

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2013

Petra Šípková

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**Síla extenzorů a flexorů kolena jako determinant výkonu
v rychlostních testech u mládeže**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PaedDr. Tomáš Malý, Ph.D.

Konzultant diplomové práce:

Mgr. Jaroslav Teplan

Vypracovala:

Bc. Petra Šípková

Praha 2013

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně, uvedla veškerou literaturu a ostatní zdroje, které jsem použila a práce nesloužila k získání jiného titulu.

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Touto cestou děkuji za odborné vedení a pomoc při vzniku absolventské práce vedoucímu diplomové práce PaedDr. Tomáši Malému, Ph.D. a konzultantovi diplomové práce Mgr. Jaroslavu Teplanovi za vstřícnou spolupráci.

Abstrakt

Název: Síla flexorů a extenzorů kolena jako determinant výkonu v rychlostních testech u mládeže

Cíle: Zjistit, zda existuje vztah mezi úrovní svalové síly extenzorů a flexorů kolena a výkonem v rychlostních testech u vybrané populace

Metody: Bylo realizováno laboratorní a terénní měření vybrané dvaadvacetičlenné skupiny studentů, získané výsledky byly zpracovány do grafů a tabulek, pro zpracování byl použit aritmetický průměr a směrodatná odchylka

Výsledky: Bylo zjištěno, že čím větší je síla flexorů a extenzorů kolena, tím lepší je výkon v rychlostních testech. Námi předpokládané hypotézy se potvrdily, existuje vysoká závislost mezi svalovou silou flexorů a extenzorů kolena a rychlostním výkonem. Síla flexorů dosáhla vyššího vztahu k rychlostním výkonům než síla extenzorů

Klíčová slova: Rychlost, síla, testování, mládež, výkon

Abstract

Title: Strength of knee extensors and flexors as a determinant in performance of speed abilities in youth

Objectives: To find out whether there is a correlation between the strength of the knee flexors and extensors and the performance in speed tests in a selected age group

Methods: There was a laboratory and outdoor testing carried out with a group of 42 students. The results were processed in tables and graphs, the arithmetic mean and the standard deviation functions were used

Results: The tests showed that the more powerful the knee flexors and extensors are the better the performance in speed tests is. The hypothesis proved right, there is a strong relation between the knee flexors and extensor strength and a speed performance. The flexors scored higher in the importance for a speed performance than the extensors

Keywords: Speed, strength, testing, youth, performance

OBSAH

1 ÚVOD.....	9
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	11
2.1 Pohybové schopnosti a pohybové dovednosti	11
2.2 Rychlostní schopnosti	13
2.3 Silové schopnosti	14
2.4 Anatomická stavba kolene	15
2.5 Charakteristika mládeže ve věku 13-15 let.....	18
2.6 Terénní a laboratorní testování	19
3 CÍLE, HYPOTÉZY, ÚKOLY	22
3.1 Cíle práce	22
3.2 Hypotézy práce	22
3.3 Úkoly práce.....	22
4 METODOLOGIE VÝZKUMU	23
4.1 Charakteristika výzkumného souboru	23
4.2 Organizace výzkumu	24
4.3 Metody získávání výzkumných údajů	25
4.3.1 Akcelerační a maximální rychlost	26
4.3.2 Agility testy.....	26
4.3.3 Frekvence.....	28
4.4 Metody zpracování a vyhodnocení výzkumných údajů	28
5 VÝSLEDKY	30
5.1 Úroveň svalové síly extenzorů a flexorů kolena.....	30
5.2 Korelace mezi rychlostí, agility a silou	32
6 DISKUZE	40
7 ZÁVĚR	45
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	46
PŘÍLOHY	50

