

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

**OVĚŘENÍ IZOKINETICKÉHO TRÉNINKOVÉHO PROGRAMU S VYUŽITÍM
VÍCEKLOUBOVÉHO CVIKU LEG-PRESS U SPORTUJÍCÍCH ŽEN**

Diplomová práce

(bakalářská)

Autor: Marie Haasová, Tělesná výchova a Německý jazyk se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: doc. PaedDr. Michal Lehnert, Dr.

Olomouc 2015

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora:	Marie Haasová
Název diplomové práce:	Ověření izokinetického tréninkového programu s využitím vícekloubového cviku leg-press u sportujících žen
Pracoviště:	Katedra sportu
Vedoucí:	doc. PaedDr. Michal Lehnert, Dr.
Konzultant:	Mgr. Zuzana Xaverová
Rok obhajoby:	2015

Abstrakt: Cílem bakalářské práce je ověřit efekty izokinetického tréninkového programu zaměřeného na rozvoj maximální a explozivní síly dolních končetin s využitím cviku leg-press u sportujících žen. Výzkumu se zúčastnily dvě sportující ženy, které absolvovaly odlišný tréninkový program – izokinetický tréninkový program kombinovaný s plyometrií (ITP) a izokinetický tréninkový program (IT). Trénink proběhl po dobu pěti týdnů, a to dvakrát týdně. Pro testování izokinetické koncentrické (60 a 240°/s) a excentrické (60°/s) síly flexorů a extenzorů kolene, pro vícekloubové izometrické a izokinetické testování (400 a 800 mm/s a 200 a 400 mm/s) síly dolních končetin (DK) i izokinetický trénink byl využit izokinetický dynamometr Isomed 2000 a jeho přídatný modul leg-press. Při měření výšky vybraných variant vertikálních skoků byl použit systém OptoJump Next. Změny po absolvování odlišných tréninků se více projevíly v případě ITP u vícekloubového pohybu, zatímco po absolvování pouze IT u jednokloubové flexe/extenze kolene. Nárůsty svalové síly flexorů a extenzorů kolene byly v obou případech více zřejmé v excentrických režimech. K navýšení výšky vertikálního skoku došlo pouze po IT.

Klíčová slova: izokinetická dynamometrie, svalová síly, trénink síly, leg-press.

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovnických služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Marie Haasová

Title of the bachelor thesis: Verification of isokinetic training program using multi-joint exercise leg-press in sports women

Department: Department of sport

Supervisor: doc. PaedDr. Michal Lehnert, Dr.

Consultant: Mgr. Zuzana Xaverová

The year of presentation: 2015

Abstract: The aim of this bachelor thesis is to verify effects of isokinetic training program aimed at developing maximum and explosive muscle strength of the lower limbs using leg-press module. Research was attended by two female sports women who have undergone different training program – isokinetic training program combined with plyometric (ITP) and isokinetic training program (IT). Training was held for five weeks, twice a week. Isomed 2000 was used for training and for testing isometric and isokinetic concentric (at velocity 60 °/s and 240 °/s) and eccentric (at velocity 60 °/s) muscle strength of knee flexors and extensors and during isokinetic testing multiple-joint movement training with leg-press module at velocity 400 a 800 mm/s and 200 a 400 mm/s. For measurement of high vertical jumps system OptoJump Next was used. Changes of different training program are more evident in isokinetic training with plyometric, whereas by knee flexors and extensors after completion isokinetic training. The increase of muscle strength of knee flexors and extensors was in both programs more obvious in eccentric mode. The increase of high of vertical jumps was only after completion isokinetic program.

Keywords: isokinetic dynamometry, muscle strength, training of strength, leg-press.

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením doc. PaedDr. Michala Lehnerta, Dr., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 30. 4. 2015

.....

Ráda bych poděkovala panu doc. PaedDr. Michalu Lehnertovi, Dr. za vedení při zpracování bakalářské práce, trpělivost a poskytnutí užitečných rad. Velký dík patří také Mgr. Zuzaně Xaverové za cenné rady, podporu a čas strávený při testování a v průběhu tréninkového programu. Dále bych chtěla poděkovat Bc. Marianu Opavskému za vedení tréninkového programu a slečně Veronice Mišurcové za účast v tréninkovém programu.

Obsah

1 ÚVOD	8
2 PŘEHLED POZNATKŮ	9
2.1 Síla jako determinant sportovních výkonů	9
2.1.1 Biologické základy svalové síly.....	10
2.1.2 Trénink síly	12
2.2 TESTOVÁNÍ A TRÉNINK POMOCÍ IZOKINETICKÉ DYNAMOMETRIE	15
2.2.1 Izokinetická dynamometrie.....	15
2.2.3. Testování síly pomocí izokinetické dynamometrie	16
2.2.4. Trénink síly pomocí izokinetické dynamometrie	18
3 CÍLE A ÚKOLY	21
3. 1. CÍL PRÁCE.....	21
3. 2. ÚKOLY PRÁCE	21
3. 3. VÝZKUMNÉ OTÁZKY	21
4 METODIKA.....	23
4. 1. CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÝCH SPORTOVKYŇ.....	23
4.2 POSTUP MĚŘENÍ	23
4.2.1. Rozcvičení.....	25
4.2.2. Metody testování.....	25
4.2.3. Termíny testování	27
4. 3. TRÉNINKOVÝ PROGRAM	27
4. 4. ZPRACOVÁNÍ DAT	28
5 VÝSLEDKY	29
5.1 Změny v izokinetické svalové síle flexorů a extenzorů kolene	29
5.2 Změny v izometrické svalové síle DK při cviku leg-press.....	31
5.3 Změny v izokinetické svalové síle při cviku leg-press.....	32
5.4 Změny výšky vertikálního skoku	35
6 DISKUZE.....	37
7 ZÁVĚRY	40
8 SOUHRN	41
9 SUMMARY	42
10 REFERENČNÍ SEZNAM.....	43
11 PŘÍLOHY.....	46

Seznam použitých zkratk:

DK – dolní končetina/y

ODK – obě dolní končetiny

DDK – dominantní dolní končetina

NDK – nedominantní dolní končetina

PT – absolutní peak torque

PT/kgBW – relativní peak torque

TW – total work

PF – absolutní peak force

PF/kgBW – relativní peak force

ITP – izokinetický trénink s plyometrií

IT – izokinetický trénink

M1 – vstupní měření

M2 – výstupní měření

d – rozdíl mezi hodnotami

C – koncentrický režim

E – excentrický režim

60 a 240 – korespondující úhlové rychlosti

200, 400 a 800 – korespondující lineární rychlosti

SJ – squat jump

CMJ- – countermovement jump bez využití paží

CMJ+ – countermovement jump s využitím paží

1 ÚVOD

Bakalářská práce se bude zabývat efekty izokinetického tréninkového programu zaměřeného na rozvoj maximální a explozivní síly dolních končetin na přístroji Isomed 2000 s využitím cviku leg-press u dvou sportujících žen. Bude prohlubovat dosavadní poznatky o změnách izometrické a izokinetické svalové síly dolních končetin a funkční síly hodnocené vertikálním skokem. Jelikož se v České republice touto problematikou prozatím nezabývá mnoho studií, shledávám zde příležitost přispění a obohacení problémů, které souvisí s izokinetickými tréninkovými programy. Z tohoto důvodu jsem si vybrala téma bakalářské práce. Také bych se chtěla dozvědět, jakými změnami mé tělo při tréninku síly prochází. Měla jsem štěstí, že jediný izokinetický dynamometr Isomed 2000 v České republice vlastní právě Fakulta tělesné kultury v Olomouci. Výhodou cvičení na modulu leg-press je, že je vícekloubové, více se podobá skutečnému sportovnímu pohybu, a více se blíží k funkční síle, na kterou je v poslední době kladen čím dál větší důraz. Dvě probandky absolvovaly pětítýdenní tréninkový proces, aby ověřily tréninkový program s využitím vícekloubového cviku na modulu leg-press, přičemž každá z nich absolvovala jiný tréninkový program – jedna izokinetický tréninkový program s plyometrií a druhá izokinetický tréninkový program. Na základě vstupního a výstupního měření zpracuji výsledky.

Teoretická část bakalářské práce je členěna do dvou hlavních kapitol, přičemž první kapitola se zabývá svalovou silou, významným faktorem kondice, který je důležitým indikátorem pro podání sportovních výkonů. Druhou kapitolu tvoří oblast izokinetické dynamometrie, která je využívána k diagnostickým i tréninkovým účelům. Praktická část je zaměřena na metodiku využitou v testování svalové síly flexorů a extenzorů kolena, izometrické, izokinetické síly dolních končetin při cviku leg-press a výšky vertikálních skoků.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Síla jako determinant sportovních výkonů

Síla, jako kondiční faktor, je důležitým determinantem řady sportovních výkonů. „Sportovní výkon lze charakterizovat jako projev specializovaných schopností sportovce. Jeho obsahem je uvědomělá pohybová činnost zaměřená na řešení úkolu, který je vymezen pravidly jednotlivých disciplín, závodů, soutěží a utkání“ (Lehnert, Novosad, & Neuls, 2001, 8). Sportovní výkon je jeden ze základních pojmů ve sportu či sportovním tréninku. Sportovní výkony se uskutečňují v určitých pohybových činnostech, jejichž významem je vyřešit úkoly vymezené pravidly daného sportu a ve kterých se sportovec snaží o uplatnění výkonových předpokladů. Tyto činnosti mají určité nároky na lidský organismus a osobnost člověka. Výkon je charakterizován ideálním koordinačním provedením, jehož základem je komplexní celkový projev jak tělesných funkcí člověka, tak i psychických funkcí. Sportovní výkonnost je formována postupně a dlouhodobě. Lidský výkon je zčásti vymezen vrozenými dispozicemi, jako jsou vlohy nebo talent, které se projevují na nejrůznějších úrovních organismu a mohou vést ke zvyšování sportovních výkonů. Vrozené dispozice se dělí na morfologické, fyziologické a psychologické a přizpůsobují se vlivům prostředí, ve kterém jedinec vyrůstá (Dovalil & Choutka, 2012).

Sportovní výkon je realizován prostřednictvím sportovní činnosti, tedy pohybové činnosti zaměřené k docílení maximálního výkonu. Během tréninku se tato činnost osvojuje a zdokonaluje jako dovednost. Sportovní dovednost charakterizujeme pomocí tréninku jako získaný komplex výkonových předpokladů jedince správně a účinně řešit úkoly dané sportovní specializace. Z vnějšího hlediska se projevuje koordinací pohybové činnosti, vnitřně je zajišťována neurofyziologickými mechanismy a energetickým metabolismem. Ve sportovním výkonu chápeme faktory jako relativně samostatné součásti sportovních výkonů. Dovalil et al., (2012) tyto faktory rozlišuje podle toho, z jakých výkonů vycházejí:

- faktory somatické, které obsahují znaky jedince potřebné pro sportovní výkon,
- faktory kondiční, soubor pohybových schopností: silové, vytrvalostní, rychlostní,
- faktory technické, související se sportovní dovedností a technickým provedením,
- faktory taktické, které jsou součástí tvořivého jednání jedince,
- faktory psychické, které zahrnují kognitivní, emoční a motivační procesy.

