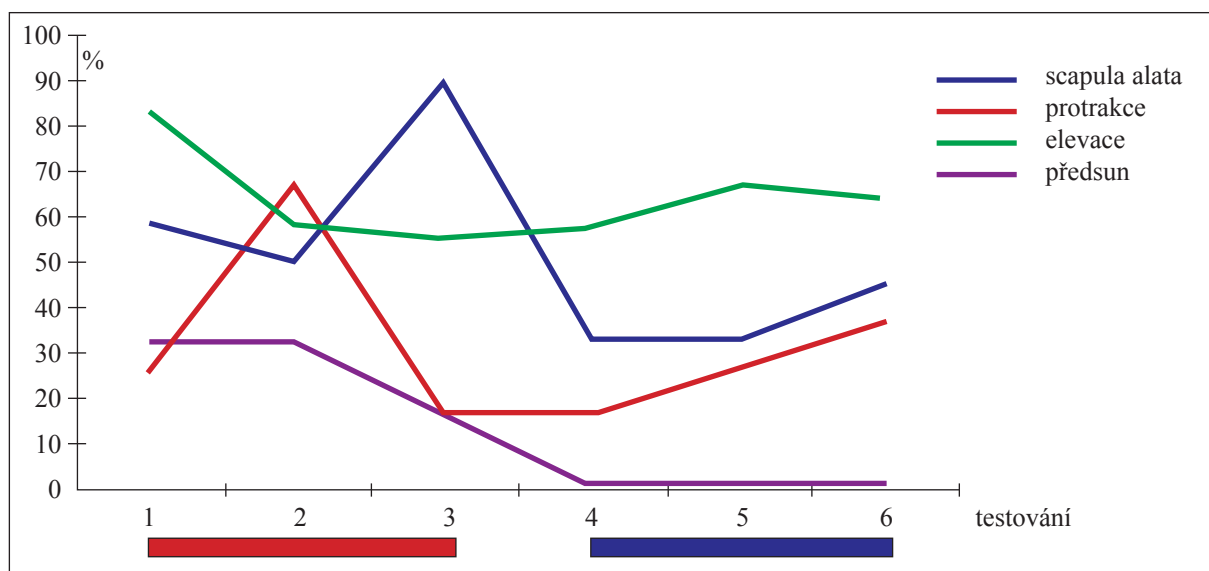
První rok vykazovaly jednotlivé části vyšetření stoje zlepšení. Výskyt plochých zad v týmu se z počátečních 92 % snížil až na 25 % na konci prvního roku, což přikládáme účinku kompenzace. Na začátku druhého roku šetření toto číslo stoupl na 33 %, v polovině sezóny se ještě zhoršilo na 42 %, což přisuzujeme vlivu změny trenéra, tudíž trochu odlišných tréninkových dávek od roku I a též laxnějším přístupem dívek ke cvičení. Na konci roku II jsme opět zaznamenali zlepšení až na 33 %. Kulatá záda se na začátku šetření vůbec nevyskytovala, na konci roku I jsme je zaznamenali u dvou případů a pak se až do konce celého výzkumu opět vůbec nevyskytovala. Oproti tomu zvětšená bederní lordóza, která souvisí s výsledky zkrácených svalů (v našem případě zkrácený m. iliopsoas a oslabené břišní svalstvo), se na začátku roku I vyskytovala v 50 % případů a s nárůstem zátěže v tréninku se ještě zvýšila na 58 %, pak ale díky kompenzačnímu programu, který se hodně soustředil na hluboký stabilizační systém páteře a posílení celého tělního středu, tato čísla klesla až na 33 % v polovině roku II, poté ještě, zřejmě důsledkem tréninkové a zápasové zátěže na konci sezóny vzrostla na konečných 42 %. Poslední ukazatel v grafu 4.1 bylo skoliotické držení. To se na začátku šetření vyskytovalo u poloviny hráček (50 %), a to buď v oblasti bederní páteře, nebo hrudní páteře, což v jisté míře záviselo na specializaci jednotlivých hráček. Všechny volejbalistky se skoliotickým držetím těla měly zakřivení páteře doprava, tedy k dominantnímu tělnímu segmentu. Jednostranné zatížení všech



Graf 4.1 Dvouletý trend vyšetření aspektů (páteř)

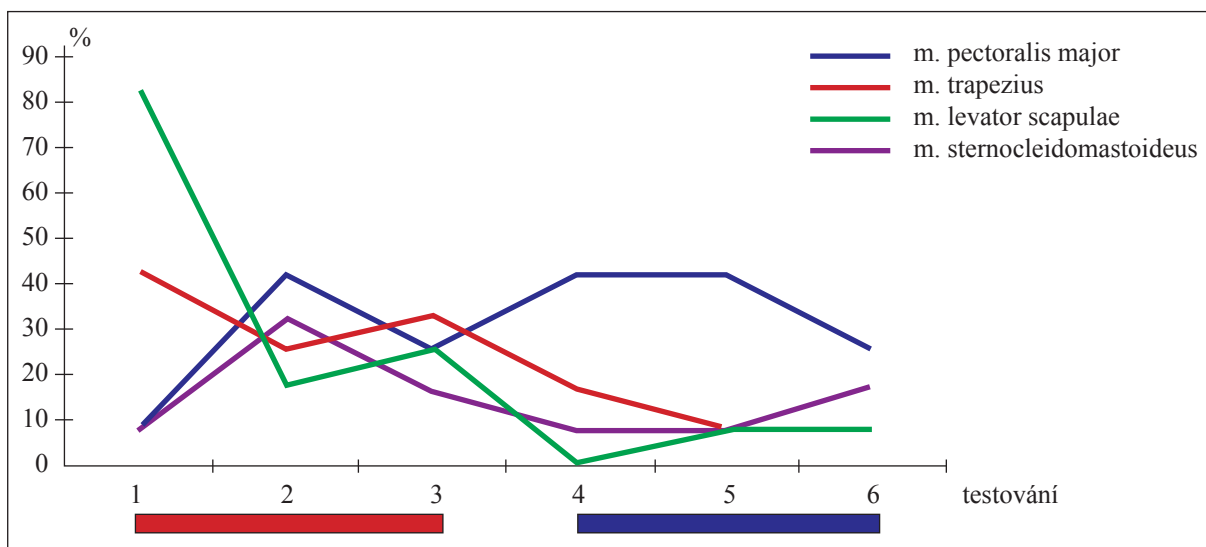
hráček bylo v prvním roce opravdu vysoké a kompenzace nezvládla vyvážit zátěž na pohybový aparát testovaných subjektů, v druhém roce byly tréninkové dávky trochu mírnější a výskyt skoliotického držení klesl na 17%, vykazovaly ho tedy pouze 2 hráčky.

Graf 4.2 ukazuje trend odchylek od správného postavení hlavy, ramen a lopatek. Na začátku šetření mělo 33% hráček předsunutě držené hlavy při stožení. Na správné postavení hlavy jsme se zaměřili vždy při zaujímání výchozí polohy při cvičení a výskyt se podařilo snížit na 17% na konci roku I a úplně eliminovat v celém roce II. Vysoký počáteční výskyt nefyziologického postavení ramen (83%), konkrétně elevaci ramene nedominantní horní končetiny, se podařilo snížit na 50% na konci roku I, což přikládáme účinku kompenzace, oproti tomu konečných 67% na konci roku II může ukazovat na sníženou koncentraci při cvičení během roku II. I přesto došlo ke zlepšení oproti vstupnímu vyšetření. Další nefyziologické postavení ramen, které se vyskytovalo v naší studii, byla protrakce ramen, jež se na začátku šetření vyskytovala u třech hráček, tedy u 25%. Procento výskytu této odchylky se dostalo na 17% na konci roku I a následně došlo ke zhoršení až na 33%. Tato odchylka v postavení ramen v naší studii souvisí se zkrácenými prsními svaly a horními vlákny trapézového svalu a současně oslabenými dolními fixátory lopatek, což též odpovídá postojí při přihrávce, respektive odbití obouruč spodem. Posledním sledovaným parametrem v tomto grafu bylo postavení lopatek, konkrétně odstávání dolního úhlu nebo vnitřní hrany lopatky, což opět souvisí s oslabenými dolními fixátory lopatky. Před aplikací cílených cviků na tento tělní segment se odchylka vyskytovala v 58% případů, na konci roku I vykazovala zhoršení na 92% výskytu, ale v průběhu roku II se tato čísla stabilizovala na 33%, respektive 42% na konci šetření.



