

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

*Klinika rehabilitačního lékařství
Fakultní nemocnice Královské Vinohrady*



Marie Alánová

**Porovnání rovnováhy sportovců využívajících
silový a funkční trénink**

Comparison of the balance of sportsmen using strength
and functional training

Bakalářská práce

Praha, 2021

Autor práce: Marie Alánová

Studijní program: Fyzioterapie

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: **Mgr. Zuzana Červenková**

Pracoviště vedoucího práce: **Centrum Paraple, o.p.s.**

Předpokládaný termín obhajoby: 18. 6. 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací. Potvrzuji, že tištěná i elektronická verze v Studijním informačním systému UK je totožná.

V Praze dne 28. března 2021

Marie Alánová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí práce Mgr. Zuzaně Červenkové za odborné rady a připomínky při vedení této práce, za ochotu, spolupráci a věnovaný čas. Dále bych chtěla poděkovat všem účastníkům studie, za jejich trpělivost a ochotu během testování a jejich časovému přizpůsobení. Také jsem velmi vděčná fitness centru Fitinn - DBK Budějovická a vedoucímu pobočky Mgr. Matěji Kopeckému za poskytnutí prostor.

Obsah

ÚVOD.....	7
1. TEORETICKÁ ČÁST	8
1.2 <i>Postura</i>	8
1.2.1 Posturální stabilita.....	8
1.2.2 Posturální motorika.....	9
1.2.3 Posturální stabilizace.....	10
1.2.4 Posturální reaktibilita.....	10
1.3 <i>Obecná charakteristika motorických schopností</i>	10
1.3.1 Dělení motorických schopností.....	11
1.4 <i>Koordinační schopnosti</i>	12
1.4.1 Dělení a vývoj koordinačních schopností.....	12
1.5 <i>Rovnováhové schopnosti</i>	14
1.5.1 Charakteristika a rozdělení rovnováhových schopností.....	14
1.6 <i>Vyšetření rovnováhy</i>	15
1.6.1 Funkční vyšetření.....	15
1.6.2 Vyšetření statické rovnováhy	16
1.6.3 Vyšetření dynamické rovnováhy.....	17
1.7 <i>Anatomie a fyziologie</i>	18
1.7.1 Vestibulární aparát, propiocepce a zrakový systém	18
1.7.2 CNS a zpracování vjemů.....	19
1.8 <i>Svaly a jejich síla</i>	20
1.8.1 Komplex silových schopností.....	21
1.9 <i>Silový trénink</i>	23
1.9.1 Základy teorie silového tréninku	23
1.9.2 Parametry silového tréninku	25
1.9.3 Přehled metod rozvoje svalové síly.....	25
1.9.4 Účinky silového tréninku.....	25
1.10 <i>Studie hodnotící rovnováhu u silového tréninku</i>	26
1.11 <i>Funkční trénink</i>	29
1.11.1 Současné znalosti.....	29
1.11.2 Využívané principy a význam	31
1.11.3 Zásady správného cvičení.....	32
1.11.4 Rozdělení funkčního tréninku	33
1.11.5 Pomůcky ve funkčním tréninku	33
1.12 <i>Studie hodnotící rovnováhu u funkčního tréninku</i>	34

2. PRAKTICKÁ ČÁST	36
2.1 Cíl práce.....	36
2.2 Metodologie bakalářské práce	36
2.3 Praktický průběh a realizace	38
2.4 Parciální analýza dat a interpretace výsledků	40
3. DISKUZE	48
4. ZÁVĚR.....	51
5. ABSTRAKT	52
6. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	56
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57
8. SEZNAM OBRÁZKŮ	64
9. SEZNAM TABULEK.....	65
10. SEZNAM GRAFŮ	66
11. SEZNAM PŘÍLOH	67

ÚVOD

Ačkoliv si to neuvědomujeme, každá sekunda našeho života je spojena s rovnováhou. Tato schopnost nás provází od narození po poslední chvíli života. Začínáme ji trénovat už pouhým posazováním nebo prvními krůčky. Pomalu ji rozvíjíme, až se dostaneme na vrchol a s nástupem stáří o tuto schopnost pomalu přicházíme.

Téma své bakalářské práce jsem si vybrala, jelikož se od malička věnuji sportu. Již na základní škole to byla gymnastika, atletika či kolektivní sporty. Na základě zkušenosti s BPPV jsem pocítila, jak důležité jsou rovnovážné schopnosti nejen v každodenním životě, ale zejména ve sportovních aktivitách. Pokud má jedinec kvalitní anatomický a fyziologický základ bez jakýchkoliv patologií, samotná sportovní činnost je daleko jednodušší, než když najdeme v přenosu signálů jemné či větší nedokonalosti, které nácvik nových dovedností značně ztěžují.

Využívání rovnováhy je nedílnou součástí každodenního života. Rekreační i profesionální sportovci ji potřebují na ještě lepší úrovni, aby mohli podávat co nejlepší výkony. Rovnováha je korigována pomocí několika mechanismů. Pro řízení používáme multisenzorickou aferentaci, což je přenos informací ze smyslových orgánů do CNS (Centrální nervové soustavy). Dělíme je na aferentaci propioceptivní, vestibulární a zrakovou. Dalšími důležitými faktory jsou pohybová zkušenost a odhad limitů stability těla. Mozek poté díky těmto informacím o pohybu a poloze těla vůči okolnímu prostředí koriguje postavení hlavy, pohyb očí, čímž zajišťuje posturální reakci. V této studii budu používat statický a dynamický test pro zjištění balančních schopností jedince.

1. TEORETICKÁ ČÁST

1.2 Postura

Vymezení pojmu postura se u mnoha autorů liší. Každý ji totiž testuje jiným způsobem a považuje jiný stav za normu. Kolář uvádí, že testování posturální funkce ve stoji není dostatečné. Posturu můžeme klasifikovat jako aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil. Je součástí jakékoliv polohy a vytváří základní podmínky pro pohyb. Véle (2006) uvádí, že jeden standard pro držení těla neexistuje. Pro definování postury, která se blíží ideálu, bychom museli brát v potaz biomechanické, anatomické, neurofyziologické funkce a jejich propojení v morfologickém vývoji jedince. (Kolář, 2009)

Postura provází pohyb jako stín. (citace R. Magnuse, Kolář, 2009) Pro provedení určité pohybové aktivity musíme nejdříve zaujmout atitudu, tedy výchozí nastavení postury. (Vařeka, 2002a) Tato výchozí poloha těla se stává rozhodujícím fenoménem pro plánovaný pohyb a pozice již nese informace o pohybovém záměru. (Čápková, 2008; Kolář, 2009)

1.2.1 Posturální stabilita

Při stálé poloze těla nejde explicitně o statický stav, ale spíše o dynamický proces, při němž čelí přirozené labilitě. Jde tedy o kontinuální zaujímání stálé polohy, aby nedošlo k pádu. Mezi základní podmínky posturální stability řadíme promítání těžiště do opěrné báze, což je celá plocha, kterou ohraničují nejvzdálenější body plochy opěrné, tedy místa přímo se dotýkající s podložkou. Naopak při pohybu musí působit do opěrné báze součet všech sil působící na tělo. Vektor tíhové síly může být vychýlený mimo. Při porušení těchto zásad musí síly vyrovnávat práce svalů, ligament a dalších struktur, které udržují otáčivý moment a rovnováhu. (Kolář, 2009)

Posturální stabilitu mají za úkol zajistit zejména posturální svaly, jako jsou paravertebrální svaly, extenzory DKK a svaly trupu. Při narušení této funkce jsou

přetěžovány, což vede k jejich hypertonii, bolesti a možnému vzniku deformit. (Kolář, 2009)

Véle et al. (2001) popisuje dva systémy – vnitřní a vnější. Vnitřní působí mezi segmenty a vnější představuje celkovou stabilitu. Hluboký stabilizační systém zajišťuje vnitřní stabilitu a zároveň vyrovnání poloh hlavy, páteře, pánve a jejich kloubů. Při porušení funkce HSS je narušena jak stabilita vnitřní, tak na ni navazující stabilita vnější, kterou představuje tonus posturálních svalů, zejména extenzorů – antigravitačních svalů. Intersegmentální stabilita musí být schopná zajistit dostatečnou pevnost určitého sektoru, aby mohly jiné segmenty svoji polohu měnit. Při narušení pružnosti, například pohybovou blokádou, se stává segment rigidním a může vést k vertebrogenním poruchám.

1.2.2 Posturální motorika

Posturální motorika představuje podvědomou část motoriky, která má za úkol zachování vzpřímeného postoje a jednotlivé segmenty drží v napřímení. Neustále vyvažuje a balancuje kolem střední polohy jednotlivých segmentů. Díky ní je možné přejít z klidu do pohybu a opačně. Zajišťuje nám pohotovost pohybového systému a tím nás chrání před úrazu. Řízení probíhá podvědomě, ale při nečekané změně podmínek přechází ihned do vědomé kontroly. Při nevhodném nastavení výchozí polohy, vadném držení těla či u nezkušeného sportovce je výsledkem selhávání pohybového záměru, přetížení (mikrotraumata) či vzniká porucha struktury. (Véle, 2006; Čápová, 2008)

Véle (2006) píše, že těmto problémům nelze předejít posilováním svalů. Zkušenost ukazuje důležitějším aspektem rychlou a přesnou koordinaci. Posturální motorika využívá spíše tonické svaly, které jsou sice slabší, ale méně únavné. Při lokomoci a jemné motorice je zapotřebí fázických svalů, které jsou rychlejší a po kratší časový úsek dokážou vyvinout větší sílu. Posturální i lokomoční systém využívá obě strategie, aby se předešlo možné destabilizaci a pádu.

1.2.3 Posturální stabilizace

Jedná se o aktivní držení segmentů těla proti působení zevních sil, které je řízeno z CNS. Mezi segmenty je vytvářena svalová aktivita, která má za úkol segmenty stabilizovat a vytváří mezi nimi relativní tuhost. Procesu se účastní agonisté a antagonisté prostřednictvím vzájemné koaktivace. Tím je tělo udržováno ve vzpřímené poloze a může provádět lokomoci. Bez této koordinace a spolupráce svalů by se kostra rozpadla. (Kolář, 2009)

1.2.4 Posturální reaktibilita

Posturální reaktibilitu Kolář (2009) označuje jako reakční stabilizační funkci. Při náročnějším pohybu (např. zvedání břemene či hod míčkem) je generována větší kontrakční svalová síla pro překonání odporu. Cílem je vytvořit co nejstabilnější punctum fixum. Představuje ho jedna z úponových částí svalu. To umožňuje, aby mohla druhá úponová část provádět pohyb a stalo se z ní tzv. punctum mobile. Bez úponové stabilizace svalu by cílený pohyb nebylo možné uskutečnit. Důležité je poznání, že cílený pohyb kontrolujeme vůlí, zato reaktivní stabilizační funkce je automatická čili podvědomá.

1.3 Obecná charakteristika motorických schopností

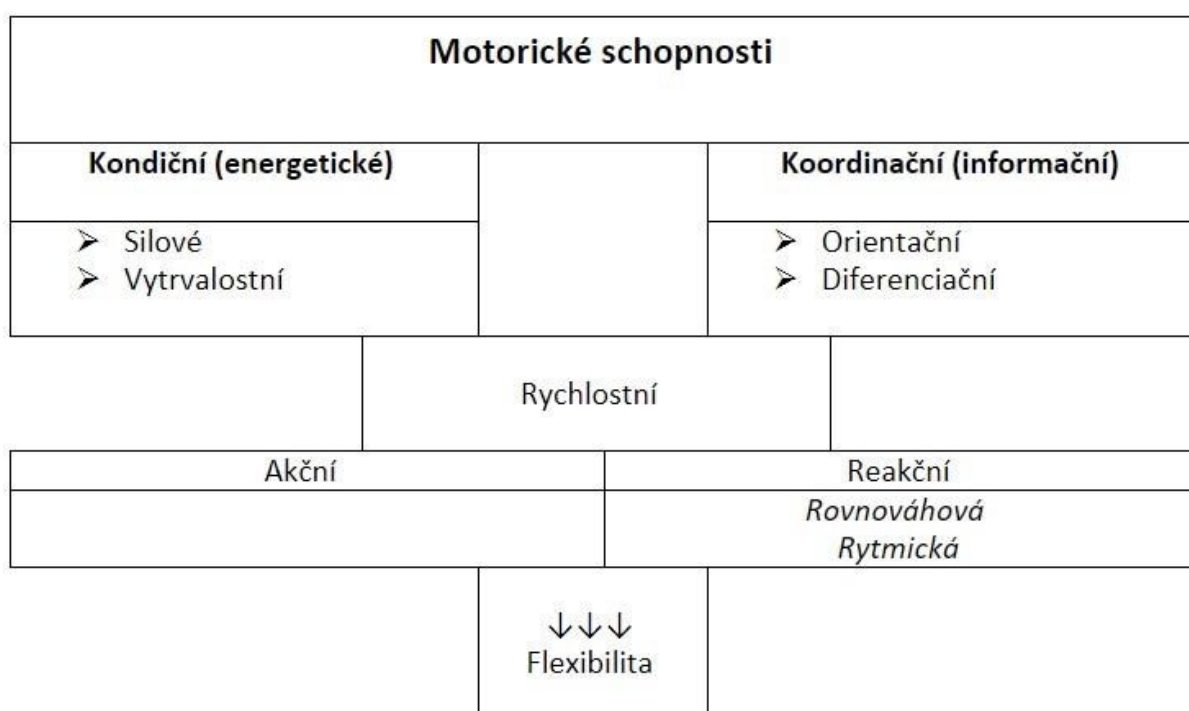
Motorické schopnosti rozvíjíme od zrození do konce života. Zlepšujeme se jak v jemné, tak v hrubé motorice. Během tohoto období může dojít ke zpomalení či až zastavení motorického vývoje. Motorické schopnosti jsou obecné, základní, částečně geneticky podmíněné vnitřní předpoklady ke zvládnutí určitého pohybu. V podstatě ukazují limity jednotlivce. (Měkota, 1982)

Szopa (1995) zmiňuje pojem predispozice. Ty řadí do čtyř kategorií: morfologicko-strukturální, energetické, koordinační a psychické. Zjednodušeně řečeno důležitými aspekty jsou tělesná konstituce, nastavení energetických mechanismů, optimální spolupráce systémů a vůle či temperament. Komplexy predispozic integrované s biologickým a pohybovým základem, formované genetikou, prostředím a jejich vzájemnou interakcí se poté zaštiťují pod jednotným názvem motorické komplexy.

Kasa (2000) uvádí, že se vnitřní předpoklady k pohybové činnosti formují v procesu tréninku a cvičení. Setkávají se zde tělesné schopnosti s psychosociálními. Tvoří tak komplex schopností navzájem kombinovatelných, čímž mohou jedinci s jejich rozdílnou úrovní dosahovat stejných výsledků. Této možnosti je využíváno i při kompenzacích, což umožňují především morální a psychické vlastnosti.

1.3.1 Dělení motorických schopností

Měkota a Novosad (2005) rozdělují motorické schopnosti takto:



Obr. 1 Motorické schopnosti

(MĚKOTA, K. a NOVOSAD, J. Motorické schopnosti. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005. ISBN 80-244-0981-x.)

Dle Měkoty, Blahuše (1983) a Bedřicha (2006) můžeme motorické schopnosti rozdělit do dvou větších skupin – kondiční a koordinační, které je možno dělit na další podskupiny. Bedřich (2006) k tomu přidává ještě skupinu třetí, a to smíšenou (hybridní). Toto rozdělení můžeme pokládat za nejpoužívanější.