Z hlediska zaměření této práce se v následující části budeme věnovat faktorům kondičním. Jako kondiční faktory chápeme pohybové schopnosti. Každá pohybová činnost je tvořena obsahem sportovních výkonů a můžeme v ní rozpoznat projev síly, vytrvalosti a rychlosti. Autoři Dovalil a Choutka (2012) uvádí, že se jedná o projevy pohybových schopností člověka, o nichž svědčí specifické charakteristiky pohybů, například trvání, rychlost, složitost pohybu, překonávaný odpor nebo přesnost provedení.

Silové schopnosti

„Pohybové schopnosti se chápou jako relativně samostatné soubory vnitřních předpokladů lidského organismu k pohybové činnosti, v níž se také projevují“ (Perič & Dovalil, 2010). Silová schopnost je jednou z pohybových schopností. Síla je důležitou součástí fyzické zdatnosti. Lehnert, Novosad, Neuls, Langer a Botek (2010) definuje sílu jako schopnost překonávat, udržovat nebo brzdit odpor svalovou kontrakcí při dynamickém či statickém pohybu. V důsledku vymezení silových schopností je nutné odlišit pojem síla jako pojem mechaniky – fyzikální veličina a pojem síla jako pohybová schopnost. Silové schopnosti řadíme k hlavním faktorům sportovních výkonů a mají důležitou roli ve všech sportovních odvětvích. Mají klíčový význam v takové pohybové činnosti, kde se překonává velký odpor náčiní, například vzpírání, vrhy a hody v atletice nebo odpor vlastního těla, například v gymnastice, skoky a odrazy. O něco méně rozhodující význam mají ve výkonech, při kterých se překonává odpor soupeře, například při úpolových sportech nebo odpor prostředí, například v plavání, veslování, kanoistice nebo lyžování (Dovalil & Choutka, 2012).

2.1.1 Biologické základy svalové síly

Kosterní sval se skládá ze čtyř typů svalových vláken: pomalá červená, rychlá bílá, rychlá červená svalová vlákna a vlákna přechodná. Dylevsky (2009) je dělí a charakterizuje následovně: pomalá červená vlákna (slow oxidative) jsou tenká a bohatě kapilarizována. Mají méně myofibril, hodně mitochondrií a jsou typická velkým množstvím krevních kapilár. Červená vlákna jsou vybavena k pomalejší kontrakci, vhodná pro statické a polohové funkce a pro pomalý pohyb, jsou málo unavitelná a označována jako „tonická vlákna“. Druhým typem svalových vláken jsou rychlá bílá vlákna (fast oxidative and glycolytic), které mají více myofibril a méně mitochondrií, jsou vybavena k rychlým kontrakcím, které provádíme velkou silou, ale po krátkou dobu. Zajišťují rychlý, silový pohyb, velmi odolávají proti únavě a nazývají se také jako „fázická vlákna“. Třetí typ vláken označujeme jako rychlá červená

vlákna (fast glycolytic), která obsahují málo kapilár a myoglobinu, jsou objemná, glykolytická a snadno se unaví. Tyto vlákna využíváme pro maximální silový pohyb. Poslední typ vláken představují vlákna přechodná, nediferencovaná, která jsou možným zdrojem předchozích tří typů svalových vláken. Zastoupení jednotlivých typů svalových vláken ve svalu má význam pro svalovou výkonnost, rychlost pohybu nebo ekonomii svalové práce.

Schopnost vyvinout sílu závisí na faktorech. Mezi hlavní faktory ovlivňující svalovou sílu Lehnert et al. (2010) řadí a definuje:

- množství svalové hmoty, které ovlivňuje velikost maximální síly,
- nitrosvalová (intramuskulární) koordinace, kdy velikost síly je limitována třemi základními mechanismy, které mají vliv na činnost motorických jednotek: počet, frekvence dráždění a synchronizace aktivovaných motorických jednotek,
- mezisvalová (intermuskulární) koordinace, která se projevuje spoluprací zapojených svalů umožňujících dosažení svalové maxima a souhrou agonistů a antagonistů.
- Zásoby energetických zdrojů, aby mohla být síla produkována. Jedná se o ATP, CP a svalový glykogen.

Pohyb těla a jeho součástí je umožněn díky kosterním svalům, které jsou tvořeny svalovými vlákny a upínají se pomocí šlach a vazů ke kostem. Když svalová vlákna aktivujeme, vyvíjíme sílu, kterou potřebujeme k pohybu těla a jeho částí a chemická energie se přemění na mechanickou. Dovalil a Choutka (2012) uvádí, že z fyziologického hlediska je důležitou a podstatnou vlastností svalu jeho dráždivost a stažlivost neboli kontraktilita. Svalovou kontrakci, základ svalové funkce, popisujeme jako mechanickou odpověď na nervový vzruch, která je provázána fyzikálními a chemickými jevy. Základem svalové kontrakce je zasouvání filament aktinu podél filament myozinu do středu sarkomer.

Lehnert et al. (2010) rozlišuje svalovou kontrakci na dynamickou a statickou. Dynamická kontrakce je taková, při které pohyb stále probíhá, mění se vzdálenost začátku a úponu svalu a napětí svalu zůstává stejné. Dynamická kontrakce může být buď koncentrická, excentrická a izokinetická. Koncentrické zkrácení svalu se projevuje zvětšením objemu svalového břicha a zkrácením svalu. Sval vykonává pozitivní práci a svalová síla působí ve směru jako pohybující se segment těla. Výsledkem je jak pohyb prováděný stálou rychlostí, tak i urychlení neboli akcelerace pohybu. Excentrická kontrakce je opakem předchozího typu svalové kontrakce. Při této kontrakci dochází k prodloužení svalu a výsledkem je pohyb brzdící neboli decelerační. Izokinetická kontrakce, při které je pohyb

prováděn předem zvolenou, konstantní rychlostí. Statická kontrakce bývá často označována jako izometrická. Při izometrické kontrakci sval nevykonává pohyb a vzdálenost začátku a úponu svalu se nemění. Sval podléhá rychle únavě, z důvodu omezení přívodu a odvodu krve ve svalu (Dylevsky, 2009; Lehnert et al., 2010).

Kromě klasických představ o síle jako mohutnosti svalového stahu musíme brát v potaz také rychlost svalového stahu během působení na odpor a také trvání pohybu či počet opakování v čase (Dovalil & Choutka, 2012). Dle tohoto tvrzení se uvádí několik silových schopností:

- *síla absolutní (maximální)*, projevující se při svalové činnosti dynamické (koncentrické nebo excentrické) či statické s nejvyšším možným odporem,
- *síla rychlá a výbušná (explozivní)*, která se projevuje při dynamické (koncentrické) svalové činnosti s překonáváním maximálního odporu vysokou či maximální rychlostí,
- *síla vytrvalostní*, kterou využíváme při dynamické nebo statické svalové činnosti, kdy překonáváme odpor opakováním pohybu v daných podmínkách nebo odpor udržujeme (Dovalil & Choutka, 2012).

V tréninkových programech je nutné brát ohled na uplatnění uvedených faktorů v jednotlivých sportech stejně jako na specifčnost programů, jelikož již při malé změně v charakteristikách pohybu dochází ke změnám vzorců intramuskulární a intermuskulární koordinace (Lehnert et al., 2010).

2.1.2 Trénink síly

Věda o tréninku zahrnuje hlavní složky sportovní přípravy, včetně zvyšování kondice, a to nejen síly, ale také rychlosti, pohyblivosti a dalších motorických vlastností, učení se sportovním technikám a periodizaci. Jestliže je trénink správně naplánován a realizován, tak výsledkem je zlepšení tělesné výkonnosti. V širším smyslu chápeme adaptaci jako přizpůsobování organismu okolnímu prostředí. Sportovní cvičení nebo pravidelná tělesná činnost jsou velice silným adaptačním podnětem. Při tréninku spočívá hlavní cíl v tom, aby se vyvolala specifická adaptace a zvýšil se tak soutěžní výkon (Zatsiorski & Kraemer, 2014).

„Sportovní trénink lze charakterizovat jako dlouhodobý systémově řízený proces přípravy sportovce prioritně zaměřený na zvyšování sportovní výkonnosti ve zvolené sportovní disciplíně“ (Lehnert, Novosad, & Neuls, 2001, 5). Hlavní cíle sportovního tréninku

jsou dosáhnout maximální výkonnosti v dané sportovní disciplíně a pozitivně ovlivnit všestranný rozvoj osobnosti. Úkolem sportovního tréninku je rozvoj předpokladů související buď přímo nebo nepřímo s požadavky sportovního výkonu, osvojení a zdokonalení techniky a taktiky. Sportovní trénink, který se vyznačuje cílevědomostí, plánovitostí, dlouhodobostí a organizovaností, se nejen podílí na rozvoji schopností, dovedností a vědomostí, ale je také vzdělávacím a výchovným procesem (Lehnert et al., 2001; Novosad, Frömel, & Lehnert, 1996).

Trénink síly je jednou ze základních součástí kondičního tréninku. Abychom zvýšili sportovní výkonnost na základě funkčního rozvoje síly, používáme různé tréninkové metody, kdy každá z metod vyvolává specifické nervosvalové adaptace. Pokud je trénink síly odborně vedený, vytváří podmínky pro rozvoj funkční síly, tzn. síly, která zodpovídá za vykonání specifických pohybů, a podporuje rozvoj jiných motorických schopností jako je koordinace, rychlost nebo flexibilita. „Funkční trénink síly lze charakterizovat jako trénink, ve kterém dochází k optimalizaci svalových funkcí v pohybových strukturách, jež jsou velmi podobné nebo shodné s pohybovými strukturami sportovního výkonu“ (Lehnert et al., 2010, 42).

K rozvoji silových schopností využíváme tyto typy silového tréninku: izometrický trénink, dynamický trénink s konstantním odporem, excentrický trénink, koncentrický trénink, trénink s proměnlivým odporem a izokinetický trénink (Fleck & Kraemer, 1987). Chu (1998) považuje plyometrická cvičení za vhodná cvičení pro trénink explozivní síly dolních končetin (DK). Při plyometrii následuje ihned za excentrickou akcí koncentrická akce. Plyometrie se využívá při sportech, při kterých je vyžadována rychlý, dynamický pohyb (Lehnert et al., 2010). Gamble (2010) uvádí, že pro rozvoj výbušnosti je nejlepší použití tzv. smíšených metod, kdy je nejdříve uskutečněn trénink s velkými odpory a poté pokračuje trénink pro rozvoj explozivní síly.