**Graf 4.2** Dvouletý trend výsledků vyšetření aspektů (hlava, ramena, trup)

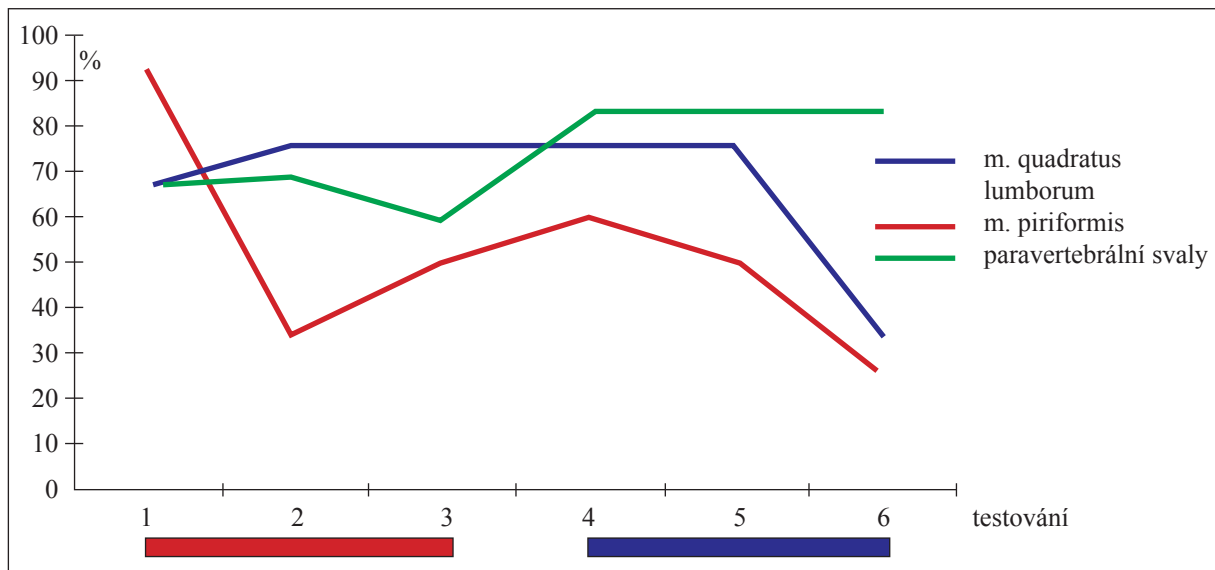
Další část kineziologického rozboru se soustředila na svalová zkrácení a jejich změny v průběhu dvou let byly opět zaznamenány do grafů. Graf 4.3 sleduje vývoj svalových zkrácení v oblasti krku a trupu. V oblasti krku jsme zjišťovali zkrácení m. sternocleidomastoideus, který měla při vstupním vyšetření zkrácen pouze jedna hráčka, v průběhu sezóny toto číslo stoupl na 33 %, respektive 17 % na konci sezóny. V druhém roce toto zkrácení vykazovala opět jen jedna hráčka, respektive dvě na konci roku. U hráček se zkráceným m. sternocleidomastoideus se toto zkrácení projevovalo i u provedení flexe šíje, které dělaly s předsunutím hlavy. Dalším zkráceným svalem byl m. trapezius, konkrétně jeho horní vlákna. Počátečních 42 % výskytu zkrácení tohoto svalu se v průběhu dvou let podařilo snížit až na konečných 8 %, což představuje výskyt pouze u jedné zkoumané osoby. Na přední části trupu jsme zaznamenali svalová zkrácení u m. pectoralis major, jehož zkrácení úzce souvisí s odchylkami od správného držení těla i s nefyziologicky provedenými pohybovými stereotypy. Čísla, která reprezentovala toto zkrácení v průběhu šetření, variovala z počátečních 8 %, přes 42 %, po konečných 25 %. Na zadní straně trupu nás zajímal m. levator scapulae, který zdvihá lopatku a jehož zkrácení vykazovalo celkem 83 % hráček při vstupním vyšetření, toto číslo se v průběhu aplikace kompenzace podařilo snížit až na konečných 8 %.



**Graf 4.3** Dvouletý trend výsledků vyšetření zkrácených svalů (krk a trup)

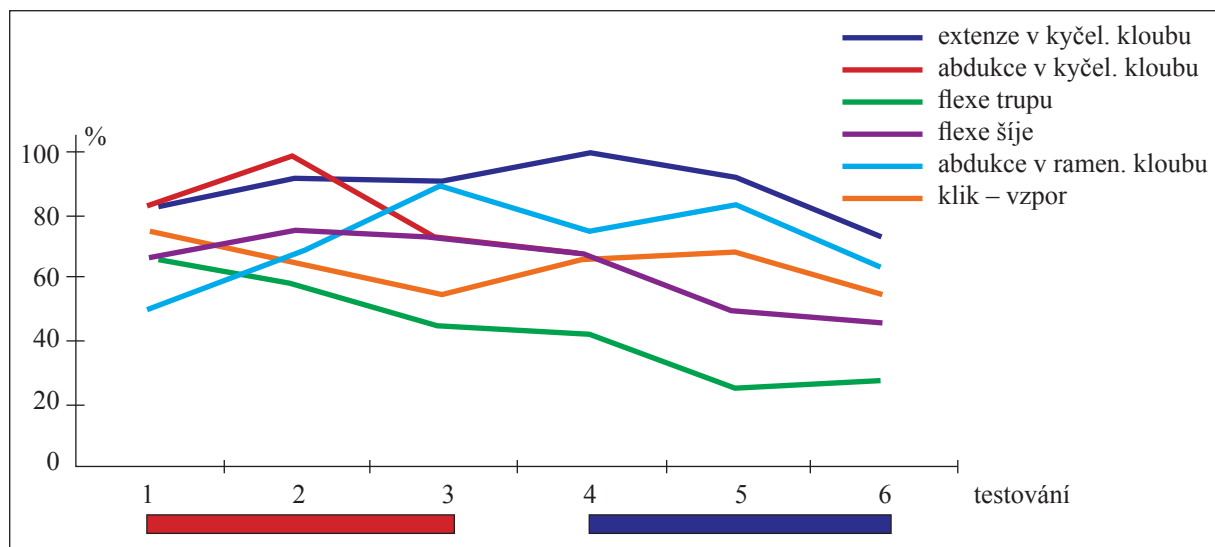
Graf 4.4 ukazuje dvouletý trend těchto zkrácených svalů: m. quadratus lumborum, paravertebrální svaly a m. piriformis. M. quadratus lumborum byl na začátku šetření zkrácen v 67 % případů, poté se hned čísla zhoršila na 75 %, na této hladině to tak vydrželo až do posledního vyšetření, kde jsme zaznamenali zlepšení na 33 %. Zhoršující trend jsme zjistili i u paravertebrálních svalů z počátečních 67 % na konečných 83 %. Tento trend si vysvětlujeme disproporcí mezi extrémní zátěží během volejbalového tréninku a množstvím kompenzace, které se hráčkám dostávalo. V tomto grafu bylo jediné zlepšení zaznamenáno u m. piriformis, tam výskyt zkrácení m. piriformis klesl z počátečních 92 % na konečných 25 %.





**Graf 4.4** Dvouletý trend výsledků vyšetření zkrácených svalů (páteř)

Poslední sledovanou proměnnou byly pohybové stereotypy zaznamenané v grafu 4.5, kde jsme též našli významné odchylky od fyziologického provedení. Čísla mohla být celkově zkreslena tím, že některé hráčky prováděly daný pohybový stereotyp nefyziologicky pouze na jedné straně, což pro tento graf znamenalo, že prováděly celý stereotyp nesprávně, někdy se též jednalo pouze o malou odchylku v provedení a celý stereotyp byl vyhodnocen jako nefyziologický. Extenze v kyčelním kloubu měla během prvního roku měřeni zhoršující se trend z původních 83% na 92%, v druhém roce ovšem toto číslo kleslo na konečných 75%, což je stále významný výskyt nefyziologického provedení tohoto stereotypu. Abdukce v kyčelním kloubu měla téměř po celou dobu zlepšující se trend, a to z počátečních 83% na celkových 50%. Flexe trupu se zlepšila ze všech pohybových stereotypů nejvíce z 67% na 25%. Toto zlepšení je výrazné a můžeme to připisovat účinku kompenzačního programu, jelikož veškerá cvičení na balančních polokoulích aktivovala hluboký stabilizační systém páteře. Stereotyp