1.4 Koordinační schopnosti

Slovo koordinace můžeme přeložit jako uspořádání. V našem případě je udáván řád dílčím pohybům tak, aby tvořily vyrovnaný celek zamýšleného pohybu. Během pohybové aktivity je nutné udržovat a obnovovat rovnováhu. Rychlé a přesné pohyby musíme využívat v každodenních činnostech. Často je také okolní prostředí nějakým způsobem měněno. V případě sportů např. soupeřem, u tance daným rytmem. Motorická koordinace umožňuje sladění různých komplikovaných pohybových činností. (Měkota a Novosad, 2005)

V různých sportovních odvětvích se využívá velké škály specifických požadavků na rozvoj koordinačních schopností cvičence. Řadí se mezi ně např. rychlé reakce na přicházející signály, orientace v prostoru, diferenciací svalových pocitů atd. Nyní se zařazuje do technické přípravy sportovců v rámci co nejlepšího rozvoje individuálního herního výkonu. (Moravec, 2004)

Systematickým tréninkem je možné koordinační funkce rozvíjet. Získáváme je totiž nejen na základě zděděných predispozic, ale také jsou ovlivňovány pomocí neurofyziologických funkčních mechanismů. (Hirtz et al., 1985)

1.4.1 Dělení a vývoj koordinačních schopností

Nejaktuálnější rozdělení uvádí Měkota a Novosad (2005), proto bych zde uvedla právě jejich.

- Diferenciační
- Orientační
- Reakční
- Rytmičká
- Schopnost sdružování
- Schopnost přestavby
- Schopnost rovnováhová

Diferenční schopnosti

Díky nim jsme schopni rozlišit a nastavit silové, časové a prostorové parametry probíhajícího pohybu. Máme možnost velice jemně vyladit jednotlivé fáze a dílčí prvky. Ty jsou pak přesnější, plynulejší a energeticky ekonomičtější. Můžeme je také najít pod názvem kinestetické, díky tomu, že přijímají, zpracovávají a využívají kinestetických informací ze svalů, šlach, kloubů a vazů.

Orientační schopnosti

Tyto schopnosti nám zaručí, že jsme schopni určit, popř. změnit polohu či pohyb těla v určitém čase vzhledem k definovanému akčnímu poli nebo pohybujícímu se objektu. Na tyto dovednosti jsou zaměřeny především akrobatické sporty, skoky na trampolíně apod. Při lepší úrovni orientačních schopností mají tito cvičenci při nácvičku motorických dovedností značnou výhodu.

Rytmické schopnosti

Rytmické schopnosti můžeme rozdělit na dvě podskupiny. Ta první popisuje akustické či vizuální vnímání a jejich následného přenesení do pohybové činnosti. Je dosti důležitá u hudebníků a tanečníků. Druhou skupinu představuje dovednost vytvořit si a vystihnout rytmus v představě a následně ho interpretovat okolí.

Rovnováhové schopnosti

Ty nám pomáhají zajistit tělo v rovnovážné poloze v proměnlivých podmínkách prostředí. Více se budu věnovat rozdělení a dalšímu popisu v následující kapitole.

Schopnost sdružování

Pomáhá nám propojovat jednotlivé pohyby hlavy, trupu a končetin do časoprostorově a dynamicky sladěného pohybu. Organizace jednotlivých pohybů těla je velice významným předpokladem sportovců, jelikož poté dominují v koordinačně náročných úkolech. Je nezbytná při gymnastice či sportovních hrách atd.

Schopnost přestavby

Ve většině sportů je potřeba mít dovednost pro rychlé reagování na změny. Nutnost přehodnotit naplánovaný pohyb jako reakci na změnu vnějších podmínek. Jedinec v souvislosti se zamýšlenou činností poté upravuje pohyb v prostoru a čase. Zároveň mění i silové nastavení pro provedení přesného lokomočního záměru. (Měkota a Novosad, 2005)

1.5 Rovnováhové schopnosti

Cílem je udržení rovnováhy v určitých polohách těla nebo tento stav v průběhu lokomoce co nejdříve obnovit. K této schopnosti neodmyslitelně patří dokonalá práce vestibulárního aparátu, proprioreceptorů a zrakového systému. Nejlépe se rovnováha rozvíjí pomocí izometrického posilování posturálních svalů, cvičením na balančních plochách, komplexním nácvikem rovnováhy a tréninkem vestibulárního aparátu. (Měkota a Novosad, 2007)

1.5.1 Charakteristika a rozdělení rovnováhových schopností

Potřeba udržovat rovnováhu vzniká na základě faktu, že žijeme v gravitačním poli Země a potřebujeme této síle odolávat. (Zemánková, 1996)

Skopová (2005) rozděluje rovnováhové schopnosti pouze na statické a dynamické. Statická rovnováha neustále řeší nejrůznější balanční situace. Na základě polohy těla můžeme označovat polohy stabilní či labilní. Dynamická se objevuje při lokomoci a reaguje na setrvačnost předcházejících pohybů.

Měkota a Novosad (2005) tyto schopnosti rozdělují do tří skupin, kdy přidávají třetí skupinu – balancování předmětu. Upozorňují, že se může jednat i o polohy převrácené (stojka na hlavě či rukou) nebo v sedě v lodi. Dynamickou rovnováhu dělí na rovnováhu při translačních pohybech a lokomoci (udržení rovnováhy při chůzi, jízdě na lyžích, jízdě na kole atd.) a na rovnováhu při rotačních pohybech, kdy jsou kladeny

daleko větší nároky na vestibulární aparát. Také ukazují na rovnováhu v letových fázích pohybu. Jedná se o bezodporovou fázi pohybu, kterou je nutno korigovat při přeskočích náraď, skocích na lyžích či na kolech apod. Balancování předmětu klade nároky nejen na ovládnutí vlastního těla, ale také na vyvážení daného tělesa. Této schopnosti nejvíce využívají artisté, ale je důležitá i pro běžné sportovce, například u vzpírání.

1.6 Vyšetření rovnováhy

Měkota a Novosad (2005) popisují rovnovážné schopnosti jako samy o sobě neměřitelné. Změřit tedy lze pouze jejich projevy a z nich odhadovat jejich kvalitu. Nejuchopitelnějším nástrojem se nabízí forma testování, které vybíráme vzhledem k určitým požadovaným schopnostem.

Vyšetření se také dělí podle tří oblastí využití. První jsou sportovně – medicínské či fyziologické testy. Číselně znázorňují odpověď organismu na danou zátěž, obecně nazývané jako zátěžové testy. Následují motorické testy, které popisují dosažené výkony a sportovní testy, které kvantifikují výkony v soutěžích. (Měkota a Novosad, 2005)

1.6.1 Funkční vyšetření

Horak (1997) popisuje využití funkčních testů, které mají co možná nejobjektivněji číselně vyjádřit motorické vzorce, které využíváme v ADL (všední denní činnosti). Řadí mezi ně například hodnocení rovnováhy a chůze dle Tinettiové, test funkčního dosahu nebo Dynamic Gait Test. Test hodnocení rovnováhy a chůze dle Tinettiové je určen pro detailní vyhodnocení rovnováhy a chůze. Většinou se využívá u starších pacientů. Jeho úkolem není nalézt poruchu, ale sledovat a posoudit zejména riziko pádu či úrazu. Provádí se dotazníkovou formou a k jeho vyplnění je nutná spolupráce pacienta a dostatek času. Testuje se např. stabilita v sedu, při vstávání ze židle, stoj se zavřenýma očima a další. (Topinková, 2010)

Kognitivní složka

Jak už jsem zmínila, posturální stabilita je automaticky řízená funkce, která vyžaduje část naší pozornosti, pokud se dostaneme do posturálně náročnější situace. Jedna z vyčleněných skupin balančních testů se věnuje právě kognitivním schopnostem. Pokud má člověk kognitivní deficit, omezuje to jeho pozornost a nedokáže tak splnit kognitivní a motorický úkol zároveň. K odhalení tohoto postižení se používá plnění „dual task“ úkolů. Většinou je pacient požádán o odečítání číslice tři nebo sedm od čísla padesát a zároveň provádí zadaný pohybový úkon. (Silsupadol et al., 2006)

Berg Balance Scale (BBS)

Zkráceně je označován jako test Bergové. Tento test byl původně určen pro geriatrické pacienty, ale dnes nachází uplatnění i u dalších diagnóz. Test vychází ze zhodnocení čtrnácti úkolů, které ale hodnotí pouze klidovou a proaktivní posturální stabilitu. Zhodnocení reaktivní posturální stability chybí. (Alghwiri a Whitney, 2012)

Timed Up and Go Test

Dalším využívaným klinickým testem je test TUG. Primárně hodnotí lokomoci, které je rovnováha součástí. Vznikl v roce 1991. Tento test zahrnuje několik na sebe navazujících činností. Testovaný má za úkol zvednout se ze židle, ujít tři metry po naznačené linii, poté se otočit, vrátit se a posadit na židli. Nejdříve si může test vyzkoušet nanečisto a poté je změřen čas. Pokud musí mít pacient pomůcky, jsou mu povoleny a test provádí s nimi. Používá se zejména pro hodnocení rizika pádů. (Shumway-Cook et al., 2000; Alghwiri a Whitney, 2012)

1.6.2 Vyšetření statické rovnováhy

V této části bych ráda zmínila jedny ze základních testů statické rovnováhy. Flamingo balance test spočívá ve stožení na jedné noze při balancování na kladině. Při Stork Balance Stand testu je cílem udržet rovnováhu na jedné noze při stožení na pevné podložce tak dlouho, jak je to možné a volná noha se opírá o koleno stejné nohy. (Wood, 2008)

Další test zabývající se hodnocením statické rovnováhy ve stoji je Rombergův test. Je to jeden z nejstarších testů rovnováhy, který se používá k hodnocení funkce vestibulárního aparátu. Testuje se ve třech základních polohách. S každým dalším stupněm se zmenšuje plocha opory. Pacient je vyzván, aby si sundal boty a poté stál oběma nohama u sebe. Pacient drží paže vedle těla nebo zkřížené před tělem. První fáze testu zahrnuje spontánní stoj s otevřenými očima. Poté stoj o zúžené bázi a nakonec je pacient instruován, aby stál vzpřímeně se zavřenými očima. Může být pozorováno kývání těla. To však naznačuje proprioceptivní korekci rovnováhy pro nedostatek dostupné vizuální nebo vestibulární kompenzace. Ztráta rovnováhy může být definována jako zvýšené kývání těla, pohyb nohou ve směru pádu nebo přímo k pádu. (Forbes a Cronovich, 2020)

1.6.3 Vyšetření dynamické rovnováhy

Dynamické rovnovážné schopnosti jsou nejčastěji testovány chůzí po různě uzpůsobených kladinách či úzkých plošinách. Většinou hodnotíme délku pohybu, počet chyb atd. (Čelikovský, 1990)

Balance Board Test využívá dřevěnou vyvažovací plošinu o rozměrech 50 x 50 x 1,5 cm s malým válcem o šířce 2 cm běžícím podélně pod ním. Aby se plocha nemohla naklonit více než 18°, jsou na koncích umístěny malé zarážky. Pacient by měl udržet rovnováhu po dobu 30 s. Dalším testem je Bass Test, při kterém účastníci skáčou na nakreslené značky, kde drží na jedné noze 5 s. Hlavním úkolem je nedotknout se země jinde než na označených místech. Star Excursion Balance Test zkoumá rovnováhu pomocí stoje na jedné noze. Vyžaduje sílu, flexibilitu, kontrolu hlubokého stabilizačního systému a kvalitní propriocepci. Sportovec stojí na jedné noze a snaží se dosáhnout co nejdál v osmi různých směrech. Z tohoto testu byl odvozen podobný Y Balance Test, která se zaměřuje na určení sportovců s větším rizikem zranění dolních končetin. Zúžuje se při něm počet směrů, kterých musí sportovec dosáhnout (tři základní směry, připomínající písmeno Y). (Wood, 2008)

1.7 Anatomie a fyziologie

Rovnováhu a posturální kontrolu zprostředkovává navzájem propojený funkční celek, jež má za cíl zajistit posturální jistotu a stabilitu. Tento systém spojuje několik složek – senzorickou, řídicí a výkonnou. Z vestibulárního aparátu, zrakového aparátu a proprioceptorů se dostávají informace k řídicí složce, která je reprezentovaná strukturami v CNS. Složku výkonnou poté představuje náš pohybový aparát. Názory na udržení posturální stability jsou různé. Často také bývá zapomenut vliv exteroceptorů, které tvoří třetí zpětnou kontrolu. (Míková, 2007; Vařeka, 2002b)

1.7.1 Vestibulární aparát, propiocepce a zrakový systém

Vestibulární aparát zajišťuje rovnováhu hlavy a těla v prostoru. Spolupracuje se zrakovým a proprioceptivním ústrojím. Najdeme jej v labyrintu vnitřního ucha a skládá se z několika částí. Základ tvoří vláskové buňky, které registrují úhlové zrychlení. Jsou uloženy v kupulách na ampulárních kristách rozšiřujících se do polokruhovitých kanálků. Další smyslové buňky v macule a sakulu jsou drážděny otolity a tím reagují na vertikální a horizontální zrychlení. Vlákná smyslových buněk se spojují a tvoří vestibulární ganglion. Pokračuje vestibulárním nervem do čtyř vestibulárních jader, která jsou navzájem propojena. (Seidl a Obenberger, 2004)

Proprioreceptory registrují hluboké čítí. Mezi jejich receptory se řadí svalová vřeténka a Golgiho šlachová tělíska. Zaznamenávají změnu při pohybu a svalové činnosti. Představují esenciální schopnost pro správnou koordinaci pohybu, svalového tonu, průběhu reflexů atd. Dráha je vedena zadními provazci do mozečku, thalamu a subkortikální oblasti. (Nevšimavá, Růžička a Tichý, 2002)

Zrakový systém se na rovnováze taktéž podílí. Při rotačních a translačních pohybech hlavy dochází k souhybu očí. Tento mechanismus se nazývá vestibulo-okulární reflex. Stabilizuje obraz předmětu navzdory pohybům těla a tím udržuje ostré vidění. Tento okruh tvoří tři neurony. První se nachází ve vestibulární části n. VIII., který se napojuje na vestibulární jádra a končí v jádrech okoohybných svalů. (Shippman et al., 2005)

1.7.2 CNS a zpracování vjemů

Dalším důležitým okruhem je vestibulo-spinální reflex, který udržuje vzpřímené držení těla. Díky němu udržíme stabilitu trupu a korigujeme polohu hlavy a končetin. (Čada, 2012)

Rovnovážná dráha začíná v rovnovážném ústrojí odkud vede do mozečku, k jádrům mozkového kmene a přes thalamus do kůry mozku. Celkově tedy slouží k uvědomění si celého těla a jeho částí navzájem, vnímání lineárních pohybů, úhlového zrychlení a zpomalení a dále na souhybu a pohybech očí. Přes vestibulární jádra také řídí napětí extenzorů a podílí se na usnadnění míšních reflexů. (Hudák a Kachlík, 2017)

Všechny zmíněné sensorické systémy se vzájemně doplňují a do určité míry a za určitých okolností se mohou i zastupovat. Vjemy se však mohou lišit citlivostí a latencí systémů. Mění se tedy čas, kdy začnou generovat obranné posturální reflexy a tělo se začne snažit vrátit těžiště na stojnou základnu, tedy opěrnou bázi. Všechny sensorické informační vstupy musí být sjednocené. Pokud dojde k časové či fázové desynchronizaci z periferních receptorů, může vznikat pocit posturální nestability až nepříjemného vertiga. Jaký podíl sensorických složek bude využit je dáno přímo specifickou situací. Navzdory většímu množství zdrojů informací do CNS se řídicí systém spoléhá z velké části pouze na vjemy z jednoho sensorického systému. (Shumway-Cook a Horak, 1986; Lejsková a Lejska, 1999; Vařeka, 2002b)

Při situaci, kdy stojí zdravý člověk na pevném povrchu a jeho okolí je dobře osvětlené, využívá asi ze 70 % propiocepci a exterocepci, z 20 % informace z vestibulárního aparátu a z 10 % informace ze zrakového aparátu. Toto procentuální rozložení je zachováno pouze při perfektních podmínkách. S každou změnou podmínek dochází i k změně zastoupení jednotlivých systémů. (Horak, 2006)

1.8 Svaly a jejich síla

Než se dostanu přímo k silovému tréninku, ráda bych se věnovala svalům a jejich vláknům. Kosterní svalstvo většinou tvoří cca 40% hmotnosti člověka. Jejich základní funkcí je kontrakce a relaxace. Aktivně můžeme ovládat svaly příčně pruhované. Najdeme v nich různé další typy vláken. Dylevský (2009) uvádí, že se svaly skládají z heterogenní populace vláken, které se liší v mikroskopických, histochemických a fyziologických vlastnostech. Můžeme je rozdělit na pomalá červená, rychlá červená, rychlá bílá a přechodná vlákna. Pomalá červená vlákna využijeme ve sportech, u kterých převládá vytrvalostní činnost a kontrakce je prolongovaná. Rychlá červená zapojíme při rychlých kontrakcích konaných velkou silou. Tato vlákna jsou rychle unavitelná. Na rozdíl od rychlých bílých vláken, která mají díky silně vyvinutému sarkoplazmatickému retikulu a vysoké aktivitě vápenatých a hořečnatých iontů vysokou odolnost proti únavě. Provádí rychlý stah maximální silou. Přechodná vlákna představují pravděpodobně prekurzor pro tvorbu jednoho ze tří předchozích vláken.