Při tréninku svalové síly se postupně vytváří fyziologické, biochemické a morfologické adaptace nervosvalového systému. Aby došlo k rozvoji jednotlivých druhů síly je potřeba manipulace s tzv. metodotvornými činiteli k dosažení vysokého svalového napětí jako základního fyziologického předpokladu tréninku síly (Lehnert et al., 2010). Autoři uvádí čtyři základní metodotvorné činitele:

1. *Velikost odporu* – je klíčový činitel rozhodující o možných adaptacích navozené tréninkem. U velikosti odporu musíme brát ohled na věk sportovce, trénovanost, absolvované zatížení, zvládnutí techniky a procvičování svalových skupin. Jednotlivé

druhy tréninkových cvičení autoři rozlišují jako cvičení s vnějším odporem (hmotnost předmětu, odpor spolucvičence, odpor pružných předmětů, odpor vnějšího prostředí, posilovací stroje) nebo cvičení, při kterých se překonává hmotnost vlastního těla (bez doplňující zátěže či s doplňující zátěží).

2. *Počet opakování nebo trvání cvičení* – počet opakování je limitován velikostí odporu a je nezbytné vzít především ohled na cíl cvičení.
3. *Interval odpočinku neboli zotavení* – délka odpočinku má vliv na úroveň obnovy energetických zdrojů a zotavení nervové soustavy. Může se odlišovat vzhledem k druhu trénované síly, metody, které jsme použili, velikosti svalové skupiny nebo vyzrálosti cvičenců. Je důležité dbát na správnou délku intervalu odpočinku, neboť může zřetelně měnit metabolické, hormonální i kardiovaskulární reakce na zatížení. Interval při silovém tréninku může být: krátký – trvání do 1 minuty, uplatní se při silové vytrvalosti nebo u jednokloubových cviků, střední – rozmezí 1-3 minut, při rozvíjení rychlé síly, dlouhý – trvání přes 3 minuty, při rozvoji maximální nebo explozivní síly. Délku intervalu při dlouhodobém tréninku je dobré měnit, neboť krátké intervaly odpočinku mají vyšší požadavky na psychiku sportovce.
4. *Druh a rychlost svalové kontrakce* – např. při dynamické kontrakci se rychlost snižuje se zvyšujícím se odporem a zkracujícím se intervalem odpočinku.

Autoři dále uvádějí, že v tréninkové praxi nejčastěji rozlišují:

- *Cviky základní a doplňkové neboli pomocné.* Základními cviky posilujeme hlavní svalové skupiny, například bench press, shyby nebo leg press, na který je zaměřena tato práce. Doplňkové cviky se zaměřují na jednu svalovou skupinu pomáhající při pohybu, například předkopávání a zakopávání.
- *Cviky vícekloubové a jednokloubové neboli izolované.* Vícekloubové cviky jsou realizovány pohybem více svalových skupin. Radíme k nim například dřepy, tlaky nad hlavou nebo také leg press. U cviků jednokloubových je pohyb uskutečňován jednou velkou svalovou skupinou, cviky jsou zaměřeny na specifické svalové partie a jsou aktivovány samostatné klouby. Patří k nim například předkopávání v sedu nebo bicepsový zdvih.
- *Cviky tlakové a tahové.* Jsou to například tlaky s jednoručkami nebo stahování kladky shora před tělem.

Jestliže používáme po delší dobu jedno stejné cvičení s nezměněnou tréninkovou zátěží, pokroky výkonnosti se snižují a dochází k akomodaci, což je snížení reakce biologického objektu na nepřetržitý podnět. Tréninkové programy by měly být variabilní, aby nedošlo k akomodaci, a stabilní, aby plnily požadavky specifčnosti. Tréninkové adaptace jsou velice specifické. Specifčnost ovlivňuje přenos účinků tréninku do sportovního výkonu. Specifčnost adaptace se zvyšuje se stoupající sportovní výkonností. Čím vyšší je úroveň fyzické zdatnosti sportovce, tím je adaptace specifčtější (Zatsiorski & Kraemer, 2014).

Požadavky na trénink různých druhů síly lze shrnout následovně: trénink maximální síly vyžaduje vysoký odpor, trénink rychlé a reaktivní síly vysokou rychlost a trénink vytrvalostní síly velký počet opakování (Lehnert et al., 2010).

2.2 TESTOVÁNÍ A TRÉNINK POMOCÍ IZOKINETICKÉ DYNAMOMETRIE

2.2.1 Izokinetická dynamometrie

Pojem izokinetika vychází ze situace, kdy sval nebo svalová skupina kontrahuje proti kontrolovanému přizpůsobujícímu se odporu, který způsobuje, že segment těla se pohybuje předem definovanou konstantní úhlovou rychlostí (Janura, M., Vařeka, I., Lehnert, M. & Svoboda, Z., 2012).

Izokinetická dynamometrie má využití především pro měření volní svalové kontrakce a je využívána pro diagnostické i tréninkové účely (rehabilitační programy, sportovní trénink, výzkumy zaměřené na vědu o sportu, atd.), (Dvir, 2004). Měření může probíhat buď izometricky v různých úhlových pozicích nebo v dynamických podmínkách izokineticky s předem zvolenou úhlovou rychlostí (Chan & Maffuli, 1996). Používaná rychlost při izokinetické diagnostice a tréninku je 30°/s a její násobky (Dvir, 2004; Janura et al., 2012). Izokinetický pohyb se provádí v celém kloubním rozsahu při potenciálním maximu počtu zapojených svalů. Skládá se z akcelerace, z izokinetického pohybu a na závěr z decelerace. Při akceleraci nejdříve vyvíjená rychlost překračuje nastavenou úroveň a poté se stabilizuje (Janura et al., 2012).

Pro izokinetický pohyb je potřeba využití speciálního zařízení – izokinetického dynamometru. Elektronický servomotor utváří odpor, který je závislý na velikosti sil, které testovaná osoba produkuje, tím je umožněno usměrňovat rychlost pohybu a udržovat ji

konstantní. Odpor je proměnlivý a odpovídá změnám ve svalové síle v průběhu pohybu. Některé dynamometry umožňují jak rychlosti úhlové, tak translační (Janura et al., 2012). Úhlová konstantní rychlost kolem osy kloubu se využívá pro zatížení a testování pohybu v jednom kloubu. Druhý typ udržuje konstantní rychlost posunu části těla po přímce, kdy je při tomto pohybu zapojeno více kloubů a svalových skupin (Janura et al., 2012; Dvir, 2004).

Mezi výhody používání izokinetických přístrojů patří možnost testování nebo tréninku izolovaných svalových skupin. Jedna z nevýhod izokinetické dynamometrie je nízká specifická pohybu z hlediska jejich typu a rychlosti (Cometti, Maffiuletti, Pousson, Chatard, & Maffulli, 2001; Dvir, 2004).

2.2.3. Testování síly pomocí izokinetické dynamometrie

Testování silových schopností u sportovců použitím izokinetické dynamometrie se provádí od roku 1960 (Wrigley & Strauss, 2000). Konstantní, předem zvolená rychlost během izokinetických pohybů, povoluje diagnostiku, trénink a zlepšení svalové výkonnosti v dynamických podmínkách (Baltzopoulos & Brodie, 1989). Testování pomocí izokinetické techniky je v dnešní době používáno pro testování síly, výzkum, rehabilitace a diagnostiku poranění. Výhodou použití dynamometru je okamžitá adaptace vyvíjeného odporu vyvinutá testovanou osobou v celém rozsahu pohybu. Testování umožňuje identifikaci a charakteristiku silových schopností konkrétní svalové skupiny (Dvir, 2004). Testování je obvykle prováděno pro určení velikosti svalové síly při pohybech, jako je flexe a extenze, abdukce a addukce, rotace, a to jak vnitřní, tak vnější, prakticky ve všech kloubních spojeních. Nejvíce jsou testovány svaly konající flexi a extenzi kolenního a loketního kloubu nebo abdukci a addukci ramenního a kyčelního kloubu (Dvir, 2004; Chan & Maffulli, 1996). Objektivních výsledků dosáhneme pouze tehdy, pokud je testovaná osoba ochotna spolupráce a je správně motivována, protože závidí na volných vlastnostech (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Dvir, 2004).

Izokinetická diagnostika může být provedena v koncentrickém a excentrickém režimu včetně jejich kombinací (Janura et al., 2012). Při koncentrické kontrakci dochází ke snížení maximálního momentu síly vyvíjeného svalovou skupinou. Při excentrické kontrakci maximální moment síly nejprve se zvyšující se rychlostí roste, poté zůstává stabilní nebo klesá (Dvir, 2004). U koncentrických akcí je síla tvořena pouze myofibrilami, základní jednotkou svalové buňky, skládající se z myofilament – aktinem a myozinem. Myofibrily vytváří kontraktilní, teda stažitelný komponent svalů. Excentrická akce je děj, kdy je síla

vyvíjená sumou aktivních kontrakcí stažitelných komponentů a pasivním odporem spojeným s protažením elastického komponentu, především šlachy a současně probíhajícího elastického komponentu, tedy spojovací tkáně a sarkolemy, buněčné membrány svalových buněk. Díky přispění nestažitelných elastických komponentů je napětí stažitelných komponentů při snižování zátěže menší než vyžadované napětí při zvednutí daného odporu a díky tohoto je aktivováno méně motorických jednotek. Z tohoto důvodu je pro danou produkci síly vyžadována energie menší a excentrická akce je považována za účinnější. Excentrická kontrakce potřebuje méně energie k překonání stejného odporu, tudíž je efektivnější. Jelikož téměř v každém sportu je obsažena jak excentrická, tak koncentrická kontrakce, doporučuje se jejich využívání v tréninku (Brown, 2000).

Brown (2000) uvádí faktory, které ovlivňují měření a výsledky izokinetického testování a dělí je do dvou skupin – subjektivní faktory:

- věk,
- hmotnost,
- pohlaví,
- výška,
- prevence zranění,
- trénovanost testované osoby,
- dominance končetin,

a pohybové faktory:

- úhel v kloubu,
- typ svalové kontrakce (koncentrická kontrakce, excentrická kontrakce),
- úhlová či lineární rychlost,
- způsob testování.

Brown (2000) uvádí nejčastěji používané veličiny při izokinetickém testování:

- *Moment síly* (Torque, [nM]) – můžeme jej měřit při celém rozsahu pohybu a je produkován svaly při určité úhlové rychlosti. Moment síly může být změřen v hodnotách maximální (peak torque) nebo jako hodnota průměrná (average torque).
- *Úhel maximálního momentu síly* (Angle of the peak torque, [°]) – udává pozici segmentu těla, při které je dosaženo nejvyššího momentu síly.