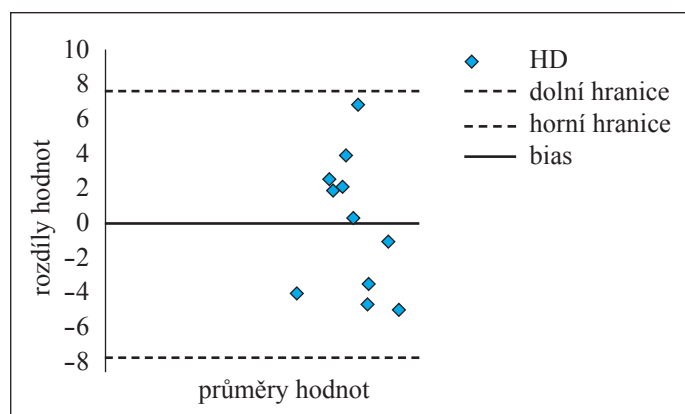
**Graf 4.5** Dvouletý trend výsledků vyšetření základních pohybových stereotypů

flexe šije též zaznamenal celkové zlepšení z 67 % na 42 %. Zde to už není tak výrazné a může to být přikládáno i učebnímu procesu v provedení daného stereotypu. Naopak zhoršující se trend vykazoval stereotyp abdukce v ramenním kloubu, a to z 50 % při vstupním vyšetření až na 92 % na konci roku I. Toto číslo během druhého roku aplikace intervence kleslo na 67 %. Zhoršení během prvního roku si vysvětlujeme nepoměrem mezi vysokými tréninkovými dávkami a neúměrnou zátěží tohoto tělního segmentu a množstvím kompenzace. Posledním sledovaným stereotypem bylo provedení kliku a vzporu, u kterého jsme zaznamenali zlepšení ze vstupních 75 % na závěrečných 50 %, při zlepšení hráčky vykazovaly lepší stabilizaci lopatky.

## 4.2 Výsledky měření přístrojem InBody

Laterální asymetrie se vyskytují u všech subjektů této výzkumné skupiny. Z výsledků přístroje InBody 3.0 vidíme, že všechny hráčky pravačky mají svou dominantní horní končetinu silnější než tu nedominantní a současně též přetíženou oproti normě nastavené přístrojem. Je to dáno extrémní zátěží na dominantní horní končetinu v důsledku soustavného smečování a podávání. Ve skupině se vyskytovala rovněž jedna levačka, která též vykazovala silnější a současně přetíženou dominantní horní končetinu. Pravidelné měření též odhalilo asymetrie dolních končetin, většina hráček (67 %) měla silnější pravou dolní končetinu, 17 % levou. Tato asymetrie a tedy i dominance dolní končetiny závisí na specializaci jednotlivých hráček, respektive jejich pozici v hřišti a jejich individuální herní technice. Všechny subjekty vykazovaly výrazné přetížení dolních končetin oproti nastavené normě. Toto přetížení je následkem velké míry skoků, dopadů, podřepů a jiných poloh zatěžujících dolní končetiny v rámci tréninku i v rámci zápasového zatížení.

Na grafu 4.6 ukazujeme Bland-Altmanův diagram pro hodnocení změn hmotnosti těla u sledovaných hráček mezi prvním a posledním měřením. Z grafu je patrné, že není věcně významný rozdíl mezi hodnotami vstupního a výstupního měření (0 leží uvnitř 95% intervalu konfidence – vyznačeného na grafu přerušovanou čarou).



**Graf 4.6:** Bland-Altmanův diagram pro hodnocení změn hmotnosti těla od září 2011 do května 2013

V tabulce 4.1 ukazujeme kompletní výsledky analýzy pomocí Bland-Altmanova diagramu ze sledovaných proměnných ve vyšetření pomocí InBody. Vzhledem k tomu, že žádná ze sledovaných kovariačních proměnných (tělesná výška, tělesná hmotnost, svalová hmota, tuková hmota a procento tuku v těle) nevykazuje věcně významný rozdíl, předpokládáme tedy, že neměly vliv na výsledky měření. Z tabulky taktéž vyplývá, že není věcně významný rozdíl v žádné proměnné mezi vstupním a výstupním měřením (nulový rozdíl – hodnota 0, leží v 95% konfidenčním intervalu), a tedy ani v těch proměnných, u kterých jsme změnu očekávali (rozdíl mezi vstupním měřením a konečným měřením rozdílu mezi dominantní a nedominantní horní a dolní končetinou).

**Tabulka 4.1:** Kompletní výsledky analýzy 6 měření pomocí Bland-Altmanova diagramu za období září 2011 až květen 2013

	Výška [cm]	Hmotnost [kg]	Svalová hmota [kg]	Tuková hmota [kg]	% tuku [%]	Rozdíl HK [l]	Rozdíl DK [l]
bias	1	0,236364	0,845455	-0,7	-0,91818	-0,01273	-0,02818
SD	0,632456	3,789003	2,072855	2,692954	3,14764	0,030361	0,048336
L 95	-0,23961	-7,19008	-3,21734	-5,97819	-7,08756	-0,07224	-0,12292
H 95	2,239613	7,66281	4,90825	4,578189	5,251192	0,046781	0,066557

*bias – odchylka, L 95 – dolní hranice 95% konfidenčního intervalu, H 95 – horní hranice 95% konfidenčního intervalu, SD – směrodatná odchylka rozdílů naměřených hodnot*

V tabulce 4.2 vidíme výsledky párového t-testu u šesti měření za období září 2011 – květen 2013, ve které jsme sledovali změny proměnných symetrie horních končetin, symetrie dolních končetin a procento tuku v těle. Porovnávali jsme hodnoty proměnných vstupního měření s měřením na konci roku I, vstupního měření z roku I s výstupním měřením na konci roku II a vstupní měření na začátku roku II a výstupní měření na konci roku II. V tomto testu jsme sledovali, zda se naměřené hodnoty zlepšovaly, zhoršovaly, či stagnovaly a pro jaké procento ze sledovaného vzorku tyto změny platily. I tento test vykazuje celkovou nulovou významnost, nicméně dílčí výsledky jsou zajímavé.

**Tabulka 4.2:** Výsledky párového t-testu za období září 2011 až květen 2013

T-testy	Průměr	SD	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		Významnost
HKK1-HKK3	0,018	0,042	0,013	- 0,012	0,048	0,209
HKK1-HKK6	- 0,012	0,079	0,024	- 0,065	0,041	0,629
HKK4-HKK6	- 0,008	0,031	0,009	- 0,027	0,011	0,394
DKK1-DKK3	- 0,029	0,156	0,049	- 0,141	0,083	0,571
DKK1-DKK6	0,031	0,112	0,034	- 0,044	0,106	0,381
DKK4-DKK6	0,000	0,062	0,017	- 0,038	0,038	1,000
tuk1-tuk3	1,040	2,540	0,803	- 0,777	2,857	0,228
tuk1-tuk6	0,609	5,103	1,539	- 2,819	4,037	0,700
tuk4-tuk6	0,254	2,527	0,701	- 1,273	1,781	0,724

*SD – směrodatná odchylka rozdílů naměřených hodnot, Std. Error Mean – směrodatná chyba naměřených hodnot, 95% konfidenčního intervalu (dolní mez a horní mez), HKK – horní končetiny, DKK – dolní končetiny, tuk – procento tuku v těle*

V prvním řádku tabulky vidíme výsledky rozdílu obou horních končetin mezi vstupním a výstupním měřením v prvním roce šetření. Zde jsme zaznamenali průměrné zlepšení o 0,018, které však bylo platné pro 79,1 % sledovaného souboru. To přikládáme důslednému dohledu nad všemi zúčastněnými při vykonávání kompenzačního programu a velmi ochotnému přístupu všech hráček toto cvičení vykonávat. Zlepšení je o to cennější, že žádný kompenzační program nemůže zcela vyrovnat dávky jednostranné zátěže v tréninku. Druhý řádek sledoval změny mezi prvním a šestým měřením, respektive mezi měřeními na začátku roku I a na konci roku II. Tam jsme zaznamenali průměrné zhoršení o 0,012, které je však platné pro 37,1 % sledované skupiny volejbalistek. To je pochopitelně dáno dlouhotrvající jednostrannou zátěží a též změnou přístupu hráček k cvičebnímu programu. Kontrola nad cvičením v druhém roce nebyla tak intenzivní jako v roce I, přítomna už byla jen výzkumná osoba, fyzioterapeutka cvičení hodnotila na pravidelných setkáních a nový trenér se již aktivně neúčastnil. I tréninkové zatížení bylo odlišné od roku I. S tím vším korespondují výsledky srovnání měření na začátku a na konci roku II. Tam se celkem 60,1 % hráček průměrně zhoršilo o 0,008. Tréninky druhého roku byly hodně zaměřeny na útočný úder a podání a minimalizovaly se tréninkové dávky spojené s rozvojem ostatních dovedností a rychlostních a silových schopností.