1 ÚVOD

Pohybová vybavenost dospívající mládeže je v poslední době velice diskutovaným tématem. Zejména starší generace má tendenci porovnávat fyzickou zdatnost současné mládeže se sebou samou v jejich věku, a zejména mládež ve velkých městech. Možné pochybnosti o tělesné zdatnosti dnešních mladých lidí vyplývají ze současného způsobu života a to napříč všemi věkovými kategoriemi. Pokud současný čtyřicátník sportoval do svých dvaceti let například pětkrát týdně, v současné době se s velkou pravděpodobností tato četnost výrazně snížila a to právě vlivem čím dál náročnějšího způsobu života. Je složitější zorganizovat denní režim, zkoordinovat zájmy a povinnosti potomků a rodičů, hlavní náplní pracujících je vydělávat peníze a uživit tak rodinu. Na koníčky a sportovní aktivity tak často nezbyvá čas a ani chuť. Pokud dobrovolně nesportují rodiče, je pravděpodobné, že ani jejich děti si k této aktivitě nevybudují kladný vztah. Správnou námitkou by mohlo být, že děti přeci sportují, navštěvují sportovní kroužky, ale často to bývá z toho důvodu, že nuceně vyplňují prázdný čas mezi školou a večerním odvozem rodiči domů. Takové sportování je často bez nadšení a vlastního zájmu a děti jen plní přání rodičů. Do budoucna to nepřináší žádný kladný vztah ke sportu a je velmi pravděpodobné, že se sportu nebudou dobrovolně věnovat.

Podle mých zkušeností získaných za poslední dva roky, kdy vyučuji tělesnou výchovu na gymnáziu v Praze, nemohu potvrdit výše uvedená tvrzení. A nemyslím si ani, že existuje rozdíl ve sportovní aktivitě dětí ve velkoměstech a v menších městech. V každém kolektivu se vždy najdou nějaké extrémny, nejen sportovci nesportovci, umělci a kreativně méně zdatní, ale i chytří a ti méně bystří. Stejně jsem to vyzorovala i v hodinách tělesné výchovy, kdy v každé třídě je několik typů sportujících. Někdo nesportuje vůbec, jiný každý den ten samý sport, jiný zas každý den, ale pokaždé jiný sport. Podíl na tom mají nejen sportující rodiče, ale v poslední době je sport představen jako moderní záležitost. Kdekoliv po městě jdeme, potkáváme plakáty a billboardy, které lákají na různé moderní sportovní aktivity a do fitness center. Já sama aktivně sportuji celý život a nedovedu si už bez toho svůj režim představit. Letos to je první rok, kdy nebudu závodit na atletických závodech, ale pořád mě tento sport zajímá. Věnovala jsem se sprinterským disciplínám a skoku dalekému. V těchto disciplínách je vyžadována jak rychlost, tak i síla dolních končetin a to bylo první určení tématu diplomové práce. Druhým upřesněním tématu byla moje profese a s ní

spojené možnosti zajistit skupinu probandů, která se zúčastnila výzkumu pro účely této diplomové práce. O výzkumu jsem předpokládala, že bude atraktivní i pro testované studenty, kteří tak získali přístup do moderní sportovní laboratoře a při terénním testování viděli a užívali odborné pomůcky, se kterými běžně do kontaktu nepřijdou. Můj předpoklad byl správný, studenti skutečně získali spoustu zajímavých poznatků a zažili řadu zážitků spojených s testováním a pobytem v Laboratoři sportovní motoriky.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

2.1 Pohybové schopnosti a pohybové dovednosti

Pohybové schopnosti představují soubor vnitřních biologických předpokladů organismu pro pohybovou činnost. Základní rozdíl mezi pohybovými schopnostmi a dovednostmi je, že schopnost je z části geneticky podmíněná, dovednost se získává učením. Pohybové schopnosti jsou proti dovednostem stálejší v čase, jejich ovlivnění tréninkem je dlouhodobou záležitostí.

Motorické schopnosti jsou, stejně jako pohyb, nezbytnou součástí našeho života. Jsou součástí pracovních, sportovních i jiných druhů lidské činnosti a jsou nezbytné k provedení pohybu. Do jisté míry jsou geneticky podmíněné a do určité míry ovlivnitelné prostředím, avšak každá z motorických schopností má své limity.