Pro popis silového tréninku musím nejdříve charakterizovat, co je samotná síla. Někteří autoři ji stavějí nad ostatní parametry tréninku, jako je vytrvalost, flexibilita atd. Profesor Leonid Metvejev označil sílu jako základ pro rozvoj dalších fyzických zdatností. (Vrátný, 2012)

Sílu svalu určuje zejména množství svalových vláken a hladina mužského hormonu testosteronu. Tento hormon má silné anabolické účinky a následkem silového tréninku se zvyšuje jeho koncentrace podle momentální intenzity zatížení organismu. (Grasgruber a Cacek, 2008)

Stackeová (2014) popisuje sílu jako základní schopnost organismu, bez níž není možný pohyb. Svalovou sílu charakterizuje jako sílu, která je potřeba ke kontrakci svalu nataženého nebo naopak. Velikost síly vyjadřuje jako hmotnost břemene, jež je sval schopný zvednout.

Podobně se vyjádřili Dovalil a Perič (2010), ti sílu definují jako schopnost překonat vnější odpor díky svalové kontrakci. Dělí silové schopnosti dle typů svalových kontrakcí. Podle změny napětí a délky svalu popisují kontrakci izometrickou (statickou)

a izotonickou (dynamickou). Při izometrické kontrakci se délka svalu nemění a zvyšuje se pouze napětí svalu. Naopak při izotonické kontrakci se mění délka svalu, ale napětí zůstává relativně stejné. Tento typ kontrakce můžeme rozdělit ještě na koncentrickou a excentrickou kontrakci. Při koncentrické kontrakci se sval zkracuje a při excentrické neboli brzdivé kontrakci se svalová délka s kontrakcí prodlužuje. Díky znalosti těchto typů můžeme trénink přesně zaměřit na rozvíjení požadovaných schopností.

Dále můžeme sílu rozdělit na sílu absolutní a sílu relativní. Absolutní síla představuje nejvyšší hmotnost břemena, jež sportovec zvládne vzepřít. Relativní sílu určujeme podle hmotnosti samotného sportovce v porovnání s hmotností břemene.

Podle Gajdy (2004) umožňují silové schopnosti provádět pohyby, které překonávají nebo udržují vnější odpor nebo sílu svalové kontrakce podle zadaného pohybové úkolu. Nejjednodušeji můžeme vyjádřit silové schopnosti jako schopnost vynaložit úsilí proti odporu. Nezbytnost znalosti komplexu silových schopností se ukazuje jako nutný předpoklad k jejich diagnostice a racionálnímu rozvoji. Tento komplex je tvořen různými druhy silových schopností, jež jsem popsala v předchozím odstavci.

1.8.1 Komplex silových schopností



Obr. 2 Silové schopnosti

(HAVEL, Z. a HNÍZDIL, J. Rozvoj a diagnostika silových schopností. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2009. ISBN 978-80-7414-189-8.)

Toto dělení popsal Havel a Hnízdil (2009). Statickou silovou schopnost charakterizují izometrickou kontrakcí. Čerpali od Čelikovského (1990), který statické silové schopnosti dělí na jednorázové a vytrvalostní. Jeho představa byla taková, že díky statickým jednorázovým silovým schopnostem dochází k deformaci části těla nebo objektů podle zadaného pohybového úkolu (např. jednorázový stisk ruky). Pro vytrvalostní schopnost je klíčové udržet tělo, jeho části nebo objekty v určité poloze (např. výdrž ve shybu). Podkladem dynamické síly (silové schopnosti) je pohyb těla nebo jeho částí založený na izokinetické kontrakci. Rychlostní sílu charakterizuje překonávání odporu s vysokou rychlostí nebo vysokou frekvencí pohybu. Vytrvalostní síla určuje schopnost udržet intenzitu motorické činnosti za současné silové činnosti a explozivní síla uděluje tělu, jeho částem či předmětům zrychlení (např. výskok).

Další dělení nabízí Perič a Dovalil (2010). Definují maximální sílu, u které převládá parametr odporu. Vytrvalostní sílu s převládajícím parametrem opakování a rychlou sílu, kde převládá parametr rychlosti.

Maximální síla charakterizuje maximální silový potenciál sportovce. Lze ji změřit při maximálním volném úsilí v izometrické kontrakci bez měření časového limitu nebo pomocí limitu zvednuté hmotnosti. (Petr a Šťastný, 2012)

Maximální síla se zvětšuje s počtem zapojených vláken nebo se součtem jejich průřezů. Liší se druhy aktivovaných vláken a energetické zdroje. Křištofič (2004) také tvrdí, že na sobě druhy síly nejsou závislé, např. vytrvalostní síla nestimuluje rozvoj explozivní síly. Každopádně přiznává, že pro rozvoj ostatních silových schopností je dostatečná úroveň maximální síly základ.

Hohmann, Lames a Letzelter (2010) uvádí jako limit vytrvalostní síly překonávání odporu o minimální hodnotě 30% maximální síly. Přičemž uvádí i dělení na maximální silovou vytrvalost, submaximální a aerobní, lišící se opakovaným překonáváním procentuální části zátěže maximální síly.

Rychlou sílu charakterizuje cyklické vykonávání pohybu o největší intenzitě s relativně nízkým odporem. Pomocí silových impulzů se sportovec snaží dosáhnout co největšího zrychlení (Perič a Dovalil, 2010). Obsahuje v sobě dvě složky síly, a to

výbušnou, charakteristickou produkcí maximální síly v minimálním časovém intervalu, a plyometrickou, která využívá svalového předpětí. (Lehnert a kol. 2010)

1.9 Silový trénink

1.9.1 Základy teorie silového tréninku

Základem pro silový trénink je předpoklad adaptace organismu. Pokud je trénink naplánován a proveden správně, výsledkem systematického cvičení bude zlepšování fyzické kondice sportovce, zejména síly, protože se tělo neustále adaptuje jeho fyzické zátěži. V širším slova smyslu adaptace znamená přizpůsobení organismu svému prostředí. Pokud se mění prostředí, mění se organismus, aby lépe přežil nové podmínky. V biologii se uvažuje o adaptaci jako o jednom z hlavních rysů živých tvorů. Je však třeba také zvážit maladaptaci, což je neschopnost jedince pozitivně reagovat na zátěž, pokud nejsou požadavky na výkon organismu uplatňovány postupně nebo když zátěž a metabolické požadavky překročí adaptivní potenciál organismu. Ve zkratce, maladaptace znamená příliš mnoho, příliš brzy. Cvičení nebo pravidelná fyzická aktivita představuje velmi silný stimul pro adaptaci. Hlavním cílem ve výcviku je vyvolat specifické přizpůsobení organismu s cílem zlepšit sportovní výkon. To vyžaduje pečlivé naplánování a dodržování tréninkového programu. Z praktického hlediska řadíme čtyři funkce adaptačního procesu pro předpoklad úspěšného výsledku tréninku:

- Přetížení
- Akomodaci
- Specifičnost
- Individualitu

Přetížení

Pro dosažení adaptace musí být v tréninkovém procesu dosaženo dostatečného přetížení organismu. K tomu dojde pouze v případě, že se dostane velikost tréninkové zátěže nad současnou úroveň. V průběhu tréninkového procesu existují dva způsoby, jak toho docílit. Jedním z nich je zvýšení tréninkové zátěže (intenzity) při zachování stejného

tréninku – například vytrvalostní běh. Další možností je změnit formu cvičení, za předpokladu, že na něj není sportovec zvyklý. Pokud využívá stále stejné cvičení se stejnou zátěží po velmi dlouhou dobu, nemůže očekávat žádné změny. Pokud je tréninková zátěž příliš nízká, dojde pravděpodobně k poklesu trénovanosti.

Akomodace

Reakce živého organismu na neměnný stimul se postupně snižuje. Toto je projev schopnosti akomodace. Pokud tedy sportovci používají stejné cvičení s neměnnou zátěží po dlouhou dobu, výkon klesá. V tréninku je stimulem fyzické zatížení a odezvou zvýšení výkonu v důsledku adaptace. Tento proces nazýváme transformace. Z tohoto důvodu je velmi důležité trénink neustále obměňovat.

Specifičnost

Trénování s cílem adaptace je velmi specifické. Je dobře známo, že silový trénink zvyšuje jak objem, tak sílu svalů, zatímco vytrvalostní vyvolává změny jako zvýšení výkonu při aerobní práci. Z důvodu adaptační specifičnosti se liší cviky a tréninky v různých sportech. Představme si například skupinu mladých sportovců, kteří mají trénovat po určitou dobu jeden druh cvičení: např. dřepy s činkou. Když bychom porovnávali přínos pro sportovce v jiných disciplínách, jako je např. skok do výšky z místa, sprint a plavání volným stylem, můžeme předpokládat, že výsledky zlepšení budou různé. Největšího zisku dosáhne sportovec pro skok do výšky z místa, méně pak pro sprint a nejméně pro plavání volným stylem.

Individualita

Každý člověk je jiný. Stejně tak mají tréninkové metody větší či menší efekt u různých sportovců. Obecná myšlenka tkví v zachování tréninkových programů, ale ne celých tréninkových plánů. Ty by měly být kreativně přeprocovávány dle individuálních parametrů a požadavků pro jednotlivé sportovce. (Liebenson, 2014; Zatsiorski a Kraemer, 2014)

1.9.2 Parametry silového tréninku

- Intenzita činnosti (překonávaný odpor)
 - Počet opakování
 - Délka trvání
 - Rychlost provedení pohybu
 - Charakter odpočinku
 - Interval odpočinku v sérii a mezi sériemi
 - Počet sérií
- (Periče a Dovalila, 2010; Havel a Hnízdil, 2009)

1.9.3 Přehled metod rozvoje svalové síly

- Maximální úsilí
- Izometrická
- Brzdivá
- Opakované úsilí
- Intermediární
- Izokinetická
- Vytrvalostní
- Rychlostní
- Kontrastní
- Plyometrická
- Kruhová
- Elektrostimulace

(Dovalil, 2002)

1.9.4 Účinky silového tréninku

Nejčastěji se u tréninků ptáme, jaký bude mít přínos pro naše tělo a fyzickou. Mezi základní účinky silového tréninku patří:

- Rozvoj síly
- Svalová hypertrofie

- Rozvoj mechanického výkonu acyklického pohybu
- Rozvoj mechanického výkonu cyklického pohybu
- Rozvoj vytrvalosti

Rozvojem síly je rozuměno zlepšení absolutní nebo relativní hodnoty překonávaného vnějšího odporu při stejném počtu opakování pro konkrétní cviky či skupiny svalů. Svalová hypertrofie je cílem nejednoho sportovce či kulturisty. Téměř všichni se snaží budovat svaly a zvyšovat jejich sílu. Rozvoj hypertrofie znamená zvětšení průřezu svalového vlákna. Rozvoj mechanického výkonu acyklického pohybu představuje zlepšení a optimalizaci rychlosti a aplikované síly v konkrétní pohybové činnosti. Rozvoj mechanického výkonu cyklického pohybu je chápáno jako zlepšení kombinace rychlosti aplikované síly a konkrétní pohybové činnosti pro nezbytně dlouhou dobu. Zlepšení vytrvalosti představuje progres v silovém projevu konkrétních skupin svalů v činnostech při relativně dlouhé době trvání bez snižování její intenzity. (Lehnert, 2014)

1.10 Studie hodnotící rovnováhu u silového tréninku

The Effects of six weeks strength exercises on static and dynamic balance of young male athletes

Jako první bych uvedla studii, která popisuje výsledky dynamických a statických testů mladých sportovců (mužů) při využití silového tréninku. Studie vznikla na podkladě dřívějších poznatků a to takových, že se adolescenti při sportu zraňují častěji než menší děti. V mnoha sportovních odvětvích je ale rovnováha základním předpokladem pro úspěšnou sportovní kariéru (např. v gymnastice, basketbalu či volejbalu). Nedostatečná stabilita poté vede k častějším zraněním kotníků a kolen.

Autoři uvádějí značné množství studií, které se zajímají o vliv různých druhů sportovních aktivit na rovnováhu. Cílem této studie je potvrdit či vyvrátit tvrzení studií předešlých, zabývajících se podobnou problematikou. Manini et al (2007), Mahieu et al (2006), Jeffery et al (2001) došli k závěru, že silový trénink neukazuje signifikantní rozdíl mezi měřenou rovnováhou před zahájením silového tréninku a poté. Naopak studie Randa

et al (2001), Paterno et al (2004), Young et al (2010) dokazují, že se při silovém tréninku statická a dynamická rovnováha výrazně zlepší.

Jako cílovou testovací skupinu vybrali mladé sportovce ve věku 15–17 let s přesně stanovenou výškou a hmotností. Dalším kritériem byla absence poranění dolních končetin, problémy s vestibulárním aparátem a zrakové problémy. K testování si vybrali Rombergův test rovnováhy a SEBT. Cvičení probíhalo třikrát týdně během šestitýdenní periody po třiceti minutách a cvičenci využili programu Delorme. Celkem se studie zúčastnilo 30 subjektů.

Výsledkem bylo zlepšení rovnováhy jak u statického, tak u dynamického testu. Autoři tedy došli k podobnému závěru jako Randy et al (2001), Paterno et al (2004), Young et al (2010) a to, že silová cvičení způsobí výrazné zlepšení statické a dynamické rovnováhy. Tvrzení s Manini et al (2007), Mahieu et al (2006), Jeffery et al (2001) tedy tato studie vyvrací. Mezi možné důvody rozdílných výsledků můžeme zařadit míru intenzity a trvání cvičební jednotky, typem cvičebního programu a rozdílných subjektů. (Mohammadi, Alizadeh, Gaieni, 2012)

Effect of Intense Strength Training on Standing Balance, Walking Speed, and Sit-to-Stand Performance in Older Adults

V této randomizované kontrolní studii si položili otázku, zda v průběhu osmi týdnů za pravidelných tréninků třikrát týdně zlepší silový trénink funkční schopnosti související s rizikem pádu, a tedy i rovnováhy u účastníků studie. Podmínkami studie byl věk 61–87 let. Mezi vylučovací kritéria patřila nesamostatnost, bydlení v pečovatelských centrech, účast na jiném silovém tréninkovém programu a patologické poruchy, které by vylučovaly namáhavé cvičení či poruchy vestibulárního aparátu. Studie se zúčastnilo 24 subjektů.