Dolní končetiny vykazovaly trochu jiný trend, konkrétně v prvním roce šetření došlo k průměrnému zhoršení o 0,029 u 42,9 % sledovaných subjektů. Opět musíme porovnat tréninkové zatížení dolních končetin s následnou kompenzací, která se svou časovou dotací zdaleka nerovná tréninkovým dávkám. Naopak v delším časovém horizontu (srovnání vstupního měření z roku I a výstupního měření z roku II) jsme zaznamenali zlepšení o 0,031, které bylo platné pro 61,9 % sledovaných subjektů. Toto zlepšení přisuzujeme účinku kompenzačního programu, který má u větších svalových skupin déletrvající účinek.

## 5 DISKUSE

Cílem této studie bylo provést detailní vyšetření pohybového aparátu elitních volejbalistek, a to jak přístrojovou metodou pomocí InBody 3.0, tak nepřístrojovou metodou vyšetřením pomocí kineziologického rozboru, a na základě výsledků obou metod sestavit soubor kompenzačních cvičení s ambicí zlepšit celkový stav pohybového aparátu sledované skupiny a testovat účinek dané kompenzace. Zmiňovaný kompenzační program byl kombinací uvolňovacích cvičení zaměřených na dechové techniky inspirovaný Bursovou (2005), protahovacích cvičení sestavených dle programu Hoškové (2003) a Kabelíkové a Vávrové (1997) a souborem posilovacích a balančních cvičení na balančních polokoulích Bosu a se cvičebními gumami Thera-Band inspirované Jebavým a Zumrem (2009), Kubišovou (2006) a Muchovou a Tománkovou (2009). Zhodnocením výsledků jednotlivých vyšetření jsme zjistili, jaké jsou nejčastější poruchy pohybového ústrojí vyšetřených juniorských volejbalistek, což ukázalo na poruchy vzpřímeného držení těla jako důsledek vysokého výskytu svalových dysbalancí. Dle výsledků naměřených přístrojem InBody 3.0 a dle vyšetření fyzioterapeuta mají všechny hráčky silnější dominantní horní končetinu, což způsobuje veškeré pravolevé asymetrie horní poloviny těla. Elevace ramen a plochá záda jsou dle našeho názoru výsledkem dlouhodobého vlivu odbíjení obouruč vrchem, odstáté dolní úhly lopatek zase pravděpodobně souvisejí s odbitím obouruč spodem. Postavení páteře při útočném úderu a rozběhu na smeč zase mohlo ovlivnit častý výskyt zvýšené bederní lordózy s anteverzí pánve a s tím spojené oslabení m. rectus abdominis. Výsledky našich kineziologických rozborů se shodují s výsledky týmu Vorálek, Süs, a Parkanová (2007). Zjištěná zvýšená bederní lordóza je dána oslabeným příčným a přímým břišním svalstvem (volejbalistky mají oslabenou spodní část břišního svalstva) a proti tomu i zkrácené paravertebrální svaly, které jsou ve volejbale velmi namáhány hlavně při herních činnostech útočného charakteru. I zde se shodujeme s prací Vorálka, Süsse a Parkanové (2007).

První rok cvičení byl ve znamení precizní kontroly správného provedení jednotlivých cviků nejen fyzioterapeutem, ale hlavně výzkumnou osobou, která byla přítomna na každé tréninkové jednotce týmu, a trenéra a jeho asistenta, kteří k celému programu přistupovali velmi vstřícně a zodpovědně. Z tohoto důvodu se ukazuje první rok cvičení jako celkově úspěšnější, a to nejen dle výsledků měření, ale také výsledky kineziologického rozboru tomu tak nasvědčují. Druhý rok aplikace kompenzace byl ve znamení změny trenéra, tedy diametrálně odlišných tréninkových technik a celkového přístupu ke kompenzaci. Hráčky sice cvičení nadále prováděly, ale jejich přístup už byl laxnější vzhledem k nepřítomnosti tolika kontrolních osob. Sama výzkumná osoba neměla takovou autoritu jako trenér z roku I, a to se dle našeho názoru odrazilo i ve výsledcích cvičebnímu programu. Dle výsledků kineziologického vyšetření došlo

u některých hráček ke zhoršení či stagnaci některých sledovaných proměnných a toto bylo potvrzeno i hodnotami proměnných naměřených přístrojovou metodou.

Jak jsme již uvedli v Kapitole 4.2, cvičební program nevykazuje věcně významné rozdíly mezi výsledky vstupních vyšetření a vstupních měření a závěrečnými výsledky, nicméně tělesné parametry jednotlivých hráček se v podstatě nezhoršily, a proto se domníváme, že aplikace takového programu do tréninku mladých volejbalistek má smysl. Větší účinek by pochopitelně mělo individuální cvičení ušité na míru jednotlivým hráčkám a soustavná práce s nimi, to je ale s ohledem na časové možnosti probandek i finanční možnosti jednotlivých týmů kadetské a juniorské kategorie v praxi velmi obtížně proveditelné.

## 5.1 Kineziologický rozbor

Vstupní výsledky vyšetření, na jejichž základě jsme sestavovali kompenzační program, nám ukázaly odchylky od správného držení těla, které jsou typické pro sportovce s obdobným charakterem zátěže, speciálně pro volejbalisty. Vstupní kineziologické vyšetření aspektů odhalilo výskyt skoliotického držení těla u 50% sledovaných subjektů, které bylo často doprovázeno i elevací ramene nedominantní horní končetiny a odstátými vnitřními hranami či dolními úhly lopatek. Tyto odchylky byly patrné z pouhé aspekce stoje. Výsledky vstupního vyšetření už byly prezentovány dříve (Čučková, Znášiková, Vorálek, & Süs, 2013; Čučková & Süs, 2014) a jsou víceméně ve shodě s předešlými šetřeními jiných autorů, jako například s Modi et al. (2008), který se zaměřil na výskyt skoliózy u volejbalistů, a jeho zjištění přinesla podobná čísla výskytu jako naše šetření, konkrétně 47%. Oba výzkumy se shodují v tom, že směr skoliotické křivky ovlivňuje dominance horní končetiny. Směrem zakřivení a celkovým držením těla se zabýval Grabara (2015), který pomocí metody Moiré zjišťoval odchylky od správného držení těla u mladých volejbalistů z frontální a transverzální roviny. Jeho skupina volejbalistů praváků vykazovala mírné zakřivení páteře vlevo, trup byl nakloněn vlevo a levý okraj pánve byl níž, současně však byla pánev zešíkmena vpravo. Grabara navazoval na svá zjištění předešlého šetření (Grabara, 2009), kde sledoval posturu volejbalistek pravaček, které měly pravé rameno výš než levé a pravou lopatku více odstátou než levou. Tato zjištění ne zcela korespondují s těmi našimi, volejbalistky naší výzkumné skupiny vykazovaly stranové zakřivení páteře i zešíkmení pánve směrem k dominantní straně, tedy u pravaček vpravo. Oproti Grabarovým zjištěním měly volejbalistky naší skupiny elevované rameno nedominantní horní končetiny, stejně tak více odstátou lopatku na nedominantní straně. To si vysvětlujeme tím, že volejbalistky mají méně zatěžovaný tělní segment oslabený, konkrétně dolní fixátory lopatek, což přispívá k horšímu postavení lopatky a elevované rameno nedominantní horní končetiny koresponduje se zkrácenými horními fixátory lopatky dané zátěží při odbití obouruč vrchem. V tomto se shodujeme se zjištěními Vařekové et al. (2011) a Hazdic, Sattler, Veselko, a Markovic (2014),

jejichž výzkumné skupiny vykazovaly obdobnou inklinaci páteře a postavení ramen jako naše sledované subjekty. Sledované osoby Vařekové měly rameno dominantní horní končetiny v depresi a současně levý kyčelní hřeben výš. Špatným postavením lopatek u sportovců asymetricky zatěžujících dominantní tělní segment, a to konkrétně horní končetiny, se zabývali i Oyama, Myers, Wassinger, a Lephart (2008) a jejich závěry jsou též ve shodě s našimi, přetížený m. trapezius souvisel s elevovanými rameny a oslabené dolní fixátory lopatek s odstátými lopatkami.