- *Svalová práce* (Work, [J]) – sděluje množství svalového napětí, které bylo dosaženo během svalové kontrakce.
- *Výkon* (Power, [W]) – udává množství práce, které bylo dosaženo za určitý čas.

Aby bylo testování optimalizováno a abychom dostatečně využili naměřená data, je důležité dodržet postup realizace měření tak, aby byla zaručena jeho validita a reliabilita. Podle Browna (2000) jsou důležité tyto zásady pro realizaci izokinetického testování:

- *seznámení testované osoby s měřením* – testovaná osoba by měla být dokonale seznámena s testováním, jeho průběhem a účelem a přínosem pro sportovní výkon,
- *účel testování* – tímto se rozumí cíl měření s ohledem na specifické vlastnosti sportovní oblasti,
- *příprava a funkčnost zařízení* – přístroj, na kterém bude trénink prováděn, musí být v optimálním stavu z důvodu přesnosti měření a zaručení validity a reliability,
- *kontraindikace testování* – zabránění případnému zhoršení fyzického stavu testované osoby či zhoršení techniky cvičení během a po testování,
- *zamezení diskomfortu testované osoby* – během testování se musí testovaná osoba cítit dobře, v laboratorních podmínkách by měly být udržovány stálé hodnoty teploty a tlaku,
- *rozcvičení* – před samotným testováním je důležité provést rozcvičení. Rozcvičení dělíme na obecné, ve kterém je zahrnuto celé tělo a rozcvičení specifické, které je zaměřeno na testovaný segment.

Izokinetické testování je bezpečné, testované osoby mohou být jak vrcholoví sportovci, tak netrénovaní jedinci nebo osoby, které se zotavují po nějakém zranění. Jako nevhodní pro izokinetické testování se jeví probandi trpící mentálními poruchami, kardiovaskulárními onemocněními, zlomeninami, které nejsou dostatečně doléčené (Dvir, 2004).

2.2.4. Trénink síly pomocí izokinetické dynamometrie

Izokinetické dynamometry jsou v oblasti sportu využívány rovněž k tréninkovým účelům, a to především v období nespecifické přípravy sportovce. Některé izokinetické přístroje však umožňují trénink, který je více specifický. Jde o vícekloubové cviky: leg-press, dřep, veslařský, plavecký nebo cyklistický trenažér. Izokinetická metoda tréninku síly je typická tím, že při maximálním zatížení svalů vykonáváme větší práci, než při klasickém silovém tréninku (Janura et al., 2012). Izokinetický trénink je náročný z hlediska přípravy

a provedení. Nevýhodou při izokinetickém tréninku je nezbytná motivace s cílem dosažení maximálního úsilí, která je podstatná proto, aby výsledky podané při cvičení byly kvalitativní a validní (Brown, 2000).

Důležitá je znalost nároků sportovních disciplín a s tím i spojená problematika specifčnosti tréninku, tedy i tréninků síly. Tedy, aby jakékoliv navýšení síly a mechanického výkonu mohlo být přeneseno do zlepšení sportovního výkonu.

Bylo zjištěno, že tréninkové programy využívající izokinetickou dynamometrii jako tréninkový prostředek jsou nejednotné – disponují odlišnou intenzitou zatížení (počet sérií, opakování, interval odpočinku), frekvencí zatížení, dobou trvání a typem svalové činnosti (Brown, 2000).

Studie dokázaly, že zlepšení klasickým silovým tréninkem se nepřenáší do izokinetických pohybů. Jakákoliv forma koncentrického nebo kombinovaného koncentrického a excentrického odporového tréninku se může projevit v přírůstcích síly, pokud je využito pro trénink a testování podobných pohybových vzorů a rychlostí. Tréninkové programy by měly respektovat typy a rychlosti svalových akcí uplatňovaných v daném sportu (Brown, 2000). Díky tréninkovým programům, které obsahují excentrické izokinetické kontrakce a jejich kombinaci s koncentrickými, je přinášén vyšší tréninkový efekt. Jelikož je skoro ve všech sportech využívána koncentrická i excentrická kontrakce, zařazení excentrických kontrakcí do tréninku je logické. Cvičení ve vyšších rychlostech lze využít pro plyometrii, pokud koncentrická kontrakce navazuje na excentrickou (Janura et al., 2012).

Podle Browna (2000) zvyšování síly, výkonu a vytrvalosti u kolenních extenzorů v různých izokinetických rychlostech přináší protichůdné výsledky. Můžeme říct, že přizpůsobení na trénink je komplexní a je s největší pravděpodobností dáno morfológickými, biochemickými a neurálními faktory, které v průběhu tréninkového programu mají, ale také nemusí mít stejný průběh.

Pro izokinetický trénink maximální síly je vhodnější z hlediska efektivity zvolit nižší rychlosti než vyšší. Volba rychlostí v tréninkových programech by však měla souviset s typy a rychlostí svalových akcí, které jsou potřebné pro daný sport. Při rozvoji explozivní síly je naopak potřebné nastavení vysokých rychlostí, aby došlo dříve k aktivaci rychlých svalových vláken před pomalými svalovými vlákny (Kovaleski & Heitman, 2000). Autoři Rahimi

a Behpur (2005) doporučují pro rozvoj explozivní síly využití smíšených rychlostí a potvrzují, že pokud se spojí tradiční silový trénink s velkými odpory s plyometrickým tréninkem, dochází ke zlepšení výšky vertikálního skoku a tím i k navýšení explozivní síly dolních končetin.

Tabulka 1. Tréninkové protokoly se spektrem rychlostí (Kovaleski & Heitman, 2000, 188, upraveno)

Tréninkový protokol s nižšími rychlostmi										
Série	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rychlost	60	90	120	150	180	180	150	120	90	60
Opakování	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tréninkový protokol s vyššími rychlostmi										
Série	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rychlost	180	210	240	270	300	300	270	240	210	180
Opakování	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Vysvětlivky: Úhlová rychlost je uvedena ve stupních °.

Izokinetické tréninkové studie mají zkoumat, jaký efekt má trénink s různou rychlostí pohybu, frekvencí zatížení, délkou trvání na svalovou sílu a vytrvalosti. Zároveň by měly sledovat a posuzovat rozdíly mezi excentrickým a koncentrickým izokinetickým tréninkem (Brown, 2000). Takovýchto studií, navíc zaměřených na tréninkové efekty programů využívajících vícekloubových, respektive více specifických pohybů, je však ve světové literatuře minimum.

V bakalářské práci jsme se zaměřili na izokinetický trénink s využitím modulu leg-press při smíšených rychlostech, které jsou doporučovány jako optimální pro rozvoj svalové síly. Tento cvik jsme vybrali, protože je více specifický a hodnoty naměřené tímto přístrojem jsou blíže funkční síle.

3 CÍLE A ÚKOLY

3. 1. CÍL PRÁCE

Cílem práce je ověřit efekty izokinetického tréninkového programu zaměřeného na rozvoj maximální a explozivní síly dolních končetin s využitím cviku leg-press u dvou sportujících žen.

3. 2. ÚKOLY PRÁCE

1. Shromáždit poznatky k řešené problematice.
2. Sestavit testovací protokol a realizovat testování před zahájením a po skončení tréninkového programu.
3. Vytvořit programy pro trénink síly dolních končetin s využitím přístroje Isomed 2000 – modul leg-press.
4. Vyhodnotit výsledky a porovnat tréninkové programy.

3. 3. VÝZKUMNÉ OTÁZKY

1. K jakým změnám svalové síly DK dojde při izokinetickém testování flexorů a extenzorů kolene po absolvování tréninkových programů?
 - Absolutní a relativní peak torque [Nm, Nm/kg]
 - Total work [J]
2. K jakým změnám svalové síly DK dojde při izometrickém testování na modulu leg-press po absolvování tréninkových programů?
 - Absolutní a relativní peak force [N, N/kg]
3. K jakým změnám svalové síly DK dojde při izokinetickém testování na modulu leg-press po absolvování tréninkových programů?
 - Absolutní a relativní peak force [N, N/kg]
 - Total work [J]

4. K jakým změnám funkční síly DK dojde po absolvování tréninkových programů s vícekloubovým cvikem leg-press?
 - Výška [cm], SJ, CMJ- a CMJ+

5. V jakých ukazatelích izokinetické, izometrické a funkční síly DK se ve výstupním měření lišily použité tréninkové programy?

4 METODIKA

4.1. CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÝCH SPORTOVKYŇ

Sledovány byly dvě studentky třetího ročníku Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Probandka č. 1 (věk 21 let, tělesná výška 175 cm, tělesná hmotnost 76,2 kg) je aktivní hráčkou volejbalu, probandka č. 2 (věk 22 let, tělesná výška 170 cm, tělesná hmotnost 63,6 kg) se dříve věnovala basketbalu. Dominantní dolní končetina (DDK) u probandky č. 1 je levá, u probandky č. 2 pravá (podle preference kopu do míče), kontralaterální dolní končetina byla označena jako nedominantní (NDK). Den před měřením probandky nebyly vystaveny žádné náročné fyzické zátěži a v testovacím období neměly žádné zdravotní problémy. Probandky byly seznámeny s cílem a metodikou měření, souhlasily s participací na výzkumu a s použitím dat pro výzkumné účely.

4.2 POSTUP MĚŘENÍ

Nejdříve proběhlo rozcvičení na bicyklovém ergometru a dynamické protažení (Příloha 1). Následovalo vlastní izokinetické a izometrické testování a testování vertikálních skoků. Nastavení přístroje Isomed 2000 proběhlo při vstupním měření, hodnoty se uložily do paměti počítače a při každém izokinetickém tréninku se vyhledaly (Tabulka 2, 3, 4, 5). Před začátkem každého tréninku bylo provedeno rozcvičení, po kterém ihned následoval vlastní izokinetický trénink.