Motorická schopnost by mohla být nadřazeným pojmem pro motorickou dovednost. Dovednost je závislá na několika schopnostech, počet dovedností je nevyčísitelný (dovednost jet na kole, sjíždět na lyžích, skákat do dálky atd.), ale počet schopností je omezen. Osvojení si dovedností závisí na motorických, senzorických a kognitivních schopnostech.

Dovednost je podmíněna několika schopnostmi a jedna schopnost se uplatňuje v mnoha dovednostech.

Schopnosti lidského jedince se v průběhu ontogeneze vyvíjejí. V porovnání s jinými savci je člověk po narození motorikou prakticky nevybaven. Schopnosti se během růstu a vývoje jedince rozvíjejí a diferencují. Struktura schopností dítěte v období mladšího školního věku se již podobá struktuře dospělého člověka. Již zmíněný rozvoj a diferenciaci schopností se mění v procesu učení. Motorické schopnosti ovlivňujeme ve smyslu pozitivním a to aktivní pohybovou činností v období dětství a adolescence. Negativním ovlivněním by pak bylo např. dlouhodobé upoutání na lůžko či jiné znevýhodnění. Pro rozvoj motorických schopností je důležitá praxe, pohybová aktivita a cvičení. Rozvíjení motorických schopností je proces dlouhodobý, pozvolný, trvá déle než osvojení si dovedností.

Pohybové schopnosti

Většinová část autorů jak v České republice, tak v zahraničí, člení motorické schopnosti na kondiční a koordinační. Kondiční schopnosti jsou podmíněny převážně energetickými procesy a řadíme sem silové a vytrvalostní schopnosti. Koordinační schopnosti jsou determinovány procesy řízení a regulace pohybu. Rychlostní schopnosti vzhledem k výrazné koordinační podmíněnosti zahrnujeme do obou skupin. (Měkota, Blahuš, 1983)

Další dělení dvou velkých skupin je následující:

Kondiční schopnosti jsou rozdělené na silové (maximální, rychlá, reaktivní a vytrvalostní síla), rychlostní (reakční a akční rychlost) a vytrvalostní.

Koordinační schopnosti zahrnují schopnosti obratnostní, diferenciací, reakční, orientační, rytmické, rovnovážné. (Měkota, Novosad, 2005)

V kapitole 2.2 Rychlostní schopnosti a 2.3 Silové schopnosti se podrobněji zabýváme problematikou rychlostních a silových schopností.

Pohybová dovednost

Pohybovou dovednost člověk získává učením, které nám nabízí tři současně probíhající procesy: - osvojování nové dovednosti, - začlenění dovednosti do již vybudovaného systému, - zpětná vazba, ujištění se, že výsledek odpovídá požadovanému úkolu.

Osvojí-li si jedinec určitou dovednost, dovede potom řešit pohybové úkoly vhodným způsobem, na požadované úrovni dokonalosti, dostatečně rychle a ekonomicky.

Dovednosti třídíme podle různých hledisek, zde je uveden jeden z možných příkladů:

1. druh pohybové činnosti: základní, pracovní, sportovní
2. rozsah vykonávaných pohybů: jemné (malé svalové skupiny), hrubé (koordinace velkých svalových skupin)
3. typ sportovního odvětví (plavecké, herní, gymnastické)

Ve sportu dělíme pohybové dovednosti následovně:

1. otevřené: proměnné, nepředvídatelné, dovednosti vyžadující přizpůsobit se okolnostem, které nejde dopředu předvídat, příkladem sportovní hry
2. uzavřené: stálé, předvídatelné, málo proměnlivá činnost při konstantních podmínkách, příkladem sportovní gymnastika

2.2 Rychlostní schopnosti

Rychlostní schopnost je schopnost realizovat pohybový úkol v co nejkratší době nebo maximální frekvencí.