Vyšetření aspekce odhalilo i zvětšenou bederní lordózu, kterou současně s pánví v antevertzi a nedostatečnou stabilizací LS oblasti vykazovalo 50 % sledovaných subjektů. Nefyziologické postavení bederní páteře a pánve si vysvětlujeme velmi vysokou zátěží kladenou na tento tělní segment z důvodu vysokého množství výskoků, dopadů a též častou extenzí trupu při smečářském náprahu. Svalová dysbalance v této oblasti byla spojena též s bolestí a s občasnými funkčními blokádami. Tato naše zjištění zcela korespondují s výzkumem Vorálka et al. (2007), jehož výzkumná skupina stejně starých volejbalistek vykazovala nefyziologické postavení bederní páteře a pánve celkem u 70 % případů. Dougherty (2005) též podrobila vysokoškolské elitní volejbalistky komplexnímu kineziologickému a antropomotorickému vyšetření, konkrétně vyšetření stoje, pohybových stereotypů a zkrácených svalů a došla ke shodným závěrům jako my v naší studii. Autorka se především soustředila na postavení a sklon pánve a souvislost se zkrácenými svaly a pohyby v kyčelním kloubu. I v tomto šetření byl sklon pánve (pánve v antevertzi) dán zkrácením flexorů kyčelního kloubu, dále zkrácením kyčelních adduktorů a vzpřimovačů páteře, což prohloubilo bederní lordózu. Vyšetření stoje též prokázalo valgózní postavení pat. Veškeré odchylky od správného držení těla, zkrácené svaly dolních končetin a trupu a nefyziologicky provedených pohybových stereotypů dala do souvislosti s dopady skoků a odrazů na pohybový aparát volejbalistek, s čímž se naprosto ztotožňujeme, stejně tak s obdobnými výsledky Rockey (2008).

Vyšetření pohybových stereotypů je v klinické praxi velmi rozšířeno. Naše skupina prováděla většinu stereotypů nefyziologicky, což si vysvětlujeme chronickým přetěžováním, které způsobuje značné svalové dysbalance a laterální asymetrie, které jdou ruku v ruce se špatnou svalovou koordinací. Nejčastější příčinou nefyziologického provedení stereotypu extenze v kyčelním kloubu byla nedostatečná aktivita m. gluteus maximus. Abdukce v kyčelním kloubu byla zase provedena společně s flexí a zevní rotací. Dalším nefyziologicky provedeným stereotypem byl klik, který při vstupním vyšetření špatně provádělo 75 % hráček. Nejčastější příčina byla špatná stabilizace lopatky, značné oslabené m. serratus anterior a přetížení m. trapezius (horních vláken). Můžeme však tvrdit, že za dobu dvou let, kdy byl aplikován kompenzační program, se provedení těchto stereotypů zlepšilo, konkrétně extenze v kyčelním kloubu se z úvodních 83 % zlepšila na finálních 75 %. Zlepšila se i abdukce v kyčelním kloubu, flexe trupu i flexe šije. Toto zlepšení je dle našeho názoru dáno účinkem kompenzačního programu, ale může být též dáno učebním procesem. Oproti tomu abdukce v ramenním kloubu a klik vykazovaly zhoršení po prvním roce, v druhém roce pak už zlepšení. Abdukce v ramenním kloubu byla často provedena s převahou m. trapezius, což si vysvětlujeme negativním dopadem

extrémní zátěže na tento sval během všech pohybů s volejbalem spojených, především odbitím obouruč vrchem, útočným úderem a podáním. Výsledky našeho šetření jsou ve shodě s výsledky Kanášové (2005), která též testovala volejbalisty stejné věkové kategorie, a vysoké procento nefyziologického provedení pohybových stereotypů dle Jandy (1997) si též vysvětluje dlouhodobou jednostrannou zátěží charakteristickou pro tento sport. Nulové zlepšení, potažmo zhoršení v provedení stereotypu abdukce v ramenním kloubu v prvním roce si vysvětlujeme disproporcí mezi extrémní zátěží v tréninku i v utkání na tento tělní segment danou neustálými údery do míče během smečování a podání a též extrémní zátěží na m. trapezius při odbití obouruč vrchem, neboť při této herní činnosti jsou horní končetiny neustále ve vzpažení poníž, a množstvím kompenzace, které se sportovcům dostávalo. Tyto závěry potvrzují i studie McFarlanda et al. (2010), Vorálka et al. (2007) a Wang a Cochrane (2001), kteří sledovali souvislost svalových dysbalancí pletence ramenního, provedení abdukce v tomto kloubu a přítomnosti bolesti a zranění v této oblasti. Výzkumný tým Wanga a Cochrane (2001) je ve shodě s našimi poznatky. U 13 z 16 elitních anglických volejbalistů zjistil nestabilitu lopatky, zkrácení horních fixátorů lopatky a s tím spojený nefyziologicky provedený stereotyp abdukce, našli i souvislost mezi zjištěnými dysbalancemi a zraněními ramene. Tuto souvislost z našich výsledků stoprocentně tvrdit nemůžeme.

Taktéž vyšetření zkrácených svalů se v klinické praxi hojně uplatňuje. Při sledování dopadů tohoto sportu na svalový aparát volejbalistů nejsou výsledky našeho šetření překvapivá. Vstupní vyšetření ukázala, že vysoké procento hráček vykazovalo zkrácení m. levator scapulae, m. trapezius (horní vlákna), paravertebrální svaly, abduktory kyčelního kloubu, m. triceps surae a m. quadratus lumborum. Některé hráčky vykazovaly i zkrácení flexorů kyčelního kloubu a flexorů kolenního kloubu. Tato zjištění se zcela shodují se zjištěními Vorálka et al. (2007), který zkoumal skupinu stejně starých volejbalistek, které vykazovaly stejná svalová zkrácení ještě v hojnějším procentuálním zastoupení, horní vlákna m. trapezius mělo zkráceno dokonce 90% probandek. Tak vysoký výskyt svalových zkrácení si shodně vysvětlujeme chronickým přetěžováním jednotlivých svalů a svalových skupin nejvíce v důsledku opakovaných výskoků, dopadů a úderů do míče a nedostatečným či nesprávně provedeným protahováním. Vařeková et al. (2011) dokonce tvrdí, že v řadě týmů jsou protahovací cvičení zcela opomíjena. Dle Manshouri, Rahnama, a Khorzoghi (2014) souvisí svalová zkrácení v oblasti trupu s kvalitou provedení podání. Podrobili svou výzkumnou skupinu cvičení Pilates a sledovali, zda protažení například m. pectoralis (které vykazovaly i naše sledované subjekty) koresponduje s kvalitou provedení herní činnosti podání. Tato zjištění jsme v našem výzkumu do souvislostí nedávali, ale mohlo by to být předmětem dalšího šetření. Duncan, Woodfield, a Al-Nakeeb sledovali svalová zkrácení volejbalistů s ohledem na jejich hráčskou specializaci a největší zkrácení dolních končetin a trupu, shodná s našimi výsledky, shledali u smečářů. Naše smečářky též vykazovaly vyšší svalová zkrácení u dolních končetin a trupu než nahrávačky, což si vysvětlujeme větším množstvím odrazů, skoků a dopadů, které oproti nahrávačkám vykonají.



## 5.2 InBody

Vstupní vyšetření přístrojem InBody 3.0 nám ukázalo na značné laterální asymetrie sledovaných hráček. Každá z nich měla dle výsledků výrazně silnější dominantní horní končetinu a řada z nich měla obě horní končetiny přetížené. Dolní končetiny měly přetížené všechny hráčky, což potvrzují i výsledky klinického vyšetření, ne všechny však vykazovaly stranové asymetrie. Tento fakt si vysvětlujeme rozdílnou specializací jednotlivých hráček a rozdílnou individuální technikou, čímž vzniká i trochu rozdílné zatěžování dolních končetin v tréninku a v utkání. Veškeré hráčky by měly mít dominantní dolní končetinu opačnou než tu horní, vzhledem k tomu, že to je odrazová noha při smečářském výskoku. Velkou roli ale hraje i individuální technika i postavení hráčky v zadní polovině hřiště při vybírání a též postavení u sítě a úkoly, které hráčka plní, když smečuje z levé strany, ze středu hřiště (specializace blokačka), z druhého kůlu zprava, popřípadě zda se jedná o nahrávačku, která sice nesmečuje tolik jako ostatní hráčky, ale nahrává ve výskoku, a dle místa, odkud nahrává, zatěžuje jednu, nebo druhou dolní končetinu více. Dle týmu Dufek a Bates (1991) též záleží na technice dopadu a následné činnosti po dopadu. To dle našeho názoru může hrát též roli v zatěžování jedné dolní končetiny více než druhé.