Tabulka 2. Nastavení základního modulu přístroje Isomed 2000 u probandky č. 1

Nastavení vstupních hodnot Isomedu 2000			
Fixace		Pravá	Levá
Ramenní opěrka	Strana	2 cm	2 cm
	Délka	35 cm	35 cm
	Hloubka	3 cm	3 cm
Holeň	Strana	1 cm	1 cm
	Délka	7 cm	7 cm
Ruční madla	Pohodlně s pokrčenými lokty a madly u boků		

Tabulka 3. Nastavení základního modulu přístroje Isomed 2000 u probandky č. 2

Nastavení vstupních hodnot Isomedu 2000			
Fixace		Pravá	Levá
Ramenní opěrka	Strana	3 cm	3 cm
	Délka	38 cm	35 cm
	Hloubka	5 cm	3 cm
Holeň	Strana	2 cm	2 cm
	Délka	10 cm	10 cm
Ruční madla	Pohodlně s pokrčenými lokty a madly u boků		

Tabulka 4. Nastavení modulu leg-pressu u probandky č. 1

Nastavení vstupních hodnot leg-pressu		
Fixace:	Strana	2 cm
Ramenní opěrka	Délka	39 cm
	Hloubka	5 cm
Ruční madla	Pohodlně s pokrčenými lokty a madly u boků	
Rozsah pohybu	90°	33,5°
	150°	15°

Tabulka 5. Nastavení modulu leg-pressu u probandky č. 2

Nastavení vstupních hodnot leg-pressu		
Fixace:	Strana	2 cm
Ramenní opěrka	Délka	40 cm
	Hloubka	5 cm
Ruční madla	Pohodlně s pokrčenými lokty a madly u boků	
Rozsah pohybu	90°	33°
	150°	17°

4.2.1. Rozcvičení

Rozcvičení se skládalo ze dvou částí. V první části proběhlo rozcvičení na bicyklovém ergometru Axiom (Heinz Kettler, GmbH & Co. KG, Germany) při zátěži 1,5 W/kg hmotnosti probandky po dobu 5 minut. Ve druhé části následovalo dynamické protažení dolních končetin zaměřené na hamstringy a kvadricepsy. Protažení se skládalo z 6 cviků: 6x „lunge stretch moving“, 6x „lunge stretch backward“, 10x „lateral lunge“, 6x „handwalk“, 5x „inverted hamstring“ a 6x „hip crossover“.

4.2.2. Metody testování

Testování izokinetické síly flexorů a extenzorů kolena

Koncentrická a excentrická síla flexorů a extenzorů kolena byla měřena použitím izokinetického dynamometru Isomed 2000 (D. & R. Ferstl GmbH, Hemau, Germany). Probandky byly testovány vsedě, ruce držely madla podél sedadla. Záda se opírala o opěrnou část pod úhlem 75°, kyčelní kloub svíral úhel přibližně 105°. V oblasti pánve a stehna byly probandky zafixovány pásy a v oblasti ramen ramenními opěrkami. Rameno páky dynamometru bylo připevněno v distální části bérce, nacházelo se přibližně 2 cm nad mediálním malleolem (Příloha 2). Pořadí dolních končetin pro testování bylo náhodné. Při měření druhostranné končetiny bylo uložené nastavení automaticky vyvoláno z paměti pomocí funkce „memotronic“. Při tomto testování proběhly vždy 2 série, nejdříve série cvičná o 4-5 submaximálních opakováních se zvyšující se intenzitou. Po 1 minutě pauzy byla provedena testovací série o 4 maximálních opakováních. Interval odpočinku mezi sériemi byl 1 minuta, mezi měřeními v jednotlivých rychlostech 1 minuta a při střídání dolních končetin činil interval odpočinku 3 minuty. Rozsah pohybu byl 80°, výchozí poloha činila 10° flexe a konečná poloha 90° flexe. Během testování byly využity režimy koncentrické a excentrické svalové kontrakce, nastavené rychlosti byly 60 a 240°/s v koncentrickém režimu a 60°/s v excentrickém režimu. Pro zpracování výsledků byly využity hodnoty peak torque (PT) a total work (TW). Probandovi byla v průběhu měření poskytována zpětná vazba v podobě křivky momentu svalové síly na monitoru dynamometru a testování probíhalo za povzbuzování examinátora. V průběhu testování byla aktivována gravitační korekce.

Testování izometrické a izokinetické síly dolních končetin při cviku leg-press

Během testování síly při vícekloubového pohybu dolních končetin byl využíván přídatný modul leg-press (D. & R. Ferstl GmbH, Hemau, Germany). Probandky byly testovány v poloze vsedě, ruce s pokrčenými lokty svíraly madla u boků. Opěrná část byla sklopena pod úhlem 55°, úhel v kyčelním kloubu činil 120°. Fixace byla zajištěna pásy v oblasti pánve a hrudníku a přes ramena pomocí ramenních opěrek (Příloha 3). Izometrické testování proběhlo v 90° kolenní flexi. Byly provedeny 4 pokusy s maximálním úsilím po dobu 5 sekund. Interval odpočinku mezi jednotlivými pokusy byl 2 minuty. Testovací sérii opět předcházela familiarizační série se 4-5 submaximálními pokusy. Mezi familiarizační sérii a testovací sérii byl interval odpočinku 1 minuta. Při izokinetickém testování byl rozsah pohybu 20-90° v kolenním kloubu, který byl změřen ručním goniometrem. Pro testování byly použity rychlosti 400 a 800 mm/s a 200 a 400 mm/s pro flexi/extenzi dolních končetin. Také při tomto testování proběhly 2 série – familiarizační a testovací. Při familiarizační sérii se konalo 4-5 pokusů, interval odpočinku mezi sériemi činil 1 minutu. V testovací části byly provedeny 4 pokusy s 15 sekundovým intervalem odpočinku. Pro zpracování výsledků byly využity hodnoty peak force (PF) a total work (TW). I v tomto případě byla probandovi poskytnuta zpětná vazba v podobě křivky momentu svalové síly na monitoru dynamometru a proband byl povzbuzován examínátorem.

Testování výšky vertikálních skoků

Výška vertikálního skoku byla změřena pomocí systému OptoJump Next (MicroGate, Italy), který měří absolutní časový rozdíl mezi oporovou a bezoporovou fází. Naměřená doba uvádí dobu letu probanda, tedy dobu opuštění snímaného pole a okamžik dopadu. Využity byly testy: vertikální skok z podřepu s rukama v bok („squat jump“, SJ) (Příloha 4), vertikální skok s protipohybem („countermovement jump“) bez švihů paží (CMJ-) a vertikální skok s protipohybem se švihem paží (CMJ+). Probandky měly na každý skok 3 pokusy. Doba odpočinku a koncentrace na další měřený pokus byla 30 s. Pro vyhodnocení testování výšky vertikálních skoků byly využity nejlepší naměřené hodnoty. Byly vyhodnoceny rozdíly mezi vstupním a výstupním měřením.

4.2.3. Termíny testování

Vstupní testování proběhlo před započítím pětítýdenního tréninkového programu dne 3. 3. 2015. Po skončení tréninkového programu bylo zrealizováno výstupní měření dne 10. 4. 2015.

4. 3. TRÉNINKOVÝ PROGRAM

Izokinetický tréninkový program s využitím vícekloubového cviku leg-press na přístroji Isomed 2000 probíhal po dobu pěti týdnů v termínu 5. 3. 2015 – 7. 4. 2015. Probandka č. 1 absolvovala izokinetický trénink s plyometrií (ITP) a probandka č. 2 pouze izokinetický trénink (IT). Tréninkový program je popsán v Tabulce 6. Tréninkové programy byly sestaveny na základě dostupných literárních poznatků o tréninku síly, včetně izokinetiky a výsledků provedených kazuistických studií na pracovišti (Janečková, 2013; Opavský, 2014).

Tabulka 6. Tréninkový program

Izokinetický smíšený tréninkový program – leg-press		
Poměr lineárních rychlostí flexe a extenze při cviku leg-press	400 a 800 mm/s 200 a 400 mm/s	
Doba tréninkové intervence	5 týdnů	
Počet tréninkových jednotek týdně	2x	
Interval odpočinku mezi tréninkovými jednotkami	2 dny	
Počet sérií v tréninkové jednotce	ITP	IT
	4 + 2x8 skoků CMJ	6
Počet opakování v jedné sérii	8	
Interval odpočinku mezi sériemi	2 minuty	

4. 4. ZPRACOVÁNÍ DAT

Pro zpracování dat byly použity nejlepší výsledky vstupního a výstupního měření sledovaných parametrů izokinetické a izometrické síly dolních končetin peak torque (PT), peak force (PF) a total work (TW) a funkční síly hodnocené výškou vertikálního skoku. Byly vyhodnoceny absolutní rozdíly a rozdíly v procentech mezi měřeními u těchto parametrů. U izometrické a izokinetické síly jsme si zvolili rozdíl 10 % a výše jako věcně významný (Dvir, 2004). V parametru výška vertikálního skoku považujeme jako věcně významný rozdíl o 3 cm (Lehnert, Lamrová, & Elfmark, 2009).

5 VÝSLEDKY

5.1 Změny v izokinetické svalové síle flexorů a extenzorů kolene

Testování svalové síly bylo provedeno se zvolenou metodikou v úhlové rychlosti 60 a 240°/s v koncentrickém režimu a 60°/s v excentrickém režimu svalové kontrakce. Vstupní a výstupní hodnoty sledovaných parametrů, jejich rozdíl a rozdíl v procentech jsou uvedeny v Tabulce 7-10.

Peak torque

Po absolvování ITP došlo k věcně významným změnám v parametru PT při třech měření, zatímco u IT při pěti měření z celkových dvanácti. Navýšení svalové síly je více zřejmé v excentrickém režimu svalové kontrakce u flexorů i extenzorů kolene v obou tréninkových programech. Navýšení je výraznější v nižší rychlosti 60°/s než ve vyšší rychlosti 240°/s, kde došlo k nárůstu pouze u IT u H na DDK (Tabulka 7).

Tabulka 7. Diference v hodnotách PT mezi měřeními izokinetické síly flexorů a extenzorů kolene

PT			ITP				IT			
			M1	M2	d	%	M1	M2	d	%
DDK	H	C60	108,8	120,5	-11,7	9,7	75	81,5	-6,5	8,0
		C240	114,8	113,7	1,1	1,0	54,5	65,3	-10,8	16,5
		E60	101	120	-19	15,8	87,5	113,3	-25,8	22,8
	Q	C60	198,8	194,3	4,5	2,3	166,5	173	-6,5	3,8
		C240	142,5	147,8	-5,3	3,6	107	118,5	-11,5	9,7
		E60	145,2	192	-46,8	24,4	228	279,8	-51,8	18,5
NDK	H	C60	104,3	99,5	4,8	4,8	77	72,8	4,2	5,8
		C240	86	90	-4	4,4	60,8	64,2	-3,4	5,3
		E60	106,5	101,7	4,8	4,7	97,5	110,7	-13,2	11,9
	Q	C60	229,5	203,7	25,8	12,7	167	164	3	1,8
		C240	153	153,5	-0,5	0,3	106,2	114,8	-8,6	7,5
		E60	170,7	180,8	-10,1	5,6	227,7	268,2	-40,5	15,1

Vysvětlivky: PT – peak torque [Nm], DDK – dominantní dolní končetina, NDK – nedominantní dolní končetina, ITP – izokinetický trénink s plyometrií, IT – izokinetický trénink, M1 – vstupní měření, M2 – výstupní měření, d – diference (záporné hodnoty značí navýšení oproti vstupnímu měření), % – diference v procentech (tučně zvýrazněné hodnoty)

jsou považovány za věcně významné; $d \geq 10\%$), C – koncentrický režim, E – excentrický režim, H – hamstringy, Q – kvadricepsy, 60, 240 – korespondující úhlové rychlosti [$^{\circ}/s$].