Testovací baterií bylo sledováno vícero výsledků tréninku, jako jsou maximální rychlost chůze, měření opakovacího maxima (1RM), Sit-to-Stand test a další. Pro naše účely je zajímavý výsledek balančního testu na jedné noze se zavřenýma očima. Účastníci si mohli vybrat, na které noze chtějí test provádět. Test byl ukončen, pokud otevřeli oči

nebo se dotkli končetinou druhé DK či podložky. Tento test byl měřen pětkrát (před, během i po trénincích). Výsledky neprokázaly žádné významné změny ani v jedné z testovacích skupin. Ukázaly však velké výchylky mezi jednotlivými testovanými subjekty. Výsledky tedy naznačují, že samotný nárůst síly dolních končetin nezlepší stabilitu ani nezmenší možnost pádu. Na stejném výsledku se autoři shodují i s Wolfsonem et al (1996) a Buchnerem et al (1997). Ti zpracovali intervenční studii, ve které porovnávali účinnost silového tréninku na rovnováhu před a po tréninku. Data z těchto studií taktéž nepodporují hypotézu, že by silový trénink ovlivňoval statickou rovnováhu. (Schlicht, Camaione, Owen, 2001)

Strength-Training Protocols to Improve Deficits in Participants With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial

Cílem této randomizované studie bylo zjistit, zda lze pomocí silového tréninkového programu ovlivnit sílu, dynamickou rovnováhu, funkční výkon a vnímání subjektivní nestability kotníku. Zúčastnilo se celkem 39 subjektů. Chronická nestabilita kotníku byla detekována pomocí dotazníku a účastníci poté byli náhodně rozděleni do dvou rehabilitujících skupin, přičemž každá skupina využívala jiný program. První trénovala s odporovou gumou a druhá využívala k nabrání síly propioceptivní neuromuskulární facilitaci. Třetí skupina byla kontrolní a na cvičení tedy nechodila. Obě rehabilitační skupiny docházely třikrát týdně po dobu šesti týdnů. Účastníci byli testováni před začátkem tréninkového programu a po šesti týdnech cvičení baterií testů (testování síly, rovnováhy a stability kotníku). Pro naše účely jsou směrodatné výsledky dynamických balančních testů. Byly využity figure -8 hop test, triple-crossover hop test a Y Balance test vycházející z SEBT.

Z výsledků vyplývá, že ani jeden z tréninkových programů neměl na výsledky dynamických testů rovnováhy vliv. Tento výsledek si rozporuje s výsledkem Hale et al. (2007), avšak v jejich studii se zaměřovali spíše na cvičení rovnováhy než na nabrání svalové síly. Silové tréninkové programy tedy samy o sobě stabilitu nezlepšují. (Hall et al, 2014)

1.11 Funkční trénink

Cvičení vychází z aktivit všedního života. Svůj původ má v rehabilitaci, kde je cílem se zaměřit na pohyby potřebné ke zvládnutí každodenního života. Ve srovnání s analytickým posilováním na trenažerech funkční trénink neobsahuje izolovaná posilovací cvičení, ale komplexní cviky zapojující co nejvíce svalů v propojení do funkčních řetězců. Staví na myšlence posílení svalů ve vzájemné synergii. Ke cvičení jsou používány různé pomůcky (sáčky, kladky, balanční podložky, závěsné systémy, vibrační pomůcky, či se cvičí pouze s váhou vlastního těla. (Dohnal, 2013)

Funkční trénink staví na základě komplexity nervové soustavy a odpovídá na poptávku centrálního nervového systému. Čím vyšší je poptávka po zlepšení funkce nervového systému, tím více je pohyb funkčnější. Mozek, který má za cíl uskutečnění určitého pohybu, nemyslí na to, které svaly má přesně aktivovat a které uvolnit. Provádí pohyb jako celek. Primárním cílem funkčního tréninku je zdokonalení daného pohybu, který je poté přenesen do specifického sportovního výkonu. Tímto procesem je měněn celý nervosvalový systém. Metoda tréninku je založena na přípravě těla na skutečné problémy přicházející s danou sportovní aktivitou, jako je rovnováha, stabilita a flexibilita u otáčení, ohýbání či manipulaci s předměty. Návěkem zajistíme správnou funkci nervového systému a dosáhneme vhodného a správně načasovaného zapojení svalů. Funkční cviky se obvykle trénují ve vzpřímené poloze a snaží se využívat pohyby ve více rovinách současně jako v reálném sportu (např. fotbal, volejbal, atletika atd.). (Shaikh, Dr. Mondal, 2012)

1.11.1 Současné znalosti

Doležal a Jebavý (2013) uvádějí jistou similaritu s pojmenováním funkční trénink a core trénink. Funkční trénink charakterizuje přístup, určitá pravidla a zásady při cvičení. Výjimečná je jeho všestranná aplikace jak pro rehabilitační účely, tak vysoce náročný kondiční trénink. Za úkol si stanovuje přípravu těla i mysli na pohybovou realitu při práci či sportu. Core můžeme přeložit jako střed těla, jádro pohybové a tělesné. Centrum stability, síly a současně tvoří zdroj naší energie. Nelze jej chápat pouze jako soubor jednotlivých svalů či svalových skupin. Funguje jako komplexní pohybová jednotka,

která skýtá svalové oblasti pánve, kyčlí, břicha, lopatek a páteře. Zdravě provedený pohyb se musí opírat o pevný střed a vycházet z něj. Nejdůležitější souhru musí tvořit svaly pánevního dna, bránice, břicha, beder, hýždí, hlubokých stabilizátorů páteře a fixátory lopatek.

Dalším českým autorem, který se věnuje tomuto tématu, je Miroslav Petr. Ten ve své knize Funkční silový trénink popisuje spíše trénování na strojích v posilovně na rozdíl od výše uvedených autorů, kteří aplikují techniky na každodenní aktivity. Většina z autorů zabývajících se touto problematikou je spíše zahraničních jako např. Gary Gray, Michael Boyle, Paul Chek a další.

Boyle (2004) zařazuje funkční trénink do všeobecného sportovního tréninku. Popisuje ho jako účelný trénink, který se zaměřuje na společné rysy a dovednosti všech sportů a posiluje je. Zde se dostáváme do pře mezi autory. Boyle (2004) píše, že cvičení na strojích není funkční, jelikož je právě ona požadovaná stabilita zajištěna pomocí stroje. Na stroji je tedy méně pravděpodobné zranění během přípravy. Avšak nedostatek proprioceptivních impulzů a stabilizace zvyšuje pravděpodobnost zranění při výkonu během soutěže. Dalším jeho bodem je fakt, že při žádném sportu není využíván pouze izolovaný pohyb kloubu, jak potvrzují i odborníci Gambetta a Gray (2002). Při zapojení vícero kloubů je zapojeno více pohybových vzorců, čímž se stává funkčnější a smysluplnější. Spousta trenérů se ze začátku snažilo zařadit co nejvíce pohybů v daných kloubech. Na tomto podkladu poté začaly vznikat různé diskuse o bezúčelnosti takového tréninku. Funkcí kloubů není pouze pohyblivost, ale i stabilizace. Vše záleží na určeném cvičebním úkonu. Podle Boyla (2010) můžeme funkce hlavních kloubů rozdělit na dvě skupiny podle jejich primárního úkolu. O pohyblivost by se měly starat: kotník, kyčel, hrudní páteř a ramenní kloub. Naopak stabilitu by měly poskytovat: koleno, bederní páteř a lopatka. Jedna z dalších předností je současný trénink rovnováhy. Sportovec se učí ovládat své tělo ve všech rovinách pohybu. Uvědomění si vlastního těla je pro sportovce esenciální.

1.11.2 Využívané principy a význam

Jak už jsem psala výše, funkční trénink není o přesně nastaveném cvičebním programu. Existuje ovšem pár pravidel, jichž je nutné se držet.

Prvním bodem je specializace. Trénink by měl být sestaven pro nejlepší možný rozvoj síly a dalších sportovních aspektů charakteristických pro daný sport. Také je nutné zařadit do cvičebního plánu trénink stabilizačního svalstva, svalové výkonnosti, flexibility a rovnováhy. Měli bychom se snažit zachovat rozmanitost. Nástrojem je tedy integrace. Zvyšování funkčnosti stabilizačního systému je dalším bodem pro dosažení lepších sportovních výkonů. Bez správného zpevnění středu těla nemůžeme dosáhnout dobrých výkonů. V tréninku by také mělo docházet k progresi, tedy ke zvyšování fyzické výkonnosti. K tomuto jevu vedou tyto způsoby změny ve cvičební jednotce: zvyšování zátěže, změna rychlosti pohybu, zvýšení rozsahu pohybu, stabilizace (změna plochy) či zavření očí. Při vytváření tréninkového plánu je klíčová periodizace (opakování cyklů cvičebních jednotek). Vypracování tréninkového programu přesně podle specifických potřeb jednotlivých sportovců by měl být základ pro každého trenéra či fyzioterapeuta. (Fyzioterapeuti.cz, 2008)

Doležal a Jebavý (2013) popisují principy z trochu jiné stránky a dávají důraz na tyto parametry:

- Snadnost
- Účinnost
- Praktické zaměření
- Všestrannost
- Přiměřenost
- Kreativnost
- Názornost

Snadnost a účinnost, tato dvě slova neznamenají, že by měl být trénink zjednodušený a lehce proveditelný. Správně funkčně nastavený trénink tkví v jednoduchosti a efektivitě pohybu. Každý cvik bychom měli vykonávat za účelem jeho zdokonalení. Cvičit bychom tedy měli snadné a prakticky využitelné pohyby, kdy

můžeme dokonale kontrolovat jejich provedení. Naučené stereotypy můžeme později převádět do běžného života. Obyčejně totiž nad vykonávanými pohyby nepřemýšlíme a tělo je provádí automaticky podle naučených pohybových stereotypů. Naším cílem je, aby se tělo naučilo i bez zpětné kontroly vědomí provést pohyby co nejzdravěji a nejekonomičtěji. Funkční trénink se také vyznačuje komplexností a učením kooperace svalů a kloubů jako celku. Obtížnost volíme podle momentální výkonnosti. Základem pro každého začínajícího sportovce je zvládnout techniku a poté můžeme zvyšovat intenzitu, rychlost a zátěž. Trénink tedy musí být individuálně nastavený a přiměřený. Základním pilířem snad každého tréninku je, aby sportovce cvičení bavilo. Ve funkčním cvičení to platí obzvlášť a kreativě se meze téměř nekladou.

1.11.3 Zásady správného cvičení

Držení těla

Přestože to tak na první pohled nevypadá, špatné držení těla je namáhavější a energeticky náročnější. Proto je důležité zachovávat při cvičení určité zásady, které naše špatné návyky kompenzují a snažíme se o jejich zabudování do běžného života. Toto trénování je namáhavé jak pro tělo, tak pro CNS. Fyziologické držení těla zahrnuje centrované klouby, které tím uvádíme do neutrálního postavení a jsou si schopny poradit s největším možným zatížením. Také se přitom nadměrně nezapojují povrchové svaly, které mají čas relaxovat. Různé svalové dysbalance klouby vychylují z neutrálních pozic a způsobují tak špatné provedení celého pohybu. Při správném postoji by měly být nohy na šíři ramen s vahou rovnoměrně rozloženou na obě DKK. Chodidla, kotníky a kolena by měly směřovat vpřed. Pánev ideálně v neutrálním postavení, kdy se může napojit páteř se svým fyziologickým zakřivením. Lopatky by se neměly odlepovat od hrudního koše. Ramena svěšená od uší a do šířky. Hlava by měla být v prodloužení páteře s mírně zasunutou bradou. Hlavní aspekty jsou u každého cvičení téměř stejné, ať se jedná o jakoukoliv polohu. (Doležal, 2013)

Dýchání

Dalším nepostradatelným faktorem pro správné cvičení je perfektně zvládnuté dýchání. Dech je totiž základem pro stabilitu středu těla. Souhrou dechových a

posturálních svalů zajišťuje adekvátní nitrobřišní tlak a páteř je tím stabilizovaná. Celkově je mechanika hrudníku, páteře a pánve dechem velmi ovlivňována a ovlivňuje i nervy, krevní oběh a vnitřní orgány, čímž podporuje jejich funkci.

Správná dechová vlna by měla směřovat od spodního břicha přes hrudník až pod klíční kosti. Tato zásada platí jak pro nádech, tak pro výdech. Měly by být vyrovnané hladiny pánevního dna, bránice i dna ústního. I břišní svaly by měly být při správném dechu neustále aktivní. Trénink správného dýchání vyžaduje větší časovou investici. Cílem je pohyby zautomatizovat. Nejprve se dechová cvičení provádějí ve statických polohách bez zátěže a později můžeme zařadit posturálně náročnější polohy či dynamické cviky. (Doležal, 2013)

1.11.4 Rozdělení funkčního tréninku

Již v úvodu jsem zmiňovala, že můžeme vyčlenit hlavní dvě skupiny cvičenců, u nichž lze funkční trénink aplikovat. První z nich je skupina rehabilitujících, kdy jej zařazujeme jako zdravotní funkční trénink. Tento trénink by tedy měl splňovat určité rysy. Trénujeme praktické komplexní pohyby, nikoli jednotlivé svaly. Klademe důraz na pohybovou stabilitu a neustálou kontrolu pohybu. Rovněž na zlepšování kvality pohybu a korektní provedení cviků. Důležitá je soustředěnost a uvědomění si sebe sama. Vytváříme realistické podmínky a zařazujeme větší podíl asymetrických cviků. Všeobecně se tedy snažíme zacílit na každodenní úkoly, zlepšení držení těla a celkové zvýšení kondice. (Doležal a Jebavý, 2013)

Druhou skupinou se stávají sportovci, kteří chtějí tréninkem dosáhnout rozvoje zejména pohybových dovedností a celkově zvýšit svůj výkon. (Dohnal, 2013)

1.11.5 Pomůcky ve funkčním tréninku

Ve funkčním tréninku je využíváno velké škály různých pomůcek. Většinou bývají jednoduché, jelikož chceme zachovat princip práce se svým silovým potenciálem. Nejdříve je důležité ovládnout cviky pouze s vlastní vahou a následně můžeme přidávat

therabandy, expandéry, kettlebely, medicinbaly, pneumatiky, pytle či lana. Také máme možnost změnit podklad, na kterém cvičíme, přidáním různých balančních podložek, balónů, BOSU či úsečí. Těmito pomůckami zvyšujeme účinnost a náročnost jednotlivých cviků. Zásadní je i myšlenka, že by se mělo cvičit naboso či v botách s tenkou podrážkou, abychom měli co největší možný kontakt s podložkou, a tedy co nejvíce propioceptivních vjemů. (Doležal a Jebavý, 2013)

Pomůcky využíváme zejména pro zabránění stagnace organismu a zvýšení rozmanitosti cvičení. Můžeme zařadit i cvičení s volnkladkovými stroji s konstantní zátěží. Při tomto cvičení můžeme pracovat ve všech rovinách pohybu. Ve fitcentrech najdeme i novodobou pomůcku zvanou TRX. Tento závěsný systém vytvořil Randy Hetrick během služby u námořnictva. TRX představuje zkratku pro Total-Body Resistance Exercise. Tento univerzální přenosný systém umožňuje provádět řadu cviků pro rozvoj svalstva celého těla. Jeho předností je práce pouze s hmotností vlastního těla a aktivace nejen svalů provádějící konkrétní pohyb, ale maximální aktivace stabilizačního svalového systému. Toto cvičení také výrazně rozvíjí balanční schopnosti. Nabízí ideální doplnění tréninků pro pokročilé sportovce, kteří již mají odstraněné svalové dysbalance, jelikož je cvičení poměrně náročné. (Stackeová, 2014)

1.12 Studie hodnotící rovnováhu u funkčního tréninku

Functional balance training in collegiate women athletes

Trénování na nestabilních plochách nebo přímo trénink rovnováhy se jakožto součást funkčního tréninku v posledních několika letech staly populárními. Jsou využívány zejména jako doplňkové nebo kompenzační cvičení u profesionálních sportovců. Už delší dobu je balanční trénink zařazován kvůli prevenci úrazů. Ve sportovní medicíně je všeobecně známo, že jakákoliv forma balančního cvičení zlepšuje propiocepci, vnímání pohybu (kinestetické vnímání), svalovou sílu a velmi důležitou sílu středu těla. Dříve byl využíván pouze v rehabilitaci po zranění.