Ovlivnění rychlostních schopností patří k nejobtížnějším tréninkovým úkolům. Předmětem tréninku rychlosti je působení na nervosvalový systém. Maximální rychlost lokomoce primárně určuje dynamika nervových procesů. Jde o rychlé a opakované aktivace a útlumy nervových vzruchů, na jejichž základě dochází k aktivaci a uvolnění svalů, které zajišťují lokomoční pohyby. Dalším faktorem je rychlost vedení elektrických vzruchů po nervových vláknech ke svalovým jednotkám. Třetím faktorem jsou biochemické a fyziologické vlastnosti svalů. Při rychlém běhu se uplatňují ve vyšší míře rychlá glykolitická vlákna (Fast Glycolitic FG, bílá) než pomalá oxidativní (Slow Oxidative SO, červená). Oba typy vláken se liší biochemickými a fyziologickými vlastnostmi. Poměr bílých a červených vláken je otázkou dědičnosti.

Jedná se o krátkodobý projev, většinou do 20 s, prováděný maximálním úsilím. Existuje několik rychlostních složek, které jsou navzájem relativně nezávislé. To znamená, že zlepšení například reakční rychlosti nemusí ovlivnit úroveň frekvenční schopnosti.

Zásady pro rozvoj rychlostních schopností:

- intenzita cvičení je prováděna maximální nebo téměř maximální intenzitou (95-100% maxima)
- doba cvičení je do 20 s maximálně, spíše 10-15 s
- počet sérií je 2-5, kdy v jedné sérii je počet opakování kolem 10
- interval odpočinku je závislý na délce zatížení, měl by být v poměru 1:10 zatížení: odpočinek
- interval odpočinku mezi sériemi 7-10 minut, kdy odpočinek má aktivní charakter
- trénink rychlosti je v tréninkové jednotce zařazen na začátek hlavní části, kdy sportovec není unaven

Rozlišujeme tyto rychlostní schopnosti:

1. reakční rychlost – představuje délku reakce mezi podnětem a zahájením pohybu

2. acyklická rychlost – rychlost jednotlivého pohybu, pohyb, u kterého bezpečně určíme začátek a konec (skok)

3. cyklická rychlost – rychlost pohybového projevu – lokomoce (cyklistika, běh)

Jednotlivé složky jsou akcelerace: co největší zrychlení, maximální frekvence: co nejrychlejší opakování pohybu a rychlá změna směru: slalom, zrychlování, zpomalování

Kombinací výše uvedených rychlostí vzniká rychlost komplexní.

2. 3 Silové schopnosti

Silová schopnost je schopnost překonávat odpor vnějšího prostředí pomocí svalového úsilí. Úroveň silových schopností výrazně ovlivňuje celou řadu pohybových úkolů.

Silové schopnosti jsou limitovány funkcí kosterních svalů a závisí na:

- průřezu svalu – příčný průměr svalu, který je částečně dán dědičně, ale z větší části ho můžeme ovlivnit tréninkem
- typu svalových vláken – poměr rychlých a pomalých vláken
- neuromuskulárních faktorech – množství zapojených motorických jednotek, svalové činnosti a její nervové řízení, intramuskulární a intermuskulární aktivace
- energetické připravenosti
- volným úsilím a motivací

Existují odlišnosti dělení silových schopností,

Fleishman (1964) je rozděluje následovně:

1. explozivní síla – jednorázový projev maximální svalové síly v nejkratším čase, skok, vrh

2. dynamická síla – jednorázový nebo opakovaný projev svalové síly při překonávání většího odporu v pohybu, veslování

Následné dělení: maximální síla, vytrvalostní síla, rychlostní síla

3. statická síla – jednorázový volný projev svalové síly proti pevnému odporu, udržení těla nebo břemena ve statické poloze, vis ve shybu, vzpírání

Podle Měkoty a Novosada je dělení odlišné:

1. maximální síla – největší síla, kterou je schopen vyvinou nervosvalový systém při volní kontrakci
2. rychlá síla – největší silový impuls v čase, který je třeba pro vykonání pohybu, dělí se na startovní a explozivní
3. vytrvalostní síla – odpor je překonáný stálou nevelkou rychlostí
4. reaktivní síla - schopnost vytvořit optimální silový impuls v kombinaci excentrické a navazující koncentrické svalové činnosti