Peak torque normalizován na kilogram hmotnosti

Po absolvování ITP došlo k věcně významným změnám u parametru PT/kgBW při čtyřech měřeních, zatímco u IT při pěti měření z celkových dvanácti. Navýšení svalové síly je více zřejmé v excentrickém režimu svalové kontrakce u flexorů i extenzorů kolene v obou tréninkových programech. Navýšení je výraznější v nižší rychlosti $60^{\circ}/s$ než ve vyšší rychlosti $240^{\circ}/s$, kdy k navýšení svalové síly došlo pouze u IT u H na NDK (Tabulka 8).

Tabulka 8. Diference v hodnotách PT normalizovaných na kg hmotnosti mezi měřeními izokinetické síly flexorů a extenzorů kolene

PT/kgBW			ITP				IT			
			M1	M2	d	%	M1	M2	d	%
DDK	H	C60	1,4	1,6	-0,2	10,9	1,2	1,3	-0,1	5,8
		C240	1,5	1,5	0	0,4	0,9	1,0	-0,2	5,3
		E60	1,3	1,6	-0,3	16,9	1,4	1,8	-0,4	11,9
	Q	C60	2,6	2,6	0	1,0	2,6	2,7	-0,1	1,8
		C240	1,9	2,0	-0,1	4,9	1,7	1,9	-0,2	7,5
		E60	1,9	2,6	-0,6	25,4	3,6	4,4	-0,8	15,1
NDK	H	C60	1,4	1,3	0,1	3,4	1,2	1,2	0	8,8
		C240	1,1	1,2	-0,1	5,7	1,0	1,0	0	16,5
		E60	1,4	1,4	0	3,3	1,5	1,8	-0,2	22,8
	Q	C60	3,0	2,7	-0,3	11,2	2,7	2,6	0,1	3,8
		C240	2,0	2,0	0	1,6	1,7	1,8	-0,1	9,7
		E60	2,2	2,4	-0,2	6,8	3,6	4,3	-0,6	18,5

Vysvětlivky: PT/kgBW – peak torque normalizován na kilogram hmotnosti [Nm/kg], DDK – dominantní dolní končetina, NDK – nedominantní dolní končetina, ITP – izokinetický trénink s plyometrií, IT – izokinetický trénink, M1 – vstupní měření, M2 – výstupní měření, d – diference (záporné hodnoty značí navýšení oproti vstupnímu měření), % – diference v procentech (tučně zvýrazněné hodnoty jsou považovány za věcně významné; $d \geq 10\%$), C – koncentrický režim, E – excentrický režim, H – hamstringy, Q – kvadricepsy, 60, 240 – korespondující úhlové rychlosti [$^{\circ}/s$].

Total work

Po absolvování ITP došlo k věcně významným změnám u parametru TW při sedmi měření, u IT při šesti měření z celkových dvanácti, přičemž navýšení svalové síly je více zřejmé při excentrickém režimu svalové kontrakce u flexorů a extenzorů kolene v obou tréninkových programech. Navýšení je výraznější v nižší rychlosti 60°/s než ve vyšší rychlosti 240°/s, kde došlo k nárůstu jak u ITP, tak také u IT u H na DDK (Tabulka 9.)

Tabulka 9. Diference v hodnotách TW mezi měřeními izokinetické síly flexorů a extenzorů kolene

TW			ITP				IT			
			M1	M2	d	%	M1	M2	d	%
DDK	H	C60	465	502	-37	7,4	324	336	-12	3,6
		C240	257	293	-36	12,3	176	203	-27	13,3
		E60	363	492	-129	26,2	378	505	-127	25,1
	Q	C60	726	719	7	1,0	652	663	-11	1,7
		C240	477	465	12	2,6	336	365	-29	7,9
		E60	599	760	-161	21,2	733	922	-189	20,5
NDK	H	C60	429	377	52	13,8	318	323	-5	1,5
		C240	216	234	-18	7,7	186	184	2	1,1
		E60	339	406	-67	16,5	366	497	-131	26,4
	Q	C60	827	702	125	17,8	632	631	1	0,2
		C240	444	442	2	0,5	330	336	-6	1,8
		E60	593	688	-95	13,8	812	902	-90	10,0

Vysvětlivky: TW – total work [J], DDK – dominantní dolní končetina, NDK – nedominantní dolní končetina, ITP – izokinetický trénink s plyometrií, IT – izokinetický trénink, M1 – vstupní měření, M2 – výstupní měření, d – diference (záporné hodnoty značí navýšení oproti vstupnímu měření), % – diference v procentech (tučně zvýrazněné hodnoty jsou považovány za věcně významné; $d \geq 10$ %), C – koncentrický režim, E – excentrický režim, H – hamstringy, Q – kvadricepsy, 60, 240 – korespondující úhlové rychlosti [°/s].

5.2 Změny v izometrické svalové síle DK při cviku leg-press

Testování izometrické svalové síly na přídatném modulu leg-press proběhlo se zvolenou metodikou v úhlu 90° kolenní flexe. Vstupní a výstupní hodnoty sledovaných parametrů, jejich rozdíl a rozdíl v procentech jsou uvedeny v Tabulce 11. Tučně zvýrazněné hodnoty jsou považovány za věcně významné ($d \geq 10$ %).

Peak force a peak force normalizován na kilogram hmotnosti

Po absolvování ITP došlo k věcně významným změnám při všech měření, u IT pouze v jednom měření, a to u NDK (Tabulka 10).

Tabulka 10. Diference v hodnotách PF a PF normalizovaných na kg hmotnosti mezi měřeními izometrické síly při cviku leg-press

PF	ITP				IT			
	M1	M2	d	%	M1	M2	d	%
ODK	1453	1920	-467	24,3	1547	1636	-89	5,4
DDK	747	950	-203	21,4	799	855	-56	6,5
NDK	742	982	-240	24,4	748	828	-80	9,7
PF/kgBW	M1	M2	d	%	M1	M2	d	%
ODK	19,1	25,6	-6,5	25,3	24,3	26,0	-1,6	6,3
DDK	9,8	12,7	-2,8	22,4	12,6	13,6	-1,0	7,4
NDK	9,8	13,1	-3,3	25,4	11,8	13,1	-1,4	10,5

Vysvětlivky: PF – peak force [N], PF/kgBW – peak force normalizován na kilogram hmotnosti [N/kg], DDK – dominantní dolní končetina, NDK – nedominantní dolní končetina, ITP – izokinetický trénink s plyometrií, IT – izokinetický trénink, M1 – vstupní měření, M2 – výstupní měření, d – diference (záporné hodnoty značí navýšení oproti vstupnímu měření), % – diference v procentech (tučně zvýrazněné hodnoty jsou považovány za věcně významné; $d \geq 10\%$).

5.3 Změny v izokinetické svalové síle při cviku leg-press

Testování svalové síly na modulu leg-press proběhlo v souladu se zvolenou metodikou v koncentrických rychlostech 400 a 800 mm/s a 200 a 400 mm/s pro extenzi/flexi. Vstupní a výstupní hodnoty sledovaných parametrů, jejich rozdíl a rozdíl v procentech jsou uvedeny v Tabulce 12-15.

Peak force

K věcně významným změnám došlo pouze u ITP, a to při devíti měření z celkových dvanácti. Navýšení svalové síly je více zřejmé při pohybu do flexe. Navýšení je výraznější ve střední rychlosti 400 mm/s (Tabulka 11).

Tabulka 11. Diference v hodnotách PF mezi měřeními izokinetické síly při cviku leg-press

PF		ITP				IT			
		M1	M2	d	%	M1	M2	d	%
ODK	E400	2353	2881	-528	18,3	1779	1937	-158	8,2
	E800	1763	1927	-164	8,5	1274	1297	-23	1,8
	F200	2489	3051	-562	18,4	2428	2406	22	0,9
	F400	2319	2701	-382	14,1	2400	2416	-16	0,7
DDK	E400	1179	1438	-282	18,0	867	952	-85	8,9
	E800	879	971	-72	9,5	646	641	5	0,8
	F200	1302	1591	-286	18,2	1222	1232	-10	0,8
	F400	1276	1522	-151	16,2	1180	1205	-25	2,1
NDK	E400	1174	1456	-259	19,4	912	985	-73	7,4
	E800	884	956	-92	7,5	629	657	-28	4,3
	F200	1189	1475	-289	19,4	1206	1208	-2	0,2
	F400	1102	1253	-246	12,1	1240	1241	-1	0,1

Vysvětlivky: PF – peak force [N], ODK – obě dolní končetiny, DDK – dominantní dolní končetina, NDK – nedominantní dolní končetina, ITP – izokinetický trénink s plyometrií, IT – izokinetický trénink, M1 – vstupní měření, M2 – výstupní měření, d – diference (záporné hodnoty značí navýšení oproti vstupnímu měření), % – diference v procentech (tučně zvýrazněné hodnoty jsou považovány za věcně významné; $d \geq 10$ %), E – pohyb do extenze, F – pohyb do flexe, 200, 400, 800 – korespondující lineární rychlosti [mm/s].

Peak force normalizován na kilogram hmotnosti

K věcně významným změnám došlo pouze u ITP, a to při desíti měření z celkových dvanácti. Navýšení svalové síly je více zřejmé při pohybu do flexe. Navýšení svalové síly je výraznější ve střední rychlosti 400 mm/s (Tabulka 12).

Tabulka 12. Diference v hodnotách PF normalizovaných na kg hmotnosti mezi měřeními izokinetické síly při cviku leg-press

PF/kgBW		ITP					IT			
		M1	M2	d	%	M1	M2	d	%	
ODK	E400	31,0	38,4	-7,5	19,4	28,0	30,7	-2,8	9,0	
	E800	23,2	25,7	-2,5	9,7	20,0	20,6	-0,6	2,7	
	F200	32,8	40,7	-7,9	19,5	38,2	38,2	-0,0	0,0	
	F400	30,5	36,0	-5,5	15,3	37,7	38,3	-0,6	1,6	
DDK	E400	15,5	19,2	-3,7	19,1	13,6	15,1	-1,5	9,8	
	E800	11,6	12,9	-1,4	10,7	10,2	10,2	-0,0	0,2	
	F200	17,1	21,2	-4,1	19,2	19,2	19,6	-0,3	1,7	
	F400	16,8	20,3	-3,5	17,3	18,6	19,1	-0,6	3,0	
NDK	E400	15,4	19,4	-4,0	20,4	14,3	15,6	-1,3	8,3	
	E800	11,6	12,7	-1,1	8,7	9,9	10,4	-0,5	5,2	
	F200	15,6	19,7	-4,0	20,5	19,0	19,2	-0,2	1,1	
	F400	14,5	16,7	-2,2	13,2	19,5	19,7	-0,2	1,0	

Vysvětlivky: PF/kgBW – peak force normalizován na kilogram hmotnosti [N/kg], ODK – obě dolní končetiny, DDK – dominantní dolní končetina, NDK – nedominantní dolní končetina, ITP – izokinetický trénink s plyometrií, IT – izokinetický trénink, M1 – vstupní měření, M2 – výstupní měření, d – diference (záporné hodnoty značí navýšení oproti vstupnímu měření), % – diference v procentech (tučně zvýrazněné hodnoty jsou považovány za věcně významné; $d \geq 10$ %), E – pohyb do extenze, F – pohyb do flexe, 200, 400, 800 – korespondující lineární rychlosti [mm/s].