Tato přístrojová metoda slouží nejen volejbalistům, ale i ostatním sportovcům ke zjištění toho, jakým způsobem daný sport zatěžuje tělo a zda je vhodný pro symetrický rozvoj těla. Tuto metodu využili například Coufalová a Heller (2012) u řeckořímských zápasníků, Coufalová, Kinkorová, a Jindra (2011) u judistů či Vaidová, Zahálka, Malý, Gryc, a Teplan (2012) u fotbalistů. Zatímco například řeckořímský zápas dle výzkumů symetricky zatěžuje tělo, dle našich výsledků a výsledků Darris (2016) volejbal v každém případě tělo zatěžuje asymetricky.

Vzhledem k tomu, že přístroj InBody nám kromě segmentálního rozložení tekutiny v těle, které nám ukazuje na laterální svalové asymetrie, poskytuje i údaje o tělesném složení testovaných osob, použili jsme tyto údaje ke sledování kovariačních proměnných. Tyto údaje, jako jsou množství aktivní tělesné hmoty v těle, procento tuku v těle atd. se během celého šetření statisticky významně nezměnily, mohli jsme je vyrušit. Nicméně jsme tyto antropometrické parametry porovnali s jinými volejbalovými týmy, abychom měli představu, zda se naše skupina nějak vymykala parametrům jiných elitních volejbalistů obdobné věkové kategorie a zjistili jsme, že průměrné hodnoty sledovaných parametrů se téměř nelišily od ostatních elitních týmů viz šetření Malá, Malý, Zahálka, a Bunc (2011).

## 5.3 Kompenzační program

Fakt, že kompenzační cvičení mají své místo ve sportu, ve sportu s jednostrannou zátěží především, ukázala celá řada předchozích studií. Například tým Sannicandro et al. (2014) demon-

stroval pozitivní efekt cvičení s balanční polokoulí Bosu a cvičební gumou Thera-Band, kde významně snížil výskyt svalové asymetrie dolních končetin u tenistů. Behm a Colado (2012) zase mohou na základě svého výzkumu tvrdit, že díky balančním cvičením se výrazně snížil výskyt poranění kotníku u volejbalistů. Totéž mohou potvrdit i výzkumy Sadeghi, Shariat, Asadmanesh, a Mosavat (2013), kteří též testovali účinek balančních cvičení u volejbalistů, které má v tomto sportu funkci prevence zranění a rehabilitační funkci. Jejich výsledky vyhodnocené stejně jako v našem výzkumu párovým t-testem byly statisticky významné a potvrdily hypotézu ohledně snížení rizika zranění dolních končetin při dopadu po útočném úderu. Po posílení tělesného středu se významně zlepšila dynamická posturální stabilita při dopadu. I v našem cvičebním programu jsme se zaměřili na aktivaci hlubokého stabilizačního systému páteře, nicméně nemůžeme s jistotou tvrdit, že se tím snížil výskyt zranění. Pozitivní efekt byl potvrzen i u cvičení se cvičebními gumami konkrétně u tzv. overhead sportovců. V našem případě jsme pracovali s cvičebními gumami Thera-Band a soustředili jsme se hlavně na kompenzaci jednostranné zátěže při útočném úderu a podání. Efekt dlouhodobého cvičení nebyl věcně ani statisticky významný, nicméně dle fyzioterapeutických vyšetření a subjektivních pocitů samotných hráček toto cvičení účinné je, minimálně s ohledem na snížení bolestivosti v oblasti ramenního kloubu a možnosti pokračování ve stejných tréninkových dávkách a zápasovém zatížení po celou dobu šetření. Skupina brazilských házenkářek, sledované Mascarin, De Lira, Vancini, Pochini, Da Silva, a Andrade (2017), která při střelbě na branku musí vynaložit obdobnou sílu a zapojuje obdobné svaly jako volejbalistky, se v přípravném období intenzivně věnovala tréninku se cvičební gumou a kromě snížení výskytu zranění ramene z důvodu přetížení hráčky ještě zvýšily dynamiku pohybu v tomto kloubu a míč byly schopny odhodit větší silou a vyšší rychlostí.

Přestože efekt našeho kompenzačního programu nebyl tak významný jako ve zmiňovaných výzkumech, zaznamenali jsme jistá zlepšení. Skoliotické držení (50% výskyt v září 2011 a 17% výskyt v květnu 2013) a postavení pánve (pánve v antevertzi 92% výskyt v září 2011 a 0% výskyt v květnu 2013) vykazovaly největší zlepšení ze skupiny odchylek od správného držení těla, z pohybových stereotypů jsme zaznamenali zlepšení u všech stereotypů kromě abdukce v ramenním kloubu. Dle výsledků měření přístrojem InBody 3.0 jsme zaznamenali vyrovnaní pravolevých asymetrií horních a dolních končetin u více než 50% sledovaných subjektů a přikládáme to účinku aplikovaného kompenzačního programu.

## 5.4 Hypotézy

Hypotézu H1 jsme potvrdili hned vstupním vyšetřením sledované skupiny, kde každá z hráček vykazovala hned několik odchylek od správného držení těla, zkrácené svaly a nefyziologické provedení pohybových stereotypů. Jednotlivé odchylky byly popsány v Kapitole 4. Jednotlivé

části kineziologického vyšetření spolu souvisí a dílčí výsledky nám dávají dobrou představu o svalových dysbalancích volejbalistek z našeho souboru. Hypotézu H2 potvrzujeme, při vstupním měření přístrojem InBody 3.0 jsme evidovali svalovou asymetrii u 100 % případů a ve všech případech byla silnější dominantní končetina. Stejně tomu bylo u výzkumů Darris (2016) u volejbalistek či Mahrové a Bunce (2008) na badmintonistech, reprezentantech sportu, který asymetricky zatěžuje dominantní tělní segment. Hypotézu H3 vstupní vyšetření vyvrátilo, svalovou asymetrii dolních končetin vykazovalo 83 % probandek, 2 hráčky nevykazovaly u dolních končetin asymetrii. Všechny 100 % hráček mělo ale dolní končetiny přetížené. Stejně tomu bylo u výzkumů Darris (2016) u volejbalistek či Mahrové a Bunce (2008) u badmintonistů. Ne u všech našich hráček byla jasně vyhraněná dominantní dolní končetina a asymetrické zatěžování dolních končetin záviselo kromě odrazové nohy také na specializaci dané probandky a jejích úkolech při hře. Druhou část hypotézy tedy nemůžeme potvrdit. Hypotéza H4 byla taktéž potvrzena, ve výzkumném souboru se nevyskytovala jediná hráčka, která by nevykazovala hned několik odchylek od správného držení těla, vždy byly provedeny minimálně dva pohybové stereotypy nefyziologicky a hned několik svalových zkrácení současně. Celkové výsledky výskytu těchto odchylek jsou zaznamenány v grafech a tabulkách v Kapitole 4, popřípadě v přílohách. V tomto se též shodujeme s výsledky Grabara a Hazdik (2009), Modí et al. (2008), Oyama et al. (2008), Parkanové (2003), Reeser et al. (2006), kteří též vyšetřovali svalové dysbalance volejbalistek či volejbalistů mládežnických kategorií. Parkanová (2003) dokonce testovala skupinu vedenou týměm trenérem ve stejném věku, jako byla naše výzkumná skupina v prvním roce šetření. Bereme-li kineziologické vyšetření jako celek, pak rozdíl mezi vstupním vyšetřením a vyšetřením na konci roku I nebyl věcně významný a tuto hypotézu H5 můžeme vyvrátit, 70 % testovaných nevykázalo zlepšení ve všech částech vyšetření. Zajímavé ale je, že 50 % odchylek od správného držení těla se zlepšilo, 50 % pohybových stereotypů se zlepšilo a 55 % svalových zkrácení vykázalo zlepšení. U některých odchylek od správného držení těla, provedení pohybových stereotypů a svalových zkrácení jsme bohužel zaznamenali i zhoršení. To přikládáme důsledkům únavy organismu a dopadu celosezónní zátěže, která se na hráčkách projevila. Co ale můžeme tvrdit, že 70 % hráček vykázalo zlepšení alespoň v jedné části kineziologického vyšetření. Rozdíl mezi vstupním měřením na začátku a na konci roku I byl pro horní i dolní končetiny věcně i statisticky nevýznamný, tuto část hypotézy H6 můžeme tedy vyvrátit. Přestože výsledky rozdílu obou horních končetin mezi vstupním a výstupním měřením v prvním roce šetření ukazovaly na průměrné zlepšení o 0,018, a nevykazovalo tedy věcnou významnost, bylo toto zlepšení platné pro 79,1 % sledovaného souboru. To přikládáme důslednému dohledu nad všemi zúčastněnými při vykonávání kompenzačního programu a velmi ochotným přístupem všech hráček toto cvičení vykonávat. Zlepšení je o to cennější, že žádný kompenzační program nemůže zcela vyrovnat dávky jednostranné zátěže v tréninku. Dolní končetiny vykazovaly trochu jiný trend, konkrétně v prvním roce šetření došlo k průměrnému zhoršení o 0,029 u 42,9 % sledovaných subjektů. Vzhledem k tomu, že dolní končetiny probandek vykazovaly značné přetížení, soustavný trénink toto přetížení nadále zhoršoval