Tato studie zkoumá účinky funkčního balančního tréninku přidaného k pravidelným tréninkům během sezóny u vysokoškolských atletek. Studie se zúčastnilo

dvacet šest žen z volejbalových a fotbalových týmů. Testování proběhlo před zahájením tréninkového programu a po jeho ukončení. Testovací baterie se skládala z následujících testů: Skindex, dřep na jedné noze, základní test středu těla na čtyřech, Biodex, test rovnováhy a sklapovaček po dobu trvání jedné minuty. Tréninkový program se skládal z 10 minut čtyřikrát týdně funkčního balančního tréninku na Indo Boardu.

Testy prokázaly statisticky významnější zlepšení u dřepů na jedné noze a sklapovaček. Statisticky méně významné se ukázalo zlepšení u ostatních testů. Každopádně tyto dva testy měly za úkol určit stabilitu a sílu středu těla. Statisticky významné výsledky testování dřepu na jedné noze tedy ukázaly, že se zlepšila dynamická síla středu těla a byla posílena stabilita pánve. Rovněž bylo poznamenáno, že i když bylo vidět zlepšení, každý účastník byl také aktivní v rámci svých pravidelných tréninků, čímž mohou být data zkreslena. (Oliver a Brezzo, 2009)

Effect of Functional Training on Physical Fitness Components on College Male Students-A Pilot Study

Funkční trénink si dává za cíl trénování určitých pohybů, které lze poté využít při sportovním výkonu. Využívá k tomu plasticitu nervové soustavy a její schopnost se přizpůsobovat novým podmínkám. Cílem této studie bylo zjistit účinky funkčního tréninku na složky fyzické zdatnosti studentů vysokých škol mužského pohlaví. Náhodně vybraných 19 studentů (mužů) z Vysoké školy Dr. Meghnad Saha na univerzitě Gour Banga s věkem 19–25 let začalo provádět každé tři dny v týdnu funkční trénink.

Celý tréninkový program trval osm týdnů. Funkční tréninková jednotka obsahovala např. hod medicinbalem do strany, výpady, stabilizační cvičení, modifikované shyby atd. Tréninku předcházela zahřívací část, při které byly funkčním rozcvičením aktivovány všechny části těla. U subjektů byly měřeny jednotlivé složky jejich fyzické zdatnosti: rychlost, vytrvalost, síla, výbušná síla, obratnost a flexibilita. Ve studii dochází k závěru, že se všechny komponenty fyzické zdatnosti výrazně zlepšily. (Shaikh, Dr. Mondal, 2012)

2. PRAKTICKÁ ČÁST

INFORMACE O PROJEKTU

Využívání rovnováhy je nedílnou součástí každodenního života. Rekreační i profesionální sportovci ji potřebují na ještě lepší úrovni, aby mohli podávat co nejlepší výkony. Rovnováha je korigována pomocí několika mechanismů. Pro řízení používáme multisenzorickou aferentaci, což je přenos informací ze smyslových orgánů do CNS (Centrální nervové soustavy). Dělíme je na aferentaci propioceptivní, vestibulární a zrakovou. Dalšími důležitými faktory je pohybová zkušenost a odhad limitů stability těla. Mozek poté díky těmto informacím o pohybu a poloze těla vůči okolnímu prostředí koriguje postavení hlavy, pohyb očí, čímž zajišťuje posturální reakci. V této studii budu používat statický a dynamický test pro zjištění balančních schopností jedince.

2.1 Cíl práce

Cílem projektu je porovnat, jestli mají lepší rovnováhu sportovci využívající silový trénink nebo sportovci využívající funkční trénink. Podmínkou studie je, že musí pravidelně trénovat (4x-7x týdně) a pohybují se ve věku 18-30 let.

2.2 Metodologie bakalářské práce

Jedná se o kontrolovanou randomizovanou studii v rámci níž účastníci podstoupí vyšetření pomocí Stork balance stand test a Star excursion balance test. Ve studii budou zaznamenány některé demografické údaje. Pro hodnocení rovnováhy budou použity balanční testy.

Kritéria účasti ve studii

Kritéria pro zahrnutí do studie:

- Pravidelný silový nebo funkční trénink (4x-7x týdně)
- Věk 18-30

- Zdravý jedinec bez vestibulárních poruch a poruch CNS v anamnéze

Vylučující kritéria:

- Vertigo
- Další onemocnění narušující stabilitu – poruchy periferní nervové soustavy (neuropatie, polyneuropatie), poruchy zraku, omezení kloubní pohyblivosti na DKK, bolestivé stavy pohybového systému
- Akutní úraz

Vyšetření a základní údaje

Ve studii budou použity tyto základní osobní informace a informace o onemocnění:

- Délka DKK
- Přítomnost vertiga či chorob narušujících stabilitu
- Informace o onemocnění zrakového či pohybového aparátu
- Úrazy

Pro míru rovnováhy budou použity tyto validované testy:

- Stork balance stand test
- Star excursion balance test

Tato vyšetření bude provádět nezávislý student 3. ročníku fyzioterapie.

Rizika spojena s touto studií

Tato studie neskýtá žádná rizika. Vyšetření bude provádět studentka 3. ročníku fyzioterapie.

Důvěrnost

Výzkumný tým se zavazuje, že bude s osobními daty – stejně tak jako s výsledky studie – nakládat s nejvyšší důvěrností a anonymitou, podle Zákona o ochraně osobních

údajů. Osobní informace může vidět pouze místní koordinátor a budou anonymně poskytnuty koordinačnímu poradci studie a spolupracovníkům, kteří budou vykonávat statistické analýzy. Výsledky studie mohou být publikovány na mezinárodních kongresech a ve vědecké literatuře, avšak bez uvedení identity.

Přínos pro účastníky

Účast ve studii poskytne účastníkům příležitost zjistit více o své stabilitě a možných dopadech na jejich sportovní kariéru. Po ukončení studie obdrží hodnocení osobních výsledků, na vyžádání dostanou také závěrečnou zprávu o výsledcích této studie. Účastí na studii přispívají k náhledu na rovnováhu pravidelně cvičících rekreačních sportovců využívajících silový a funkční trénink.

Účast na studii

Účast na studii je plně dobrovolná. Účastníci studie mohou kdykoliv od tohoto rozhodnutí ustoupit. V případě, že se nebudou řídit výzkumným protokolem, mohou být bez jejich souhlasu ze studie vyloučeni.

2.3 Praktický průběh a realizace

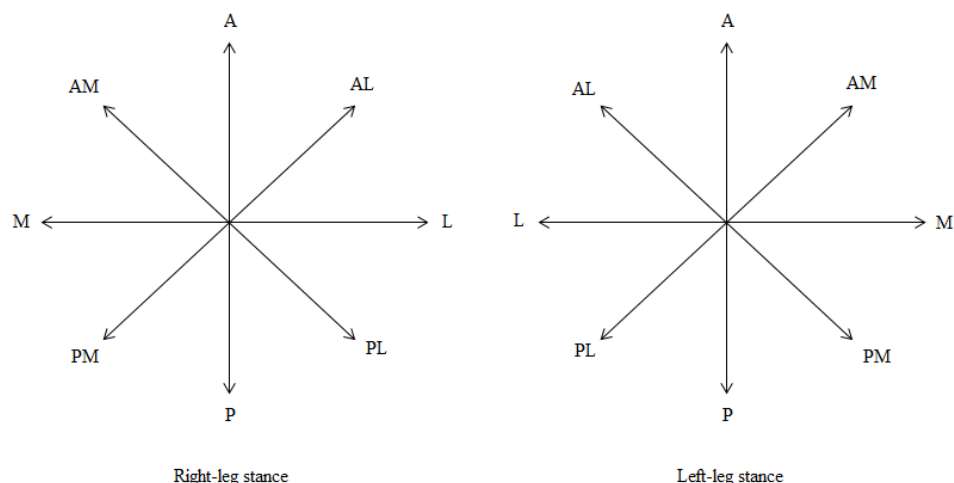
Pro průběh studie jsem si vybrala fitness centrum Fitinn Praha – DBK Budějovická. Prostory poskytují dostatek místa pro provedení následujících testů.

Prvním vyšetřením bude Stork balance stand test. Sportovec se nejdříve zahřeje po dobu 5 minut. Stojí pohodlně na obou nohou s rukama na bocích. Asistent vydá povel a spustí stopky a sportovec zvedne pravou nohu, položí chodidlo pravé nohy na stranu levé kolenní klíčky a má obě oči otevřené. Tuto pozici má udržet co nejdéle. Asistent zastaví stopky, když se pravá noha vzdálí od kolene nebo se dotkne země. Čas je zaznamenán. Pauza trvá 3 minuty a poté je stejný postup aplikován druhostranně. (Wood, 2008)

Druhým vyšetřením je Star excursion balance test. Tento test vyžaduje sílu, flexibilitu a správnou funkci proprioreceptorů. Měří dynamickou rovnováhu, která představuje významnou základní dovednost sportovců a fyzicky aktivních jedinců. Může být použit k posouzení fyzické výkonnosti, ale také ke screeningu deficitů v dynamické posturální stabilitě, k identifikaci sportovců s větším rizikem zranění dolních končetin. Výzkum navrhl použít tento test jako screeningový nástroj pro účast ve sportu a také po rehabilitaci ke zajištění dynamické funkční symetrie. Bylo prokázáno, že výsledky v SEBT se po tréninku zlepšují. Před provedením SEBT je nutné nalepit 4 proužky pásky dlouhé cca 2 m. Dva kusy budou použity k vytvoření znaménka „+“, přičemž další dva budou umístěny nad střed a přilepí se ve tvaru „x“, aby se vytvořil tvar hvězdy. Je důležité, aby všechny linie byly od sebe odděleny úhlem 45 °. Cílem SEBT je udržovat postoj na jedné noze a zároveň se dotýkat co nejdále s kontralaterální nohou. Pacient je bez obuvi a ruce má v bok. Jsou měřeny vzdálenosti od středu, kam se dotkne špičkou DK. Takto se dotkne všech vrcholů hvězdice a pokračuje druhá DK stejným způsobem. Test je opakován 3x za sebou a poté jsou výsledky zprůměrovány. (Bressel et al., 2007)

Tato vyšetření provede vyškolený nezávislý studentem 3. ročníku fyzioterapie. Každé z těchto měření by mělo trvat 15–30 minut. V případě potřeby mohou být zařazeny přestávky, celková doba se bude přizpůsobovat fyzické a psychické kondici sportovce.

Jednotlivé vzdálenosti budou zapsány do tabulky. K výpočtu použijeme vzorec: (první dosažená vzdálenost + druhá dosažená vzdálenost + třetí dosažená vzdálenost) / 3 = průměrná dosažená vzdálenost. Poté vypočítáme relativní vzdálenost pomocí vzorce: (průměrná dosažená vzdálenost) / (délka DK) * 100. Tyto výpočty aplikujeme jak u levé, tak u pravé DK. Z těchto výpočtů dostaneme 16 hodnot kvantifikačně hodnotících výkon sportovce.



Obr. 3 Star Excursion Balance Test. A; anterior, AL; anterolateral, AM; anteromedial, M; medial, L; lateral, P; posterior, PL; posterolateral, PM; posteromedial.

(ASADI, A. a ARAZIB, H. Relationship between test of postural control and strength and ability tests in basketball players. Tehran, 2017. Department of Physical Education and Sport Sciences, Payame Noor University.)

2.4 Parciální analýza dat a interpretace výsledků

Stork balance stand test

Dvouvýběrový Wilcoxonův test

Jednotlivci byli rozděleni do dvou skupin po deseti. První skupina pravidelně cvičila silový trénink, druhá funkční trénink. Cílem výzkumu je ověřit, který ze dvou tréninků je účinnější z hlediska rovnováhy. Pro zhodnocení statické rovnováhy jsem použila Stork balance stand test. Jeho provedení spočívá ve změření času stoje na jedné noze. Každou dolní končetinu jsem měřila zvlášť třikrát za sebou. Předpokládám, že tato výdrž perfektně reflektuje účinky tréninku. Tedy čím byl trénink účinnější, tím déle by měl proband vydržet stát na jedné noze. K porovnání účinnosti tréninků použiji Dvouvýběrový Wilcoxonův test. Vyhodnotím nejdříve účinky tréninků při testování na levé noze, potom na pravé noze.

Hypotéza H1

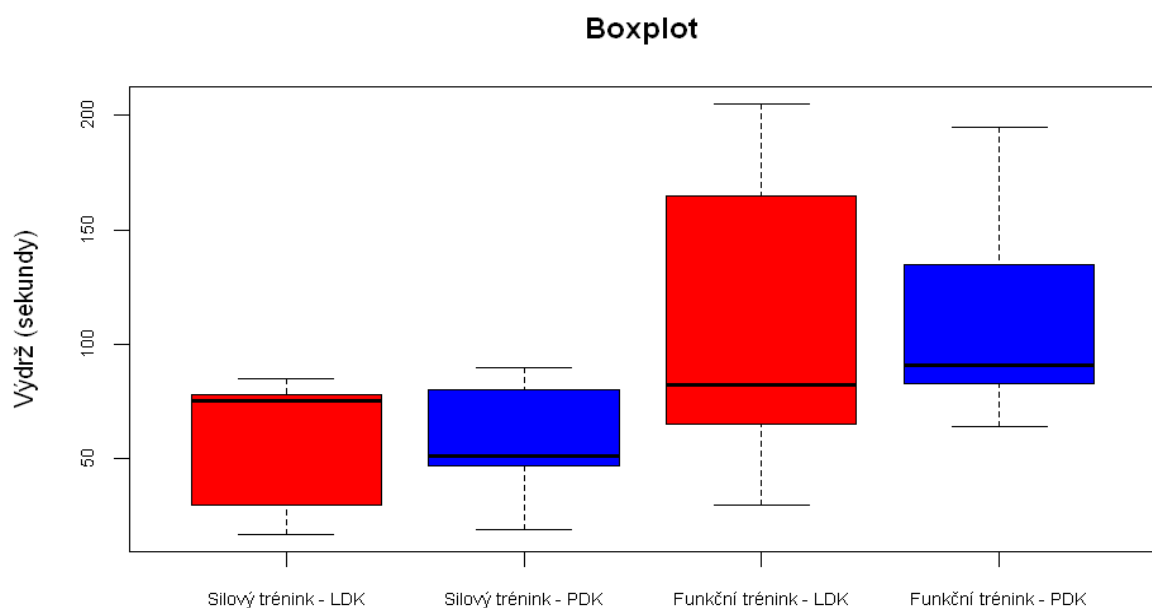
Pro analýzu aplikuji jednostranné Dvouvýběrové Wilcoxonovy testy. Pro oba testy tedy pokládám nulovou hypotézu H_{10} , že výběr výdrží na jedné noze ze silového tréninku pochází z rozdělení s vyšším nebo rovným mediánem než výběr výdrží na jedné noze z funkčního tréninku. Alternativní hypotéza H_{1A} zní, že výběr výdrží na jedné noze ze silového tréninku pochází z rozdělení s menším mediánem než výběr výdrží na jedné noze z funkčního tréninku. Volím standardní hladinu významnosti $\alpha = 0.05$.

Výsledky pro H1

V testu pro pravé DKK vyvracím nulovou hypotézu ($p = 0.0479$), tedy docházím k závěru, že je funkční trénink pro rovnovážné schopnosti na pravé dolní končetině účinnější než silový trénink.

V testu pro levé dolní končetiny se mi podařilo vyvrátit nulovou hypotézu, tedy na základě zvolené hladiny a výsledku testu ($p = 0.0008395$) mohu tvrdit, že v případě levé dolní končetiny je funkční trénink účinnější než silový.

Jednotlivé výběry mohou graficky znázornit pomocí boxplotů.