Total work

Po absolvování ITP došlo k věcně významným změnám u parametru TW při jedenácti měření, zatímco u IT při třech měření z celkových dvanácti. Navýšení svalové síly je více zřejmé při pohybu do extenze. Navýšení svalové síly je výraznější ve střední rychlosti 400 mm/s (Tabulka 13).

Tabulka 13. Diference v hodnotách TW mezi měřeními izokinetické síly při cviku leg-press

TW		ITP				IT			
		M1	M2	d	%	M1	M2	d	%
ODK	E400	974	1190	- 216	18,2	560	688	-128	18,6
	E800	617	693	-76	11,0	381	388	-7	1,8
	F200	1316	1605	-289	18,0	988	1051	-63	6,0
	F400	1142	1311	-169	12,9	1030	1005	25	2,5
DDK	E400	486	593	-107	18,0	274	340	-66	19,4
	E800	307	352	-45	12,8	194	192	2	1,0
	F200	681	844	-163	19,3	495	532	-37	7,0
	F400	610	703	-93	13,2	519	504	15	3,0
NDK	E400	488	597	-109	18,3	286	348	-62	17,8
	E800	310	341	-31	9,1	186	196	-10	5,1
	F200	635	761	-126	16,6	493	519	-26	5,0
	F400	532	608	-76	12,5	511	501	10	2,0

Vysvětlivky: TW – total work [J], ODK – obě dolní končetiny, DDK – dominantní dolní končetina, NDK – nedominantní dolní končetina, ITP – izokinetický trénink s plyometrií, IT – izokinetický trénink, M1 – vstupní měření, M2 – výstupní měření, d – diference (záporné hodnoty značí navýšení oproti vstupnímu měření), % – diference v procentech (tučně zvýrazněné hodnoty jsou považovány za věcně významné; $d \geq 10\%$), E – pohyb do extenze, F – pohyb do flexe, 200, 400, 800 – korespondující lineární rychlosti [mm/s].

5.4 Změny výšky vertikálního skoku

Testování výšky vertikálního skoku proběhlo v souladu se zvolenou metodikou. Vstupní a výstupní hodnoty a jejich rozdíly jsou uvedeny v Tabulce 14.

Po absolvování ITP nedošlo k věcně významným změnám, zatímco u IT u dvou měření.

Tabulka 14. Diference naměřených hodnot výšky vertikálního skoku

Výška vertikálních skoků	ITP			IT		
	M1	M2	d	M1	M2	d
SJ	30,4	30,4	0	25,5	29,4	-3,9
CMJ -	29,7	30,9	-1,2	27,1	31,1	-4
CMJ +	37,1	38	-0,9	32,1	33,8	-1,7

Vysvětlivky: SJ – výskok z podřepu s rukama v bok, CMJ- – výskok s protipohybem bez švihů

paží, CMJ+ – výskok s protipohybem se švihem paží, ITP – izokinetický trénink s plyometrií, IT – izokinetický trénink, M1 – vstupní měření, M2 – výstupní měření, d – difference (záporné hodnoty značí navýšení oproti vstupnímu měření, tučně zvýrazněné hodnoty jsou považovány za věcně významné ($d \geq 3$ cm)).

6 DISKUZE

Svalová síla dolních končetin je jednou z nejdůležitějších faktorů sportovního výkonu (Pori et al., 2005). Extenzory kolene (svaly quadricepsu) se zapojují při běhu a výskocích, flexory (tzv. hamstringy) ovlivňují délku kroku a stabilizují kolenní kloub při akceleracích, rychlých změnách směru a dopadech (Cometti et al., 2001).

Změny izokinetické síly flexorů a extenzorů kolena

Ze sledovaných parametrů izokinetické síly došlo po absolvování obou tréninkových programů (ITP i IT) k věcně významnému navýšení ($d \geq 10\%$) PT a TW u flexorů i extenzorů DDK v excentrickém režimu. Na NDK v excentrickém režimu došlo po absolvování IT k navýšení PT a TW flexorů a extenzorů kolene a po IKT k navýšení pouze TW. V koncentrickém režimu došlo po ITP k navýšení PT i TW v nižší rychlosti $60^\circ/\text{s}$ u extenzorů NDK, u flexorů u DDK došlo k navýšení TW. Testování ve vyšší rychlosti $240^\circ/\text{s}$ potvrdilo nárůst v PT i TW u flexorů DDK po IT a v TW u flexorů DDK po ITP (Tabulka 7-9). Kannus (1994) uvádí, že PT je nejčastěji testovaným parametrem, avšak v kazuistické studii hráče volejbalu (Opavský, 2014) bylo zjištěno, že i když je hodnota PT významným ukazatelem, parametr TW rovněž vystihuje změny v důsledku změny času a stejně tak tomu bylo i v našem případě.

Změny v izokinetické síle flexorů a extenzorů kolene v důsledku odlišných tréninku se více projevily po absolvování IT než ITP. Důvodem může být fakt, že hodnota PT může být ovlivněna i typem svalových vláken a specifiky sportovních disciplín (Aagaard et al., 1998). Změny byly více zřejmé v excentrickém režimu po obou tréninkových programech. Tohle zjištění nás avšak nepřekvapuje, protože absolvovaný tréninkový program obsahoval i excentrickou svalovou kontrakci (při pohybu do flexe). Můžeme se tedy domnívat, že efekty získané v důsledku vícekloubového pohybu jsou přenášeny i do pohybů jednokloubových. Na excentrický trénink je v poslední době kladen velký důraz. Bylo prokázáno, že excentrický trénink je efektivnější pro zvyšování celkové a excentrické svalové síly než koncentrický a jeví se jako i efektivnější pro zvyšování svalové hmoty, což je pravděpodobně způsobeno vyšší silou vyvinutou během tohoto typu svalové činnosti (Roig et al., 2009).

Změny ve svalové síle DK při cviku leg-press

a) Izometrie

Po absolvování ITP došlo při izometrickém testování na modulu leg-press k navýšení absolutní i relativní PF na ODK, DDK a NDK. Tohoto trendu bylo dosaženo i ve studii Opavského (2014), kdy nejlepších výsledků u sledovaného parametru bylo dosaženo po skončení tréninkového programu po IT pouze u NDK. U ITP při absolutním PF byl zaznamenán vzrůst hodnot o 467 N (24,3 %) a u relativního PF o 6,5 N (25,3 %).

b) Izokinetika

Izokinetické testování na modulu leg-press prokázalo po ITP navýšení PF i TW při flexi i extenzi DK ve všech rychlostech – 200 a 400 mm/s při pohybu do flexe a 400 a 800 mm/s při pohybu do extenze u ODK, DDK i NKD. Po absolvování IT došlo k věcně významné změně TW pouze při rychlosti 400 mm/s při pohybu do extenze u ODK, DDK a NDK. Vysvětlením může být fakt, že zvolený tréninkový program byl tak fyzicky náročný, že se organismus u probandky absolvující IT nestačil regenerovat a nahromadila se únava. Nárůst u pohybu do flexe nebyl po IT zaznamenán. Možným důvodem je fakt, že výchozí úroveň extenzorů kolena pracujících excentricky a excentrické síly DK při vícekloubovém pohybu byla u probandky s IT v porovnání s probandkou s ITP vyšší už u vstupního měření (Tabulka 8 a 12). Tréninkový program byl sestaven pro rozvoj maximální, explozivní síly při kombinaci středních a vyšších rychlostí. Dle principu specifčnosti (Gamble, 2010) došlo ke zlepšení v tréninkových rychlostech po ITP.

Změny ve funkční síle hodnocené výškou vertikálního skoku

I když byly podle studie Negrethe a Brophy (2000) nalezeny korelace mezi izokinetickou silou při extenzi kolena, cviku leg-pressu a funkčními testy, je isokinetické testování považováno za nespecifické (Kannus, 1994). Proto se ve sportovní praxi diagnostice využívá pro diagnostické účely rovněž funkčních testů (Morrow, 2005). Pro testování funkční síly DK se velmi často používají různé varianty vertikálních skoků (Manske, Smith, Rogers, & Wyatt, 2003).

Po ITP nedošlo k významnému navýšení ani v jedné ze zvolených variant vertikálního skoků, zatímco u IT došlo k věcně významným změnám při SJ o 3,9 cm, při CMJ- o 4 cm (Tabulka 14). V podobné studii Opavský (2014) došlo již po čtyřech týdnech IT tréninku

k věcně významnému navýšení ve všech uvedených variantách skoků. Předpokládali jsme, že dojde k navýšení výšky skoků po obou tréninkových programech, avšak výška u všech variant skoků již ve vstupním měření byla vždy vyšší u probandky, která absolvovala ITP než u probandky absolvující IT. Jsme tedy názoru, že pro zlepšení byla větší kapacita u probandky absolvující IT.

Podobné varianty vertikálních skoků byly využity ve studii Malliou et al. (2003), kdy byli testováni hráči fotbalu. Ve studii Malliou et al. (2003) došlo k poklesu výšky vertikálního skoku SJ a CMJ- při výstupním měření, zatímco v naší studii došlo k opačnému trendu, ale pouze po absolvování IT byl tento trend zaznamenán jako věcně významný.

7 ZÁVĚRY

1. U flexorů a extenzorů kolene došlo v izokinetickém excentrickém testování při rychlosti 60°/s k navýšení PT a TW na DDK u obou tréninkových programů, na NDK došlo po IT k navýšení PT i TW u flexorů, zatímco po ITP pouze k navýšení TW. V koncentrickém režimu došlo po ITP k navýšení PT i TW v nižší rychlosti 60°/s u extenzorů NDK, u flexorů u DDK došlo k navýšení TW. Ve vyšší rychlosti 240°/s došlo k nárůstu PT i TW u flexorů DDK po IT a v TW u flexorů DDK po ITP.
2. Izometrické testování na modulu leg-press prokázalo navýšení PF na ODK, DDK, NDK po ITP a na NDK u IT.
3. Izokinetické testování na modulu leg-press prokázalo navýšení PF a TW při flexi i extenzi DK v rychlostech 400 a 800 mm/s a 200 a 400 mm/s po ITP. Po IT došlo k navýšení u TW v rychlosti 400 mm/s při pohybu do extenze u ODK, DDK i NDK.
4. Funkční síla hodnocená testy vertikálního skoku vzrostla pouze po IT u SJ a CMJ-.
5. Změny po absolvování odlišných tréninků se více projevily v případě ITP u vícekloubového pohybu, zatímco po IT u jednokloubové flexe/extenze kolene. Nárůsty svalové síly flexorů a extenzorů kolene byly v obou případech více zřejmé v excentrických režimech. K navýšení výšky vertikálního skoku došlo pouze po IT.