a zhoršila se tudíž i pravolevá asymetrie. Bereme-li opět kineziologické vyšetření jako celek, pak rozdíl mezi vstupním vyšetřením a vyšetřením na konci roku I nebyl věcně významný a tuto hypotézu H7 můžeme vyvrátit, 70 % testovaných nevykázalo zlepšení ve všech částech vyšetření. Vyšetření odchylek od správného držení těla vykázalo zlepšení pouze u 14 % sledovaných aspektů, většina parametrů se ani nezlepšila ani nezhoršila. Pohybové stereotypy však vykázaly zlepšení všechny i přesto, že se někde jednalo jen o malé zlepšení. Svalová zkrácení vykázala zlepšení v 55 % případů, což též bereme jako úspěch. Zde opět můžeme tvrdit, že 70 % hráček vykázalo zlepšení alespoň v jedné části kineziologického vyšetření. Ani druhý rok měření nevykázal věcně významné změny v asymetrii horních a dolních končetin a tedy i tuto část hypotézy H8 musíme vyvrátit. Nicméně zajímavé jsou opět dílčí výsledky druhého roku měření. Horní končetiny zaznamenaly oproti prvnímu roku průměrné zhoršení o 0,008, které bylo platné pro 60,6 % sledovaného vzorku, tudíž v tomto případě zavrhuje i druhou část hypotézy. Dolní končetiny v druhém roce nevykázaly ani zlepšení, ani zhoršení, naměřené údaje se nezměnily. Negativní trend u horních končetin připisujeme laxnějšímu přístupu k provádění kompenzace a též jiným tréninkovým postupům v druhém roce šetření. Dolní končetiny byly sice nadále přetěžovány, tréninkové dávky druhého roku byly dle pozorování méně intenzivní, mohl tedy zafungovat kompenzační program.

## 6 ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

Volejbal je fyzicky náročný sport, který asymetricky zatěžuje jednu polovinu těla, lze tedy předpokládat, že se to dříve či později u každého hráče projeví na stavu pohybového aparátu. Výsledky naší studie jsou v souladu s výsledky týmu Vorálek, Süs, a Parkanová (2007) a též Vorálek, Pálová, a Süs (2009), kde bylo v tréninku věnováno málo času prevenci a následné rehabilitaci.

Naše práce ukázala typické svalové asymetrie, jaké jsou typické pro tzv. „overhead“ sportovce, kteří k tomu ještě neúměrně zatěžují svou dominantní horní končetinu. Skoliotické držení těla jsme při vstupním měření zaznamenali u 50 % sledovaných subjektů a bylo často doprovázeno elevovaným ramenem nedominantní horní končetiny a odstátými lopatkami. Zjištěna byla i významná svalová zkrácení (nejvíce m. trapezius – horní vlákna, m. triceps surae, abduktory kyčelního kloubu a m. quadratus lumborum) stejně tak významný výskyt nefyziologicky provedených pohybových stereotypů jako např. extenze kyčelního kloubu a abdukce ramenního kloubu.

Po aplikaci námi sestavené kompenzace jsme zaznamenali zlepšení jak v držení těla, tak u svalových zkrácení a provedení základních pohybových stereotypů, byť to zlepšení nebylo statisticky významné. Vzhledem k množství tréninkových dávek a zápasového zatížení během celé sezóny a soustavné jednostranné zátěži kladené na volejbalistky si troufáme tvrdit, že zaznamenané zlepšení stavu pohybového aparátu výzkumné skupiny můžeme připisovat účinku kompenzačního programu, neboť bez vhodné kompenzace se u vrcholových sportovců dá předpokládat výskyt negativních dopadů na organismus spojených se zraněními akutními a hlavně chronickými a tedy výskytem laterálních asymetrií a postupnému zhoršování stavu pohybového aparátu.

Cvičební program nevykazuje věčně významné rozdíly mezi výsledky vstupních vyšetření a vstupních měření a závěrečnými výsledky a některé výsledky mohly být též zkresleny úrazy, nicméně tělesné parametry jednotlivých hráček se v podstatě nezhoršily, a proto se domníváme, že aplikace takového programu do tréninku mladých volejbalistek má smysl. Větší účinek by pochopitelně mělo individuální cvičení ušité na míru jednotlivým hráčkám a soustavná práce s nimi, to je ale s ohledem na časové možnosti probandek i finanční možnosti jednotlivých týmů kadetské a juniorské kategorie v praxi velmi obtížně proveditelné. Cíl práce (ověření účinku sestavené kompenzace na míru sledovaného týmu PVK Olymp Praha kadetské a juniorské kategorie) byl splněn a troufáme si říci, že úspěšně. Tím můžeme odpovědět i na vědeckou otázku, zda se kompenzačním programem dá ovlivnit tělesný aparát volejbalistek. Dle našeho názoru se tento stav ovlivnit dá. Pokud to ovšem nechceme dělat na úkor tréninkových dávek

a následného snížení výkonnosti, účinek nebude tak významný. Pro nás byl významný subjektivní pocit sledovaných subjektů ze cvičení, hlavně první rok je cvičení bavilo a řada z nich potvrdila zmírnění obtíží spojených se zátěží, jako je bolest v bederní části páteře, zmírnění častých bolestí hlavy a zlepšení, nebo úplné vymizení chronické bolesti ramene. Zařazováním vhodné kompenzace a postupným zvyšováním tréninkového zatížení a též podle předešlých studií Zahradníka a Jandačky (2011) nácvikem a osvojením šetrnější varianty doskoku můžeme předejít přetížení kloubů, především kolenních, a potenciálně zvýšit fyzickou připravenost sportovce k výkonu. V prevenci je nutné spolupracovat s rehabilitačními lékaři a fyzioterapeuty a v neposlední řadě zařadit vhodnou a pravidelnou regeneraci.

Všechny předešlé výzkumy sice pravidelně vyšetřovaly volejbalisty a na základě výsledků aplikovaly příslušnou kompenzaci, nicméně aplikovaná intervence byla vždy krátkodobá a zařazená do přípravného období tréninkového cyklu. Domníváme se, že krátkodobé programy nesou jen krátkodobé účinky a že je vhodné do tréninku zařazovat soustavná kompenzační cvičení, aby se zefektivněla. Dle výsledků našeho šetření si též troufáme tvrdit, že přítomnost fyzioterapeuta na každé tréninkové jednotce má svůj význam. Fyzioterapeut nejlépe zhodnotí správné provedení daného cvičení a může vždy okamžitě reagovat na případný problém a ušít cvičení jednotlivcům na míru a současně má pod kontrolou celou tréninkovou skupinu a má dobrý přehled o tréninkovém zatížení. Tato praxe se hojně uplatňuje v Kanadě a USA, kde má každý univerzitní tým přidělen svého fyzioterapeuta z řad studentů tohoto oboru, který je týmu nepřetržitě k dispozici a je přítomen na každé tréninkové jednotce. Toto bychom doporučovali zařadit i do praxe českých týmů.

Výsledky této práce mohou být použity k dalšímu výzkumu, kdy by bylo vhodné zkoumat například souvislost mezi technikou provedení dané herní činnosti volejbalu a svalovými zkráceními, provedením pohybových stereotypů a laterálními asymetriemi obecně, a tím, jak konkrétní odchylky ovlivňují výkonnost daného hráče. Dále bychom se též mohli zaměřit pouze na jeden sledovaný parametr, z naší práce se např. nabízí postavení pánve, které je zásadní ve vztahu ke stabilitě dolních končetin a jako prevence zranění, popřípadě skoliotické držení těla ve vztahu ke konkrétní herní pozici na hřišti. Současně je nutné vzdělávat trenéry týmů nejen o nutnosti pravidelného zařazování vhodné kompenzace do tréninku už v mládežnických kategoriích, aby se tak předešlo chronickým zraněním a dlouhodobým negativním dopadům tohoto sportu na pohybový aparát hráčů. Jádrem našeho cvičebního programu by se s drobnými úpravami dalo použít i ve sportech s obdobnou zátěží, jako je například basketbal a házená.