V období 13-15 let života se může začít s vlastním silovým tréninkem, do té doby je vhodné posilování jen s vahou vlastního těla nebo s využitím pomůcek, jako jsou expandery, pružiny, cvičební pružné pásy thera-bandy, balanční podložky. Základem správného posilování jsou čtyři základní oblasti silového rozvoje:

1. nácvik techniky posilování
2. všeobecná silová příprava
3. silově rovnovážná cvičení
4. využití speciálních metod rozvoje

2.4 Anatomická stavba kolene

Kolenní kloub (*articulatio genus*) je největší a nejsložitější kloub v těle člověka. Tvořen je spojením tří kostí: dolním koncem stehenní kosti – femur, horním koncem kosti holenní – tibie a čéškou – patela. Pohyb těchto kostí proti sobě je umožněn hladkými a elastickými chrupavkami, které pokrývají právě styčné plochy tibie, femuru a pately. Femur a tibie jsou dvě nejdelší kosti v těle, tím i nejdelší páky v těle. To způsobuje značné síly v kolenním kloubu, a proto je tento kloub nejvíce zatěžovaným. Úkolem kolenního kloubu je umožnění stability při současné mobilitě.

Kondyly femuru a tibie do sebe přesně nezapadají, proto funkci styčných ploch přebírají dva mohutné chrupavčité menisky, meniskus medialis a meniskus lateralis. Tím tak vytvářejí kloubní jamku. Menisky se skládají z vazivové tkáně, která má na obvodu charakter hustého vaziva, které postupně přechází ve vazivovou chrupavku. Menisky se liší velikostí i tvarem.

Celý kloub je uzavřen kloubním pouzdrům. Stabilita kolena je ve všech směrech pohybu a ve všech rovinách držena staticky kolenními vazy a dynamicky svalovou manžetou.

Kolenní vazy vymezují krajní rozsah pohybu. Na vnější a vnitřní straně to jsou postranní vazy, uvnitř kolena přední a zadní zkřížené vazy.

Pouzdro kolenního kloubu zesiluje řada vazů:

- vnitřní postranní vaz (*lig. collaterale tibiale*) je vpředu tvořeno vertikálními a vzadu šikmými vazivovými vlákny, která začínají na mediálním epikondylu stehenní kosti a upínají se na holenní kost, 6 - 9 cm pod štěrbinou kloubu. Vaz je poměrně široký, plochý a jeho zadní část pevně srůstá s kloubním pouzdrům a s vnitřním meniskem. Je zcela napjat při extenzi kolena, které tak stabilizuje
- zevní postranní vaz (*lig. collaterale fibulare*) je zaoblený až oválný svazek vláken jdoucí od laterálního epikondylu k hlavičce lýtkové kosti, na kterou se upíná asi 1 cm od jejího vrcholu. Vaz je ve výši kloubní štěrbinu oddělen od kloubního pouzdra vrstvičkou řídkého vaziva a distální úsek vazy je obejmut úponovou šlachou dvouhlavého stehenního svalu. Postranní vaz je zcela napjat při extenzi kolena, a proto také patří mezi stabilizátory kolenního kloubu

Nejmohutnějšími stabilizátory kloubu jsou nitrokloubní zkřížené vazy (*ligg. cruciata genus*).

Přední zkřížený vaz (*lig. cruciatum anterius*) začíná na vnitřní ploše zevního kondylu femuru a vede do přední interkondylární plochy. Omezuje posun hlezenní kosti dopředu a zabezpečuje vnitřní rotaci bérce. Přední vaz je nejvíce zatížen při vnitřní rotaci bérce, zvláště je-li koleno v hyperextenzi.

Zadní zkřížený vaz (*lig. cruciatum posterius*) vede od zevní plochy vnitřního kondylu do zadní interkondylární plochy. Zadní vaz brání posun bérce dozadu a omezuje zevní rotaci.