8 SOUHRN

Cílem bakalářské práce bylo ověřit efekty izokinetického tréninkového programu zaměřeného na rozvoj maximální a explozivní síly dolních končetin s využitím cviku leg-press u dvou sportujících žen.

Teoretická část je členěna do dvou kapitol, v první kapitole se práce zabývá přehledem poznatků o síle jako důležitém determinantu sportovních výkonů, dále tréninkem síly, zejména maximální a explozivní síly, druhá kapitola je zaměřena na testování a trénink pomocí izokinetické dynamometrie.

Výzkumná část se zabývá metodikou použitou při bakalářské práci. Testované osoby byly dvě studentky třetího ročníku Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Probandka č. 1 (věk 21 let) je aktivní hráčkou volejbalu, probandka č. 2 (věk 22 let), se dříve věnovala basketbalu. Testování se uskutečnilo před započítím a po skončení pěti týdenního izokinetického tréninkového programu s využitím vícekloubového cviku leg-press použitím přístroje Isomed 2000 (D. & R. Ferstl GmbH, Hemau, Germany) v rychlostech 400 a 800 mm/s a 200 a 400 mm/s pro pohyb flexe/extenze. Pro testování izokinetické síly flexorů a extenzorů kolena byly nastaveny úhlové rychlosti 60 a 240°/s v koncentrickém režimu a 60°/s v excentrickém režimu. Sledovaly se parametry peak torque [Nm] a total work [J]. Izometrické testování svalové síly proběhlo v 90° v kolenním kloubu. Izokinetické testování proběhlo na přístroji Isomed 2000 v rámci modulu leg-press při rychlostech 400 a 800 mm/s a 200 a 400 mm/s pro koncentrický a excentrický režim. Sledovaly se parametry peak force [N] a total work [J]. Výška vertikálních skoků [cm] byla změřena pomocí systému OptoJump Next (MicroGate, Italy) a byly použity výskoky z podřepu s rukama v bok (SJ), výskoky s protipohybem bez využití švihové práce paží (CMJ-) a výskoky s protipohybem s využitím švihové práce paží (CMJ+). Nejlepší pokusy ze vstupního a výstupního měření se použily pro vyhodnocení výšky vertikálního skoku.

Výsledky měření ukazují, že rozdíly ve zjištěných změnách mohly být způsobeny odlišností tréninkových programů. V případě ITP se změny projevíly u vícekloubového pohybu, zatímco po absolvování IT u jednokloubové flexe/extenze kolene. Změny mohly být zapříčiněny působením neurálních adaptací (Balso & Cafarelli, 2007). Nárůsty svalové síly flexorů a extenzorů kolene byly v obou případech více zřejmé v excentrických režimech. Nárůst výšky vertikálního skoku byl zaznamenán pouze po IT.

9 SUMMARY

The aim of this thesis was to verify effects of isokinetic training program which is focused on development maximum and explosive muscle strength of lower limbs with leg-press module performed by two sportswomen.

In the first chapter the thesis deals with survey of knowledge of muscle strength as important determinant of sport performance then strength training, especially maximum and explosive muscle strength and the second chapter is focused on testing and training using isokinetic dynamometry.

The research part concerns methodology used in the thesis. Persons, participating in the testing, were two students of Faculty of physical culture Palacky University in Olomouc. The person being testing n. 1, in years 21 years old, is active volleyball player, the person being testing n. 2, in years 22 years old, played basketball. Testing was realized before and after five weeks isokinetic training program with multi-joint movement on leg-press module Isomed 2000 (D. & R. Ferstl GmbH, Hemau, Germany) at velocity 400 a 800 mm/s and 200 a 400 mm/s for flexion/extension movement. For testing of isokinetic muscle strength of the knee flexors and extensors were set angular velocity of 60°/s and 240°/s in concentric mode and the angular velocity of 60°/s in eccentric mode. Parameters peak torque [Nm] and total work [J] were monitored. Isometric testing carried out on Isomed 2000 with leg-press module at velocity 400 a 800 mm/s and 200 a 400 mm/s in concentric and eccentric mode during single movement. Peak force [PF] and total work [J] were monitored parameters. Height of the vertical jumps [cm] was measured by OptoJump Next system (MicroGate, Italy) and were used jumps from a squatting with hands on a hips („squat jump“, SJ), countermovement jumps with usage of arms and without arms (“countermovement jump”, CMJ). The highest attempts of the two measurements were used for evaluation the height of vertical jumps.

Changes, as a results of different training program, were more evident by multi-joint movement in ITP, after completion IT by knee flexors and extensors. It was most likely caused by neural adaptations (Balso & Cafarelli, 2007). The increase of muscle strength of knee flexors and extensors was in both programs more obvious in eccentric mode. The increase of high of vertical jumps was only after IT.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *American Journal of Sports Medicine*, 26(2), 231-237.
- Balso, C. D., & Cafarelli, E. (2007). Adaptations in the activation of human skeletal muscle induced by short-term isometric resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 103, 402-411.
- Baltzopoulos, V., & Brodie, D. A. (1989). Isokinetic dynamometry, applications and limitations. *Sports Medicine*, 8(2), (101-116).
- Brown, L. E. (2000). *Isokinetics in human performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Cometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J. C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 45-51.
- Dovalil, J., & Choutka, M. (2012). *Výkon a trénink ve sportu* (4th ed.). Praha: Olympia.
- Dvir, Z. (2004). *Isokinetics (muscle testing, interpretation and clinical applications)*. London: Elsevier Health Science. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Dylevsky, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (1987). *Designing resistance training programs*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gamble, P. (2010). *Strength and conditioning for team sports: Sport specific physical preparation for high performance*. London: Taylor & Francis.
- Chan, K.-M., & Maffulli, N. (1996). *Principles and practise of isokinetics in sports medicine and rehabilitation*. Hong Kong: Williams & Wilkins.
- Chu, D. A. (1998). *Jumping into plyometrics*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Janečková, S. (2013). *Ověření izokinetického tréninkového programu s využitím modulu leg-press*. Bakalářská práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.

- Janura, M., Vařeka, I., Lehnert, M., & Svoboda, Z. (2012). *Metody biomechanické analýzy pohybu*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Kannus, P. (1994). Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *International Journal Of Sports Medicine*, 15(1), 11-18.
- Kovaleski, E. J., & Heitman, J. (2000). Testing and training the lower extremity. In L. E. Brown (Ed.), *Isokinetics in human performance* (pp.171-195). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lehnert, M., Lamrová, I., & Elfmark, M. (2009). Changes in speed and strength in female volleyball players during and after a plyometric training program. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 39(1), 59-66.
- Lehnert, M., Novosad, J., & Neuls, F. (2001). *Základy sportovního tréninku*. Olomouc: Hanex.
- Lehnert, M., Novosad, J., Neuls, F., Langer, F., & Botek, M. (2010). *Trénink kondice ve sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Malliou, P., Ispirlidis, I., Beneka, A., Taxildaris, K., & Godolias, G. (2003). Vertical jump and knee extensors isokinetic performance in professional soccer players related to the phase of the training period. *Isokinetics and Exercise Science*, 11, 165-169.
- Manske, R. C., Smith, B. S., Rogers, M. E., & Wyatt, F. B. (2003). Closed kinetic chain (linear) isokinetic testing: Relationships to functional testing. *Isokinetics & Exercise Science*, 11(3), 171-180.
- Morrow, J. R., Jackson, A. W., Disch, J. G., & Mood, D. P. (2005). *Measurement and evaluation in human performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Negrete, R. & Brophy, J. (2000). The relationship between isokinetic open and closed chain lower extremity strength and functional performance. *Sport Rehabilitation*, 9, 46-61.
- Novosad, J., Frömel, K., & Lehnert, M. (1996). *Základy sportovního tréninku*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Opavský, M. (2014). *Ověření izokinetického tréninkového programu s využitím vícekloubového cviku leg-press u hráče volejbalu*. Bakalářská práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.

- Perič, T. & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada.
- Pori, P., Bon, M., & Šibila, M. (2005). Jump shot performance in team handball - a kinematic model evaluated on the basis of expert modelling. *Kinesiology*, 37, 40-49.
- Rahimi, R., & Behpur, N. (2005). The effects of plyometric, weight and plyometric-weight training on anaerobic power and muscular strength. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 3(1), 81-91.
- Roig, M., O'Brien, K., Kirk, G., Murray, R., McKinnon, P., Shadgan, B., & Reid, W. D. (2009). The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 43, 556-568.
- Wrigley, T., & Strauss, G. (2000). Strength assessment by isokinetic dynamometry. In C. J. Gore (Ed.), *Physiological tests for elite athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Zatsiorski, V. M., & Kraemer, W. J. (2014). *Silový trénink. Praxe a věda*. Praha: Mladá fronta.

11 PŘÍLOHY

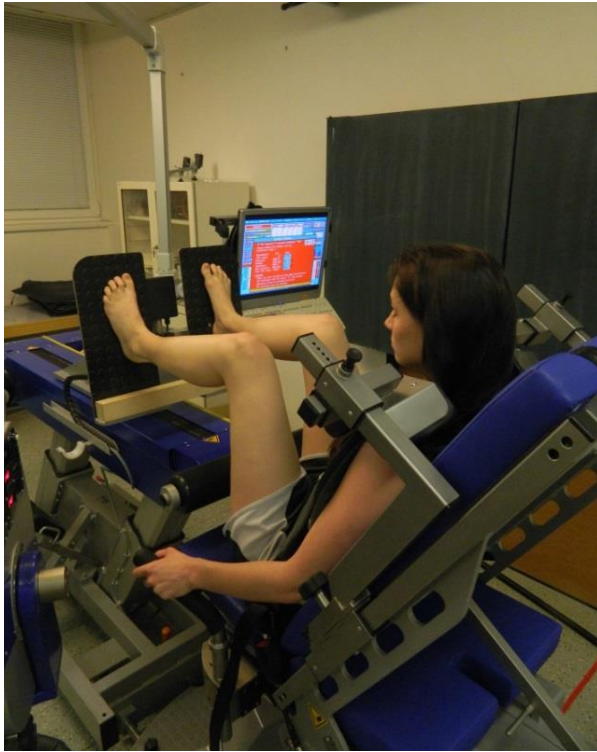
Příloha 1. Rozcvičení na bicyklovém ergometru a dynamické protažení



Příloha 2. Pozice probandky při testování izokinetické síly flexorů a extenzorů kolene



Příloha 3. Pozice probandky při testování izokinetické síly při cviku leg-press



Příloha 4. Pozice při startu u squat jumpu