Graf 1 Stork balance stand test

Star excursion balance test

Dvouvýběrový Wilcoxonův test

Pro porovnání obou DKK nejdříve sečtu relativní vzdálenosti pro dolní končetiny jednotlivých probandů, a pak porovnáám celkové relativní vzdálenosti pro oba tréninky, nejdříve pro levou, a poté pro pravou nohu. Znovu použiji Dvouvýběrový Wilcoxonův test a standardní hladinu významnosti $\alpha = 0.05$.

Hypotéza H2

Zavádím nulovou hypotézu H_{20} , že součty relativních vzdáleností pro oba tréninky pochází z identických rozdělení. Alternativní hypotéza H_{2A} je, že součty pochází z různých rozdělení. Pokládám tuto nulovou a alternativní hypotézu pro obě nohy zvlášť.

Výsledky pro H2

Ani u jednoho z testů se mi nepodařilo vyvrátit nulovou hypotézu ($p = 0.4725$; $p = 0.8534$). Tedy nemám dostatečné podklady, abych tvrdila, že se jeden z tréninků svou efektivitou liší od druhého.

Data mohu zrelativizovat ještě jednou. Každou dosaženou relativní vzdálenost pro daný směr dělím průměrnou dosaženou relativní vzdáleností v daném směru, pro každou nohu a každý test zvlášť. Znovu aplikuji Wilcoxonův Dvouvýběrový test se standardní hladinou významnosti $\alpha = 0.05$.

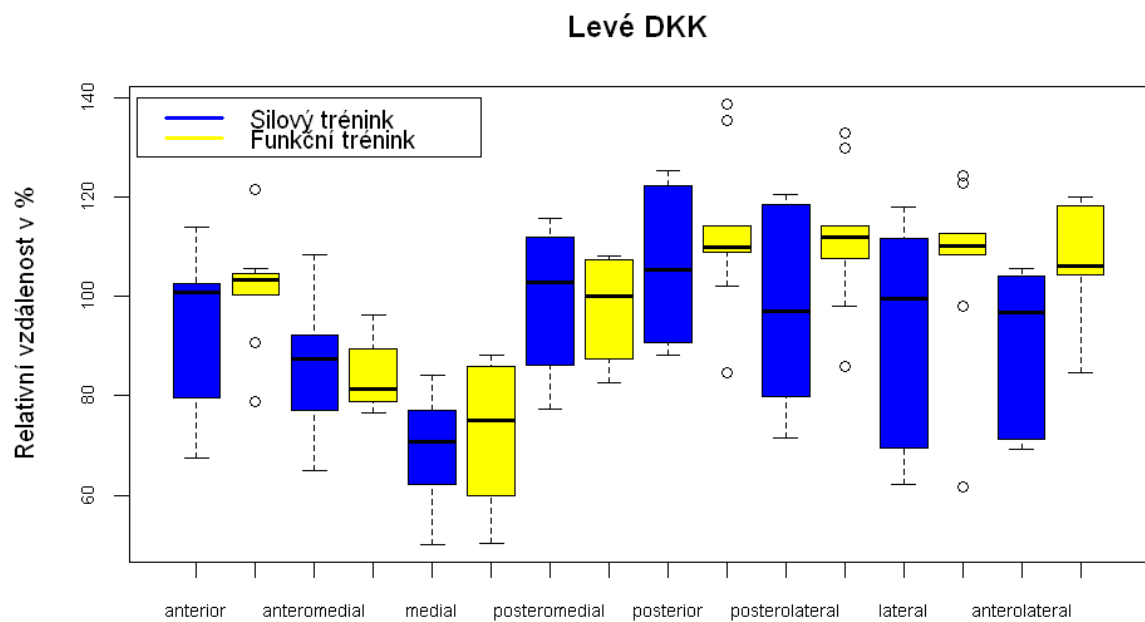
Hypotéza H3

Zavádím nulovou hypotézu H_{30} , že součty dosažených relativních vzdáleností, které jsou vyděleny průměrnou dosaženou vzdáleností v daném směru, pro oba tréninky pochází z identických rozdělení. Alternativní hypotéza H_{3A} je, že součty pochází z různých rozdělení. Pokládám tuto nulovou a alternativní hypotézu pro obě nohy zvlášť.

Výsledky pro H3

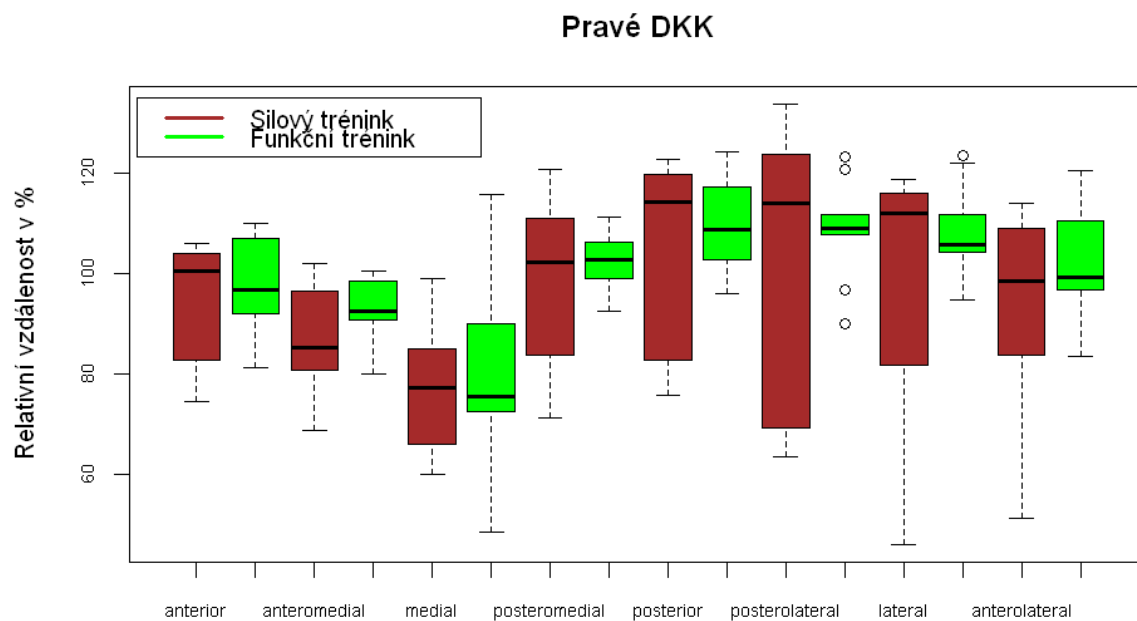
Opět se mi ani u jednoho z testů nepodařilo vyvrátit nulovou hypotézu ($p = 0.6842$; $p = 0.4359$). Tedy nemám dostatečné podklady, abych tvrdila, že se jeden z tréninků svou efektivitou liší od druhého.

Dále mohu opět jednotlivé výběry graficky znázornit pomocí boxplotů pro levé dolní končetiny.



Graf 2 SEBT pro levé DKK

A stejně tak mohu jednotlivé výběry graficky znázornit pomocí boxplotů pro pravé dolní končetiny.



Graf 3 SEBT pro pravé DKK

Zhodnocení nepovedených pokusů při testování

Při testování jsem měřila počet nepovedených pokusů, kdy se proband dotknul jinou než stojnou končetinou země nebo posunul chodidlo zapřené o koleno. Testování probíhalo ve třech pokusech. Výsledky v tabulce znázorňují průměrný počet pádů jedince během celého testování Stork balance stand testu.

Průměrný počet pádů ve 3 pokusech	
Silový trénink	Funkční trénink
3,33	2,67
1,33	1,00
2,67	0,33
2,33	0,33
1,00	0,33
0,67	0,00
0,33	0,00
2,67	0,33
0,33	0,33
0,67	0,67

Tab. 1 Průměrný počet pádů při SEBT

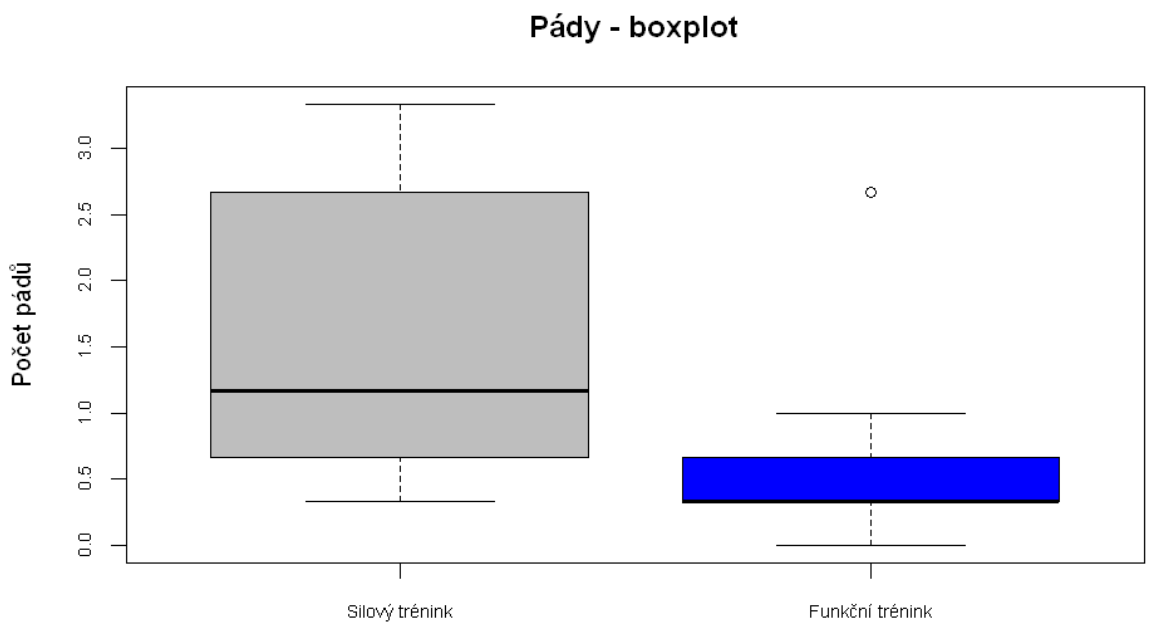
Hypotéza H4

Z tabulky lze vidět, že skupina procházející funkčním tréninkem padala méně nebo stejně než skupina procházející silovým tréninkem. Aplikuji tedy jednostranný Dvouvýběrový Wilcoxonův test a jednostranný Dvouvýběrový t-test. Pokládám nulovou hypotézu H_{40} , že skupina procházející funkčním tréninkem padala více nebo stejně než druhá skupina. Použiji hladinu významnosti $\alpha = 0.05$. Alternativní hypotéza H_{4A} zní, že skupina procházející funkčním tréninkem padala méně než druhá skupina.

Výsledky pro H3

Po zhodnocení Dvouvýběrovým Wilcoxonovým testem jsem zjistila, že $p = 0.01108$. Nulová hypotéza se tedy zamítá a skupina sportovců vykonávající funkční trénink padala méně než skupina provádějící silový trénink. Tento výsledek byl shodný s výsledkem jednostranného Dvouvýběrového t-testu ($p = 0.02268$).

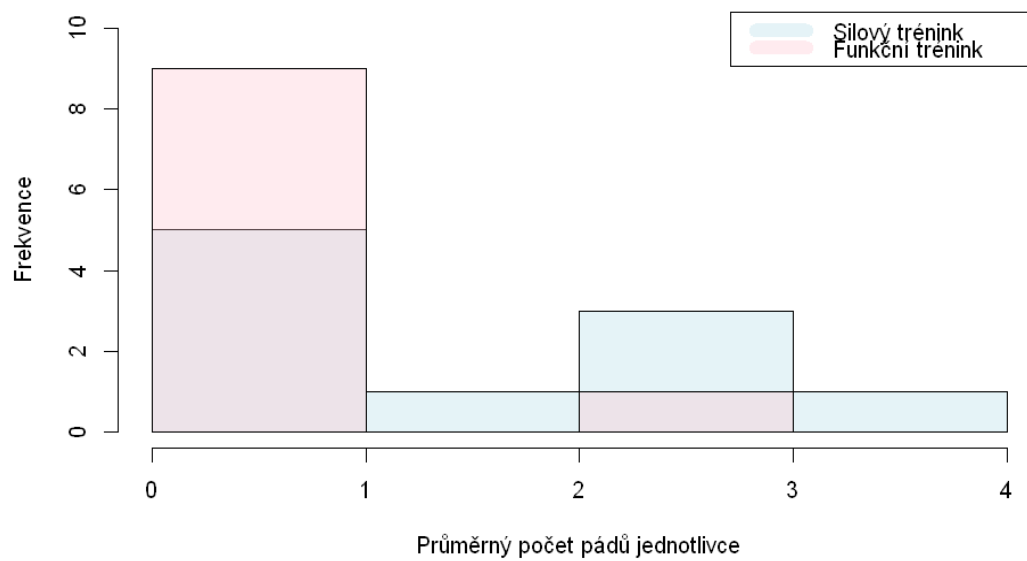
Zhodnocení dat můžu znázornit pomocí boxplotu, kde vidíme výraznější rozdíl mezi oběma skupinami.



Graf 4 Počet pádů při SEBT

V histogramu můžeme sledovat vyšší míru pádů u funkční skupiny při prvních pokusech. Jedinci však vždy spadli pouze jednou, a to na začátku. Další pokusy povětšinou probíhaly bez pádů. Narozdíl od skupiny silového tréninku, kde byl počet nepovedených pokusů celkově vyšší a rozložen během všech tří pokusů.

Histogram pro skupiny se silovým a funkčním tréninkem



Graf 5 Histogram počtu pádů

3. DISKUZE

Cílem této studie bylo analyzovat dopad funkčního a silového tréninku na rovnováhu sportovců. Pro porovnání jsem využila dva testy zjišťující statickou a dynamickou rovnováhu. Jednu skupinu představovali sportovci využívající funkční trénink a druhá skupina využívala silový trénink. Studie provedené do dnešní doby se ve svých výsledcích často rozcházejí. Zjištění Krebse (2007) naznačují, že má intenzivní funkční trénink i silový trénink za následek zlepšení síly ve srovnatelné míře. Naopak při zhodnocení kontroly a koordinace dynamické rovnováhy při plnění úkolů každodenního života nachází u skupiny s intenzivním funkčním tréninkem signifikantní zlepšení oproti skupině se silovým tréninkem. V podobné studii prováděné skupinou Pacheco, Teixeira, Franchini, Takito (2013) autoři rozdíl ve zlepšení konkrétních skupin nenacházejí. Je však třeba vzít v úvahu stav každého subjektu před intervencí. Někteří jedinci mohli být na vyšší, nebo naopak na nižší úrovni v porovnání s ostatními. S předchozí studií se shoduje i Kibele a Behm (2009), kteří porovnávali dva typy tréninku – trénink na stabilním podkladu a na nestabilních plošinách – pomocí funkčních testů souvisejících se sportovním výkonem. Žádná ze skupin po absolvování celého tréninkového programu nevykázala rozdíly v testovaných parametrech. Přichází však se závěrem, že byly obě skupiny schopné zlepšit své schopnosti, výkon a kvalitu pohybových vzorců.

Při testování statické rovnováhy sportovci využívající funkční trénink dominovali jak pro levou, tak pro pravou nohu. Docházím k závěru, že díky jejich tréninku zaměřenému na střed těla, vykazují lepší výsledky. V použitém testu stoje na jedné noze využívají stejných strategií jako při cvičení na balančních plošinách, kde jsou posturální nároky daleko vyšší. Sever (2017) zjišťuje, stejně jako já, že se funkční trénink odráží ve statickém testu rovnováhy (Stork balance stand test), a tedy v probandově statické stabilitě. Ve studii také zkoumali vliv statického cvičení středu těla a došli k závěru, že při zařazení více statických cviků se více zlepšuje statická rovnováha a při větším zařazení dynamických cviků zůstává statická rovnováha na stejné úrovni. Na základě těchto poznatků můžeme odhadovat lepší výsledky u sportovců, kteří zařazují do svého tréninku více statických prvků. Ti by měli dosahovat lepších výsledků než sportovci, kteří se věnují spíše dynamickému cvičení středu těla. Celkově vzato by však pro tyto sportovce neměl

zvolený test představovat žádný problém. Svou hypotézu, že sportovci využívající funkční trénink mají lepší výsledky při testování rovnováhy než sportovci využívající silový trénink, bych tímto výsledkem tedy potvrdila.