# 7 REFERENČNÍ SEZNAM

- Adamírová, J. (1999). *Zdravotní gymnastika – Vyrovňovací cvičení*. Praha: ČASPV.
- Bedogni, G., Malavolti, M., Severi, S., Poli, M., Mussi, C., Fantuzzi, Al., & Battistini, N. (2002). Accuracy of an eight-point tactile-electrode impedance method in the assessment of total body water. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2002, 56, 1143–1148.
- Behm, D. G. & Colado, J. C. (2012). The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(2), 226–241.
- Biospace Co. (2005). *InBody 720 User's Manual*. Seoul: Biospace Co., Ltd.
- Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení*. Praha: Grada.
- Coufalová, K. & Heller, J. (2012). Tělesné složení a symetrie těla předních českých zápasníků. *Studia sportiva*. 6(2), 126–131.
- Coufalová, K., Kinkorová, I., & Jindra, M. (2011). Tělesná stavba českých seniorských reprezentantů v judu. *Česká kinantropologie*, 15(3), 102–109.
- Čihák, R. (2001). *Anatomie I*. Praha: Grada.
- Čučková, T., Znášiková, I., Vorálek, R., & Süß, V. (2013). Pohybový aparát mladých volejbalistek. *Rehabilitácia*. 50(4), 235–240.
- Čučková, T. & Süß, V. (2014). Muscle Imbalance and Body Composition of Elite Junior Female Volleyball Players. *Paripex – Indian Journal of Research*. 3(4), 1–2.
- Darris, K. R. (2016). *Asymmetrical muscle development in specialized athletes and associated injury risk*. Master Thesis. University Libraries: University of Arizona.
- Dougherty, C. L. (2005). *The relationship between standing posture, functional hip range of motion, and postural control in female collegiate volleyball players*. Master Thesis. California: University of Pennsylvania.
- Dufek, J. S. & Bates, B. T. (1991). Biomechanical factors associated with injury during landing in jump sports. *Sports Medicine*. 12(5), 326–337.
- Duncan, M. J., Woodfield, L., & Al-Nakeeb, I. (2006). Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *British Journal of Sport Medicine*. 40(7), 649–651.
- Fleischmann, J. & Linc, R. (1964). *Anatomie člověka I*. Praha: SPN.
- Grabara, M., & Hazdik, A. (2009). Postural variables in girls practicing volleyball. *Biomedical Human Kinetics*, 1, 67–71.
- Gross, J. M., Fetto, J., & Rosen, E. (2005). *Vyšetření pohybového aparátu*. Praha: Triton.
- Gúth, A. (2004). *Výšetrovacie metodiky v rehabilitácii pre fyzioterapeutov*. Bratislava: Liečreh.

- Haladová, E. & Nechvátalová, M. (1997). *Výšetřovací metody hybného systému*. Brno: Institut pro další vzdělávání ve zdravotnictví.
- Hazdic, V., Sattler, T., Veselko, M., & Markovic, G. (2014). Strength asymmetry of the shoulders in elite volleyball players. *Journal of Athletic Training*, 49(3), 338–344.
- Hendl, J. (2015). *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál.
- Hendl, J. (2014). *Statistika v aplikacích*. Praha: Portál.
- Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál.
- Hošková, B. (2003). *ABC Kompenzace pohybem*. Praha: Olympia.
- Janda, V. (1996). *Funkční svalový test*. Praha: Grada.
- Janda, V. et al. (2004). *Svalové funkční testy*. Praha: Grada.
- Jebavý, R. & Zumr, T. (2009). *Posilování s balančními pomůckami*. Praha: Grada.
- Kabelíková, K. & Vávrová, M. (1997). *Cvičení k obnovení a udržení svalové rovnováhy*. Praha: Grada.
- Kanášová, J. (2005). Funkčně svalové poruchy u atletov, tenistov, plavcov, hokejistov, volejbalistiek a moderných gymnastiek OŠG v Nitre. In. ATLETIKA 2005: elektronický sborník mezinárodní vědecké konference, Praha: KA FTVS UK, 1–7.
- Kubišová, H. (2006). *Kompenzační cvičení v odbíjené*. Bakalářská práce, MU FSS: Brno.
- Lewit, K. (1991). *Manipulační léčba v rámci léčebné rehabilitace*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů.
- Mahrová, A. & Bunc, V. (2008). Význam kompenzačních cvičení v prevenci a terapii svalových dysbalancí v tréninku badmintonistů. *Studia Kinantropologica*, 9(2), 266–269.
- Malá, L., Malý, T., Zahálka, F., & Bunc, V. (2011). The profile and comparison of body composition of elite female volleyball players. *Kinesiology*, 42(1), 90–97.
- Manshour, M., Rahnama, N., & Khorzoghi, M. B. (2014). Effects of pilates exercises on flexibility and volleyball serve skill in female college students. *Sport SPA*, 11(2), 19–25.
- Mascarin, N. C., De Lira, C. A. B., Vancini, R. L., Pochini, A., Da Silva, A. C., & Andrade, M. (2017). Strength training using elastic bands: improvement of muscle power and throwing performance in young female handball players. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(3), 245–252.
- Matošková, P., Tietz, J., & Süß, V. (2009). Vyšetření postury a stav pohybového aparátu u dětí – lyžařů sjezdařů. *Rehabilitácia*, 46(4), 207–215.
- McFarland, E. G., Muvdi, J. G., Jia, X., Desai, P., & Petersen, S. A. (2010). Clinical and diagnostic tests for shoulder disorders: a critical review. *British Journal of Sports Medicine*, 44, 328–332.
- Modi, H., Srinivasalu, S., Smehta, S., Yang, J. H., Song, H. R., & Suh, S. W. (2008). Muscle imbalance in volleyball players initiates scoliosis in immature spines: *A Screening Analysis*. 2(1), 38–43.
- Muchová, M., & Tománková, K. (2009). *Cvičení na balanční plošině*. Praha: Grada.



- Oyama, S., Myers, J. B., Wassinger, C. A., Ricci, D., & Lephart, S. M. (2008). Asymmetric resting scapula posture in healthy overhead athletes. *Journal of Athletic Training, 43*(6), 565–570.
- Parkanová, M. (2003). *Poruchy pohybového aparátu a svalové dysbalance u hráčů volejbalu ve věku 15 – 19 let*. Diplomová práce. Praha: UK FTVS.
- Reeser, J. C., Verhagen, E., Briner, W. W., Askeland, T. I., & Bahr, R. (2006). Strategies for prevention of volleyball related injuries. *British Journal of Sport Medicine, 40*(7), 594–600.
- Rockey, A. M. (2008). *The relationship between anterior pelvic tilt, hamstring extensibility and hamstring strength*. Master Thesis. Greensboro: University of North Carolina.
- Sadeghi, H., Shariat, A., Asadmanesh, E., & Mosavat, M. (2013). The effects of core stability exercise on the dynamic balance of volleyball players. *International Journal of Applied Exercise Physiology, 2*(2), 1–10.
- Sannicandro, I., Cofano, G., Rosa, R. A., & Piccinno, A. (2014). Balance training exercise decrease lower-limb strength asymmetry in young tennis players. *Journal of Sport Science and Medicine, 13*(2), 397–402.
- Skorocká, I., Bunc, V., & Kinkorová, I. (2004). Určení distribuce tělesných tekutin přístrojem In Body 3.0. *Česká Kinantropologie, 8*(1), 19–25.
- Thomas, J. R. & Nelson, J. K. (2001). *Research Methods in Physical Activity*. Champaign: Human Kinetics.
- Vaidová, E., Zahálka, F., Malý, T., Gryc, T., & Teplan, J. (2012). Asymetrie dolních končetin vzhledem k vybraným parametrům tělesného složení a posturální stability u fotbalistek. *Česká kinantropologie, 16*(3), 221–230.
- Vařeková, R., Vařeka, I., Janura, M., Svoboda, Z., & Elfmark, M. (2011). Evaluation of postural asymmetry and gross joint mobility in elite female volleyball athletes. *Journal of Human Kinetics, 29*, 5–13.
- Véle, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie – přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton.
- Vorálek, R., Süß, V., & Parkanová, M. (2007). Poruchy pohybového aparátu a svalové dysbalance u hráčů volejbalu ve věku 15–19 let. *Rehabilitácia, 44*(1), 14–20.
- Vorálek, R., Pálová, H., & Süß, V. (2009). Nejčastější zranění ve volejbale a rehabilitace. *Rehabilitácia, 46*(2), 70–75.
- Wang H. K. & Cochrane T. (2001). A descriptive epidemiological study of shoulder injury in top level English male volleyball players. *International Journal of Sports Medicine, 22*(2), 159–163.
- Wang, H. K. & Cochrane, T. (2001). Mobility impairment, muscle imbalance, muscle weakness, scapular asymmetry and shoulder injury in elite volleyball athletes. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness, 41*(3), 403–410.