Pohyby v kolenním kloubu dělíme na:

- flexe v rozsahu 130° - 160°
- extenze (základní postavení kloubu)
- vnitřní (17°) a zevní (21°) rotaci

Svaly zajišťující základní pohyby kolenního kloubu můžeme rozdělit do čtyř funkčních skupin:

1. svaly provádějící flexi v kolenním kloubu:

- m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus, m. gracilis, m. gastrocnemius, m. sartorius

2. svaly provádějící extenzi v kolenním kloubu:

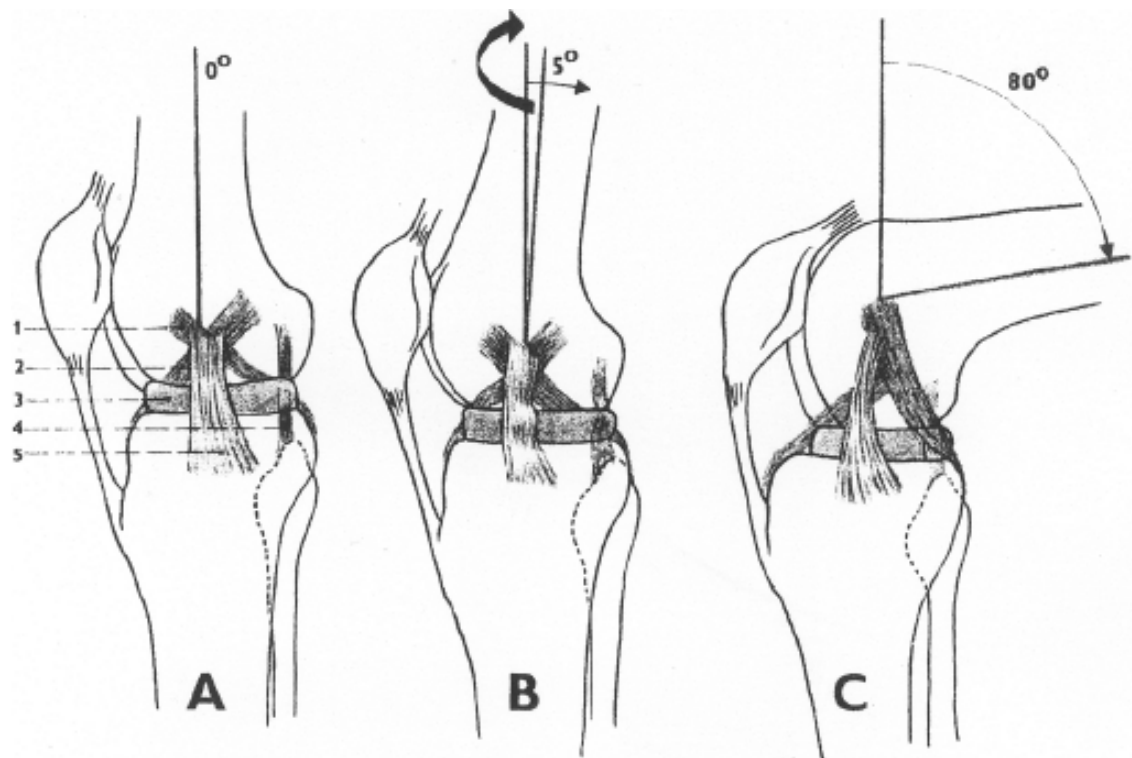
- m. quadriceps femoris

3. svaly provádějící zevní rotaci v kolenním kloubu (jen ve flexi):

- m. biceps femoris

4. svaly provádějící vnitřní rotaci v kolenním kloubu (jen ve flexi):

- m. semitendinosus, m. semimembranosus, m. gracilis, m. sartorius, m. popliteus



Obrázek č. 1: Postavení postranních a zkřížených vazů za extenze kolena a v průběhu flexe

1 - zadní zkřížený vaz, 2 - přední zkřížený vaz, 3 - postranní vaz fibulární, 4 - postranní vaz tibiální

A - plná extenze, napjaté postranní i zkřížené vazy, B - flexe 5° spojená s počáteční rotací (odemknutí kolena) uvolňují se postranní vazy a přední zkřížený vaz, C - flexe 80°, znovu se napíná postranní vaz tibiální a přední zkřížený vaz (Čihák, 1987)