Do sporu se ovšem dostávám při dynamickém vyšetření rovnováhy. Při tomto testování se mi nepodařilo prokázat významný rozdíl mezi jednotlivými skupinami, tudíž nemám dostatek důkazu pro potvrzení či vyvrácení mé teorie. Při funkčních testech, jako je házení, skákání, sprint či při testování síly, se i v dalších studiích ukázalo funkční cvičení jako málo efektivní. Tomuto tématu se věnují autoři Nesser et al. (2008); Okada, Huxel, & Nesser, (2011); Sharrock, Cropper, Mostad, Johnson, & Malone, (2011); Willardson, (2007). Mé výsledky dynamického testování i výsledky dalších studií vypovídají o větší závislosti na svalové síle dolních končetin.

U silového tréninku můžeme v Grafu 2 pro levou DKK pozorovat větší rozptyl relativních vzdáleností, kromě mediálního směru. Toto ukazuje na různé úrovně rovnovážných schopností a může reflektovat individuální tréninky sportovců. Nejjasnější rozdíl vidíme v anteriorním a anterolaterálním směru. Horší výsledky v tomto směru mohou podle Stifflera et al (2017) ukazovat na vyšší riziko zranění kotníku a kolene. Pro pravou nohu byly rozdíly opět méně statisticky významné a můžeme pozorovat pouze větší rozptyly u jednotlivých směrů pro silový trénink, což může znovu odrážet individuální tréninkový plán sportovců.

Další posouzení provedené na zhodnocení počtu pádů jednoznačně ukazuje na přínos funkčního tréninku. Většina sportovců spadla pouze jednou, a to na začátku testování. Množství pádů velmi dobře reflektuje stabilitu středu těla a dostatečnou úroveň celkové posturální stability a reaktibility. Díky těmto faktorům hrozí menší riziko ztráty rovnováhy a do budoucna možného úrazu. Rozložení pádů můžeme vidět na histogramu (Graf 5). Jednotlivé pády mohly být zapříčiněny svalovou únavou sportovců z předchozích dnů, nesoustředěností či nedostatečně rychlou posturální reakcí a následnou nutností vrátit těžiště do opěrné báze.

Rozdílné výsledky mé studie může způsobovat fakt, že při měření nebylo možno kvůli pandemii covid-19 získat více subjektů, jelikož byla od října 2020 uzavřena fitness centra. Jedna z podmínek účasti představovala navštěvování fitness centra 4x – 7x týdně.

Z toho důvodů také nebylo možné zvětšit měřený soubor dalšími účastníky výzkumu, byť by poctivě cvičili v domácím prostředí. Zkreslit data mohl fakt, že každou skupinu tvořily tři ženy a sedm mužů. Skupiny tedy nebyly dokonale vyrovnané, co se pohlaví týče. Možným důvodem různých výsledků jednotlivých sportovců mohl být fakt, že měl každý z nich nastavený individuální cvičební plán, což mohlo výsledné rovnovážné schopnosti velmi ovlivnit. Pokud by byl tréninkový plán nastaven správně, mohl sportovec v testovaných schopnostech vynikat. Naopak pokud byl tréninkový plán sestaven špatně, na sportovce by byly kladeny příliš velké, nebo příliš malé nároky a byly by podporovány špatné návyky nebo svalové dysbalance, výsledné zhoršení by bylo nevyhnutelné.

Existuje také několik faktorů, které mohly měření ovlivnit. Například cvičební jednotka předešlý den (pokud se jednalo o silový trénink a proband pociťoval svalovou bolest určitých svalových skupin nebo pokud se jednalo o vysoce intenzivní funkční trénink, což mohlo zhoršit jeho výkon). Probandy také mohl ovlivňovat aktuální tělesný stav, stav fyzické nebo psychické únavy nebo nepohodlná či špatně zvolená obuv (podmínkou účasti byla pevná sportovní obuv).

V budoucích studiích by bylo velmi přínosné porovnat skupiny nejen mezi sebou, ale zařadit i přesný specifický tréninkový plán pro skupinu s funkčním a silovým tréninkem, kdy bychom mohli pozorovat zlepšení ve statických či dynamických testech rovnováhy, které by odrážely přesně stanovené cvičební jednotky. Dále by bylo vhodné zařadit i přístrojové vyšetření rovnováhy a mít tak možnost posuzovat data méně zatížená lidskou chybou.

4. ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo porovnat a analyzovat výsledky testování rovnováhových schopností u sportovců využívajících funkční a silový trénink. K testování statické rovnováhy jsem použila Stork balance stand test. Pro testování dynamické rovnováhy jsem využila Star excursion balance test. Vybranou skupinu tvořilo 20 probandů navštěvujících fitness centrum Fitinn Praha – DBK Budějovická. V průběhu zimního semestru v roce 2020 jsem získala pomocí měření potřebná data pro zpracování výsledků.

Předpokládala jsem, že díky funkčnímu tréninku bude mít tato skupina lepší výsledky v obou popsaných testech rovnováhy. Na základě měření se tato hypotéza prokázala pouze částečně, a to při testování statické rovnováhy. V první části práce jsem shrnula dosavadní stav poznatků, které se týkají zejména postury, anatomie a fyziologie, rovnováhy a popisu funkčního a silového tréninku. Velkou pozornost jsem také věnovala studiím zabývajícím se touto problematikou. V praktické části jsem popsala testy statické a dynamické rovnováhy. Uvedla jsem jednotlivé hypotézy a na základě výsledků je poté vyhodnotila. Výsledky měření jsem zhodnotila v diskuzi, z níž vyplývá, že funkční trénink má výrazně kladný vliv na statickou rovnováhu. Při porovnání dynamické rovnováhy nebyl rozdíl mezi testovanými skupinami signifikantní. Výše jsem uvedla některé faktory, které mohly ovlivnit výsledky testování.

V budoucnu nebo v návaznosti na tuto studii by bylo vhodnější rozšířit testovací baterii o více statických i dynamických testů rovnováhy a přidat přístrojové testování.

5. ABSTRAKT

Pozadí studie / Účel:

Studie, jejichž cílem bylo porovnat různé strategie ke zlepšení rovnováhy, přinesly kontroverzní výsledky. Kromě toho se takové studie zaměřovaly pouze na jedince provádějící specifické sportovní aktivity (sprinteři, hráči rugby, judo zápasníci atd.). Tato studie se naopak zaměřila na srovnání tradičního silového tréninku s funkčním tréninkem bez dalšího vyhranění pro určitý sport. Účelem studie bylo porovnat rovnováhu sportovců provádějící silový trénink a funkční trénink ve skupině zdravých jedinců ve věku 18-30 let.

Metodika:

Dvacet subjektů ($26,6 \pm 3,62491$ let) bylo rozděleno do dvou skupin, z nichž každý pravidelně využíval silový nebo funkční trénink 4x – 7x týdně. Účastníci studie byli hodnoceni pomocí statického testu rovnováhy (Stork balance stand test) a dynamického testu rovnováhy (Star excursion balance test). Jednotlivci byli porovnáváni v rámci jejich dosažených výsledků a nepodařených pokusů.

Výsledky:

Statický test ukázal lepší rovnováhu u skupiny sportovců využívajících funkční trénink. U dynamického testu nebyly výsledky dostatečně signifikantní pro určení, který z tréninků je lepší. Při porovnávání pádů, a tedy selhání v testu, dosáhli většího počtu pádů sportovci využívající silový trénink. Funkční trénink tedy opět ukazuje jeho přínos komplexním zapojení celého těla a nácvikem stability.

Závěr:

Tato studie se pokusila analyzovat rozdíly mezi dvěma typy tréninku: silový trénink a funkční trénink. Funkční trénink se ukázal jako vhodný nástroj pro zlepšení statické rovnováhy. Mezi tréninky však nebyl sledován signifikantní rozdíl při testování

dynamické rovnováhy. Je však zapotřebí další studie, která bude vybavena větším množstvím statických a dynamických testů s vyšším počtem subjektů.

Klíčová slova: Funkční trénink, silový trénink, rovnováha, stabilita.

ABSTRACT

Study background / Purpose:

In other studies which compare different balance strategies have yielded controversial results. In addition, such studies focused only on individuals performing specific sports activities (sprinters, rugby players, judo wrestlers, etc.). On the contrary, this study focused on comparing traditional strength training with functional training without further exclusion for a particular sport. The purpose of the study was to compare the balance of athletes performing strength training and functional training in a group of healthy athletes aged 18-30 years.

Methodology:

Twenty subjects (26.6 ± 3.624913792 years) were divided into two groups, each of them regularly used strength or functional training 4 to 7 times a week. Study participants were evaluated using a static balance test (Stork balance stand test) and a dynamic balance test (Star excursion balance test). Individuals were compared in terms of their results and failed attempts.

Results:

The static test showed a better balance in the group of athletes using functional training. For the dynamic test, the results were not significant enough to determine which training was better. A larger number of athletes using strength training fell and thus failed in the test. So functional training again shows its benefits by comprehensive involvement of the whole body and stability training.

Conclusion:

This study attempted to analyze the differences between two types of training: strength training and functional training. Functional training has proven to be a suitable way for improving static balance. However, no significant differences were observed

between training programmes when testing dynamic balance. Nevertheless, it is necessary to make a study composed with a larger group of static and dynamic tests with a larger number of subjects.

Keywords: Functional training, strength training, balance, stability.

6. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

1RM – Opakovací maximum

ADL – Všední denní činnosti

BMI – Body mass index

BOSU – Both sides up – čili použití obou stran

BPPV – Benigní paroxysmální polohové vertigo

CNS – Centrální nervová soustava

DK – Dolní končetina

DKK – Dolní končetiny

HSS – Hluboký stabilizační systém

LDK – Levá dolní končetina

p – p-value

PDK – Pravá dolní končetina

SEBT – Star excursion balance test

TRX – Total-Body Resistance Exercise

α – Hladina významnosti

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ALGHWIRI, A. a WHITNEY, S. L. Balance and falls. In: GUCCIONE, A. A., WONG, R. a AVERS, D. Geriatric Physical Therapy. 3. vydání. St Louis: Elsevier – Health Sciences Division, 2012, s. 331-354. ISBN 978-0-323-02948-3. Dostupné z:
<https://www.chirocredit.com/downloads/geriatricrehab/geriatricrehab110.pdf>.
2. BOHANNON, R.W. Sit-to-stand test for measuring performance of lower extremity muscles. *Percept Mot Skills*. 1995;80:163–166.
3. BOYLE, M. Functional training for sports. 2004 (ix, 195 p.) Champaign, Ill.: Human Kinetics.
4. BRESSEL, E., YONKER J.C., KRAS J., HEATH E.M. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *J Athl Train*. 2007;42(1):42-46. [cit. 2020-03-10].
5. ČADA, Z. Otoneurologické vyšetření – současné možnosti ORL lékaře. *Lékařské listy*, 2012, roč. 61, č. 4, s. 14-15. ISSN: 0044-1996.
6. ČÁPOVÁ, J. Terapeutický koncept "Bazální programy a podprogramy". Ostrava: Repronis, 2008. ISBN 9788073291808.
7. ČELIKOVSKÝ, S. Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu: celostátní vysokoškolská učebnice pro posluchače fakult tělesné výchovy a sportu; 3., přeprac. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. Učebnice pro vysoké školy (Státní pedagogické nakladatelství). ISBN 80-04-23248-5.
8. ČERNÝ, R., ČAKRT, O. a JEŘÁBEK, J. Laboratorní metody vyšetření vestibulárního aparátu. *Neurologie pro praxi* [online]. 2017, 18(3), 163-169 [cit. 2018-03-08]. ISSN 1803-5280. Dostupné z:
<https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2021/03/20.pdf>.
9. DOHNAL, P. (2013). Funkční kruhový trénink pro thajský box. (Bakalářská práce, Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií). Dostupné na WWW:
http://is.muni.cz/th/380897/fsps_b/Funkcni_kruhovy_trenink_pro_thajsky_box_.pdf [cit. 2020-09-06].
10. DOLEŽAL, M. a JEBAVÝ, R. Přirozený funkční trénink. Praha: Grada, 2013. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-4438-4.

11. DOVALIL, J. Výkon a trénink ve sportu. Praha: Olympia, 2002. ISBN 80-7033-760-5.
12. FORBES, J., CRONOVICH, H. Romberg Test. [Updated 2020 Sep 23]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563187/>.
13. FYZIOTERAPEUTI.CZ. Funkční trénink. 2008 Dostupné z: <http://www.fyzioterapeuti.cz/podstranky/definice-funkcni-trenink> [cit. 2021-01-12].
14. GAMBETTA, V., GRAY, G. Following the functional path. 2002 [online]. [2021-03-07]. Dostupné z: www.gambetta.com/a97004p.html.
15. GRASGRUBER, P. a CACEK, J. Sportovní geny. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1873-3.
16. HALE, S.A.; HERTEL J.; OLMSTED-KRAMER, L.C. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007; 37(6):303–311.
17. HALL, E.A., DOCHERTY, C.L., SIMON, J., KINGMA, J.J., KLOSSNER, J.C. Strength-training protocols to improve deficits in participants with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *J Athl Train.* 2015 Jan;50(1):36-44. doi: 10.4085/1062-6050-49.3.71. Epub 2014 Nov 3. PMID: 25365134; PMCID: PMC4299733.
18. HIRTZ, P. et al.: Koordinative Fähigkeiten im Schulsport. Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verlag, 1985.
19. HOHMANN, A., LAMES, M a LETZELTER, M. Úvod do sportovního tréninku. Prostějov: Sport a věda, 2010. ISBN 978-80-254-9254-3.
20. HORAK, F. B. Clinical assessment of balance disorders. *Gait & Posture.* 1997, vol. 6, no. 1, p. 76 –84.
21. HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK. Memorix anatomie. 4. vydání. Ilustroval Jan BALKO, ilustroval Šárka ZAVÁZALOVÁ. Praha: Triton, 2017. ISBN 978-80-7553-420-0.
22. CHANG, W., CHANG, W., LEE, Ch. a FENG, Ch. Validity and Reliability of Wii Fit Balance Board for the Assessment of Balance of Healthy Young Adults and the Elderly. *J Phys Ther Sci* [online]. 2013, 25(10), 1251-1253 [cit. 2021-03-

- 11]. ISSN 0915-5287. Dostupné z:
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/25/10/25_jpts-2013-171/_pdf/-char/en.
23. JEFFERY, S.; DAVID, N.; VO, C. and S. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed and sit to stand performance in older adults. 2001; J Geront Series A. 56: 281-86.
 24. KASA, J.: Športová antropomotorika. Bratislava: 2000, s 207.
 25. KIEBLE, A.; BEHM, D.G. Seven Weeks of Instability and Traditional Resistance Training Effects on Strength, Balance and Functional Performance. J Strength Cond Res. Dec 2009;23(9):2443–2450.
 26. KOLÁŘ, P. Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén, c2009. ISBN 9788072626571.
 27. KREBS, D.E., SCARBOROUGH D.M., MCGIBBON C.A. Functional vs. strength training in disabled elderly outpatients. Am J Phys Med Rehabil. 2007 Feb;86(2):93-103. doi: 10.1097/PHM.0b013e31802ede64. PMID: 17251692.
 28. KRIŠTOFIČ, J. Gymnastická příprava sportovce: 238 cvičení pro všetranný rozvoj pohybových dovedností. Praha: Grada, 2004. Fitness, síla, kondice. ISBN 80-247-1006-4.
 29. LEHNERT, M. Sportovní trénink I. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-2614-3.
 30. LEHNERT, M. Trénink kondice ve sportu. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-4330-0.
 31. LEJSKOVÁ, V. a LEJSKA, M. Vestibulární rehabilitace. Rehabilitace a fyzikální lékařství. 1999, roč. 6, č. 4, s. 125-130. ISSN 1211-2658.
 32. LIEBENSON, Craig. Functional training handbook. Los Angeles, California: Wolters Kluwer Health, 2014. ISBN 978-1-58255-920-9.
 33. MAHIEU, E. et al.; Improving Strength and Postural Control in Young Skiers: Whole-Body Vibration versus Equivalent Resistance Training. J Athletic Trai. 2006; 41(3):286–293.
 34. MANCINI, M., HORAK F. B. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. Eur J Phys Rehabil Med. 2010;46(2):239-48. PMID: 20485226; PMCID: PMC3033730.
 35. MANINI, T., et al; Efficacy of resistance and task-specific exercise in older adults who modify tasks of everyday life Gerontol, 2007; 62A6:616-623.

36. MĚKOTA, K., BLAHUŠ, P.; Motorické testy v tělesné výchově. 1. vyd., Praha SPN, 1983.
37. MĚKOTA, K.: K pojetí a diagnostice koordinačních schopností. In: koordinačních schopností a dovedností. Metodický popis, Praha: ÚV ČSVT, SPN, 192, s. 13-26.
38. MĚKOTA, K., a NOVOSAD, J. Motorické schopnosti. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005. ISBN 80-244-0981-x.
39. MÍKOVÁ, M. Klinická a přístrojová diagnostika v rehabilitaci [online]. Olomouc, 2007, 6 s.[cit. 2021-03-25]. ISBN Dostupné z: http://krtvl.upol.cz/prilohy/101_1174427151.pdf.
40. MOHAMMADI, V., ALIZADEH, M., GAIENI, A. The Effects of six weeks strength exercises on static and dynamic balance of young male athletes, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 31, 2012, Pages 247-250, ISSN 1877-0428, Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.050>.
41. MORAVEC, R. et al.: Teória a didaktika športu. 1 vyd., Bratislava: Fakulta tělesne výchovy a športu Univerzity Komenského v Bratislave, 2004, ISBN 80-890-7522-3.
42. NESSER, T. et al. The Relationship Between Core Stability and Performance in Division I Football Players, Journal of Strength and Conditioning Research: November 2008 - Volume 22 - Issue 6 - p 1750-1754.
43. NEVŠÍMALOVÁ, S., RŮŽIČKA, E., a TICHÝ, J. Neurologie. 1. vydání. Praha: Galén, 2002. 0 s. ISBN 80-7262-160-2.
44. OKADA, T.; HUXEL, K.C.; NESSER, T.W. Relationship between core stability, functional movement, and performance. J Strength Cond Res. 2011 Jan;25(1):252-61. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b22b3e. PMID: 20179652.
45. OLIVER, G.D, D BREZZO, R. Functional balance training in collegiate women athletes. J Strength Con Res. 2009 Oct;23(7):2124-9. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b3dd9e. PMID: 19855341.
46. PACHEO, M.M., et al. Functional vs. Strength training in adults: specific needs define the best intervention. Int J Sports Phys Ther. 2013;8(1):34-43.
47. PATERNO, M.V. et al. Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. J Orthop Sports Phys Ther. 2004 Jun;34(6):305-16. doi: 10.2519/jospt.2004.34.6.305. PMID: 15233392.

48. PERIČ, T. a DOVALIL, J. Sportovní trénink. Praha: Grada, 2010. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2118-7.
49. PETR, M. a ŠŤASTNÝ, P. Funkční silový trénink. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2012. ISBN 978-80-86317-93-9.
50. PISANI, K. Development of strength in football players through functional methods. 2011 Dostupné z: <http://www.scribd.com/doc/73838239/Development-of-Strength-in-Football-Players-Through-Functional-Methods> [cit. 2021-01-03].
51. RANDA, et al. ;Effect of physical activity and sporting activities on balance control in elderly people. British journal of sports medicine. 2001; 33 (2). Pp.12626.
52. SEIDL, Z. a OBENBERGER, J. Neurologie pro studium i praxi. 1. vydání. Praha : Grada Publishing, 2004. ISBN 80-247-0623-7.
53. SEVER, O. Comparison of static and dynamic core exercises' effects on Stork balance test in soccer players<p> Futbolcularda statik ve dinamik core egzersizlerin Stork denge testine etkisi. Journal of Human Sciences, 2017; 14(2), 1781–1791. Dostupné z: <https://www.jhumansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/4440>.
54. SHAIKH, A., MONDAL, S. Effect of Functional Training on Physical Fitness Components on College Male Students-A Pilot Study. , IOSR Journal of Humanities and Social Science (IOSRJHSS), ISSN: 2279-0845 Volume 1, Issue 2 [cit. 2021-02-06], PP 01-05.
55. SHARROCK, C. et al. A pilot study of core stability and athletic performance: is there a relationship? International Journal of Sports Physical Therapy, 2011; 6(2), 63–74.
56. SHIPPMAN, S.; HEISER, L.; COHEN, K. R; HALL, L. S. 2005. Dynamic Visual Acuity: Its Place in Ophtalmology? American Orthoptic Journal. Vol. 55, pp. 139-143.
57. SHUMWAY-COOK, A., HORAK F.B. Assessing the influence of sensory interaction of balance. Suggestion from the field. Phys Ther. 1986 Oct;66(10):1548-50. doi: 10.1093/ptj/66.10.1548. PMID: 3763708.
58. SHUMWAY-COOK, A., BRAUER, S. a WOOLLACOTT, M. H. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. Physical Therapy. 2000, 80(9), 896-903. ISSN 1538-6724.

59. SCHLICHT, J., CAMAIONE, D.N., OWEN, S.V. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001 May;56(5):M281-6. doi: 10.1093/gerona/56.5.m281. PMID: 11320107.
60. SILSUPADOL, P., SIU, K., SHUMWAY-COOK, A. a WOOLLACOTT, M.H. Training of Balance Under Single- and Dual-Task Conditions in Older Adults With Balance Impairment. *Physical Therapy* [online]. 2006, 86(2), 269-281 [cit. 2021-03-28]. ISSN 1538-6724. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article/86/2/269/2805115>.
61. SKOPOVÁ, M; ZÍTKO, M. Základní gymnastika. Praha; Karolinum, 2005. 178 s. ISBN 80-246-0973-8. SPN, 1982, s. 13 – 26 .
62. STACHEOVÁ, D. Fitness programy z pohledu kinantropologie. 3., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, c2014. ISBN 9788074921155.
63. STIFFLER, M.R. et al.; Star Excursion Balance Test Anterior Asymmetry Is Associated With Injury Status in Division I Collegiate Athletes. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2017 May;47(5):339-346. doi: 10.2519/jospt.2017.6974. [cit. 2021-03-03]PMID: 28355980.
64. SZOPA, J. Antropomotoryka. (155 s.) Krakow: AWF. 1995.
65. TOPINKOVÁ, E. Geriatrie pro praxi. 1. vyd. Praha: Galén, 2005, 270 s. ISBN 80-7262-365-6.
66. VAŘEKA, I. Posturální stabilita (I. část). Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002a, 9(4), 115-12. ISSN 1211-2658.
67. VAŘEKA, I. Posturální stabilita (II. část). Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002b, roč. 9, č. 4, s. 122-129. ISSN 1211-2658.
68. VÉLE, F., ČUMPELÍK, J. a PAVLŮ, D. Úvaha nad problémem „stability“ ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, (8)3, 103-105. ISSN 1211-2658.
69. VÉLE, F. Kineziologie – Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy. Praha: Triton, 2006, ISBN 978-80-2754-837-8.
70. VISSER, J. E., CARPENTER, M.G., KOOIJ, H. a BLOEM, B.R. The clinical utility of posturography. *Clinical Neurophysiology* [online]. 2008, 119(11), 2424-2436 [cit. 2021-03-03]. ISSN 1388-2457. Dostupné z: <https://ac.els-cdn.com/S1388245708008547/1-s2.0-S1388245708008547->

main.pdf?_tid=0b79a1e8-942f-4373-9fdf
610f2ffc1ea2&acdnat=1520680485_3fbbf65a2848fb46058713d8d61d904b.

71. VRÁTNÝ, M., TSATSOULINE, P. Bud' především silný! Dostupné z: <http://www.zeleznakoule.cz/pavel-tsatsouline-bud-predevsim-silny>; 2012 [cit. 2021-01-07].
72. WILLARDSON, J.M. Core stability training: applications to sports conditioning programs. *J Strength Cond Res.* 2007 Aug;21(3):979-85. doi: 10.1519/R-20255.1. PMID: 17685697.
73. WOLFSON, L.; WHIPPLE, R.; DERBY, C. et al. Balance and strength training in older adults: intervention gains and Tai Chi maintenance. *J Am Geriatr Soc.* 1996; 44:498–506.
74. WOOD, R. , "Balance Fitness Tests." *Topend Sports Website*, 2008, <https://www.topendsports.com/testing/balance.htm>, Accessed [cit. 2021-01-05] .
75. YOUNG, M.D.; METZL, J.D. Strength training for the young athlete. *Pediatr Ann.* 2010 May;39(5):293-9. doi: 10.3928/00904481-20100422-10. PMID: 20506983.
76. ZATSIORSKI, V. M., A KRAEMER, W. J. *Silový trénink. Praxe a věda.* Praha: Mladá fronta. 2014.
77. ZEMÁNKOVÁ, M. *Pohyb nad zlato.* [s.l.] : Hanex , 1996. 152 s. ISBN 80-85783-118.

8. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Motorické schopnosti

Obr. 2: Silové schopnosti

Obr. 3: Star Excursion Balance Test. A; anterior, AL; anterolateral, AM; anteromedial, M; medial, L; lateral, P; posterior, PL; posterolateral, PM; posteromedial.

9. SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Průměrný počet pádů při SEBT

10. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Stork balance stand test

Graf 2 SEBT pro levé DKK

Graf 3 SEBT pro pravé DKK

Graf 4 Počet pádů při SEBT

Graf 5 Histogram počtu pádů

11. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1. Vyjádření etické komise

Příloha 2. Informovaný souhlas

Informovaný souhlas účastníka studie

POROVNÁNÍ ROVNOVÁHY SPORTOVců VYUŽÍVAJÍCÍCH SILOVÝ A FUNKČNÍ TRÉNINK

Průběh a popis studie

Jedná se o kontrolovanou randomizovanou studii, v rámci níž účastníci podstoupí vyšetření pomocí Stork balance stand test a Star excursion balance test.

Ve studii budou zaznamenány některé demografické. Pro hodnocení rovnováhy budou použity balanční testy.

Prvním vyšetřením bude Stork balance stand test. Sportovec se nejdříve zahřeje po dobu 5 minut. Stojí pohodlně na obou nohou s rukama na bocích. Asistent vydá povel a spustí stopky a sportovec zvedne pravou nohu, položí chodidlo pravé nohy na stranu levé kolenní kličky a má obě oči otevřené. Tuto pozici má udržet co nejdéle. Asistent zastaví stopky, když se pravá noha vzdálí od kolene nebo se dotkne země. Čas je zaznamenán. Pauza trvá 3 minuty a poté je stejný postup aplikován druhostranně. (Wood R. 2008)

Druhým vyšetřením je Star excursion balance test. Tento test vyžaduje sílu, flexibilitu a správnou funkci proprioreceptorů. Měří dynamickou rovnováhu, která představuje významnou základní dovednost sportovců a fyzicky aktivních jedinců. Může být použit k posouzení fyzické výkonnosti, ale také ke screeningu deficitů v dynamické posturální stabilitě, k identifikaci sportovců s větším rizikem zranění dolních končetin. Výzkum navrhl použít tento test jako screeningový nástroj pro účast ve sportu a také po rehabilitaci ke zajištění dynamické funkční symetrie. Bylo prokázáno, že výsledky v SEBT se po tréninku zlepšují. Před provedením SEBT je nutné nalepit 4 proužky pásky dlouhé cca 2 m. Dva kusy budou použity k vytvoření znaménka „+“, přičemž další dva budou umístěny nad střed a přilepí se ve tvaru „x“, aby se vytvořil tvar hvězdy. Je důležité, aby všechny linie byly od sebe odděleny úhlem 45 °. Cílem SEBT je udržovat postoj na jedné noze a zároveň se dotýkat co nejdále s kontralaterální nohou. Pacient je

bez obuvi a ruce má v bok. Jsou měřeny vzdálenosti od středu, kam se dotkne špičkou DK. Takto se dotkne všech vrcholů hvězdice a pokračuje druhá DK stejným způsobem. Test je opakován 3x za sebou a poté jsou výsledky zprůměrovány. (Bressel et al., 2007)

Tato vyšetření provede vyškolený nezávislý studentem 3. ročníku fyzioterapie. Každé z těchto měření by mělo trvat 15–30 minut. V případě potřeby mohou být zařazeny přestávky, celková doba se bude přizpůsobovat fyzické a psychické kondici sportovce.

*Jednotlivé vzdálenosti budou zapsány do tabulky. K výpočtu použijeme vzorec: (první dosažená vzdálenost + druhá dosažená vzdálenost + třetí dosažená vzdálenost) /3 = průměrná dosažená vzdálenost. Poté vypočítáme relativní vzdálenost pomocí vzorce: (průměrná dosažená vzdálenost) / (délka DK) *100. Tyto výpočty aplikujeme jak u levé, tak u pravé DK. Z těchto výpočtů dostaneme 16 hodnot kvantifikačně hodnotících výkon sportovce.*

Já, níže uvedený, dávám souhlas k účasti ve studii s názvem:

POROVNÁNÍ ROVNOVÁHY SPORTOVců VYUŽÍVAJÍCÍCH SILOVÝ A FUNKČNÍ TRÉNINK

1. Zcela dobrovolně souhlasím s účastí v této studii.

2. Byl(a) jsem plně informován(a) o účelu této studie, o procedurách s ní souvisejících a o tom, co se ode mne očekává. Měl(a) jsem možnost položit jakýkoliv dotaz, týkající se použité metody i účelu této studie a potvrzuji, že všechny mé dotazy byly zodpovězeny.

3. Souhlasím, že budu plně spolupracovat a budu autora ihned informovat, pokud se objeví změny mého zdravotního stavu nebo nečekané či neobvyklé projevy.

4. Víím, že mohu kdykoli svobodně ze studie odstoupit.

Koordinátor studie: Marie Alánová

Já, níže podepsaný (klinický pracovník), tímto prohlašuji, že jsem dle mého nejlepšího vědomí vysvětlil/a cíle, postupy, výhody a rovněž také rizika a diskomfort vyplývající z této studie účastníku této studie nebo jeho zákonnému zástupci

(jméno a příjmení).....

Účastník poskytl svůj informovaný souhlas k účasti ve studii. Kopie informovaného souhlasu bude dobrovolníkovi poskytnuta.

Datum:

Podpis výzkumného pracovníka:

.....

Marie Alánová
Studentka 3. ročníku oboru fyzioterapie
3. lékařská fakulta UK
Ruská 87
Praha 10
100 00

V Praze, 11. února 2021

Vedoucí práce: Mgr. Zuzana Červenková.

Věc: Vyjádření Etické komise 3.LF UK k žádosti o posouzení projektu „Porovnání rovnováhy sportovců využívajících silový a funkční trénink“.

Vážená paní kolegyně,
Etická komise 3. LF UK nemá námitek proti provedení projektu „Porovnání rovnováhy sportovců využívajících silový a funkční trénink“ v rozsahu Vámi uvedeném a za dodržení podmínek uvedených v Informovaném souhlasu.

Přílohy:

Protokol studie
Informovaný souhlas pro účastníky

S mnoha pozdravy

UNIVERZITA KARLOVA
3. lékařská fakulta
Etická komise
Ruská 87, 100 00 Praha 10
ICO: 00216208 DIČ: CZ00216208

Marek Vácha
Předseda Etické komise
3. LF UK, Praha
Ruská 87
Praha 10, 100 00