2.5 Charakteristika mládeže ve věku 13 - 15 let

V pedagogice existuje několik periodizací, které vymezují jednotlivá období lidské ontogeneze. Některá členění jsou provedena na základě školského systému, jiná se zase opírají o rozdílný průběh vývoje v období dospívání. Nejpoužívanější periodizací je ta, která vymezuje ontogenezi podle školského systému: mladší, střední a starší školní věk, autorem tohoto členění je Václav Příhoda. Období šesti (sedmi) až deseti (jedenácti) let života je označováno jako období mladšího školního věku. Navazujícím obdobím je střední školní věk pro roky života deset (jedenáct) až čtrnáct (patnáct) let, starší školní věk je posledním obdobím příslušného členění a zahrnuje jedince do osmnácti (devatenácti) let.

Somatický vývoj

Ve vývoji tělesné výšky konstatujeme stále progresivní růst. V důsledku dřívějšího nástupu

pubescence u dívek je jejich tělesná výška ve věkovém rozmezí jedenáct až třináct let vyšší než u chlapců. Za tímto prahem je průběh růstových změn v tělesné výšce spíše negativně akcelerující. Ve vývoji hmotnosti je tento trend obdobný, i když méně zřetelný. Růstové změny se neprojevují rovnoměrně v celém organismu. Končetiny rostou rychleji než trup a růst do výšky je intenzivnější než do šířky. V tělesné výšce i hmotnosti jsou mezi jednotlivými žáky značné rozdíly. V konci období již mají chlapci signifikantně vyšší tělesnou výšku i hmotnost.

Pohybová výkonnost

Ve všech pohybových schopnostech se rozdíly ve výkonnosti z hlediska pohlaví prohlubují. Hodnocení vývoje kondičních pohybových schopností naznačuje, že v aerobní vytrvalosti je její růst v celém období u chlapců progresivní, čemuž odpovídají výsledky laboratorního zjišťování absolutní i relativní spotřeby kyslíku (Šprynarová 1983). U děvčat je tento průběh progresivní pouze do 13 let, kdy byly zjištěny nejlepší výkony v běhu za 12 min. Podobné jsou i nálezy z laboratorních měření (Seliger 1975). Obdobné trendy vývoje můžeme sledovat i u rychlostních schopností. U chlapců registrujeme v průběhu celého období pozitivní akceleraci. Děvčata sice svoji výkonnost také zlepšují, avšak tato tendence se postupně zpomaluje a vrcholu dosahuje

již v 15 letech. V explozivní a dynamické síle (testy: skok do dálky z místa, leh-sed/60s) vzrůstá u chlapců výkonnost v obou ukazatelích progresivně. Výkonnost děvčat ve sledovaném období rovněž roste, ale v mírnější gradaci. Ve statické síle horních končetin jsou mezipohlavní rozdíly ještě více znatelné. Výkonnost děvčat v tomto testu spíše stagnuje. Poněvadž dospívající organismus nemá ještě zcela dozrálý mechanismus uvolňování laktátové energie, doporučuje se užívat anaerobně laktátových zatížení v omezené míře. Plně však lze využít schopnost pubescentů k rychlé adaptaci spotřeby kyslíku dle nároků zátěže a tím předchozí zátěžové omezení kompenzovat.

Motorická docilita

Nerovnoměrné a rychlé růstové změny v průběhu pubescence (zaostávání přírůstku svalové hmoty za růstem končetin) vedou k diskoordinačním projevům. Zvláště u mládeže s nedostatečným pohybovým režimem. Pubescenti s omezenými pohybovými zkušenostmi se nestačí rychle adaptovat na aktuální rozměry svého těla a mohou mít proto jisté problémy s regulací svalového úsilí i kinestetickým vnímáním polohových změn. Může se to projevit ve zhoršeném provedení dříve osvojených dovedností. Ke konci pubescence se tyto diskoordinační projevy omezují. Jinou příčinou diskoordinace a tím i snížené docility v osvojování nových pohybových dovedností jsou výkyvy aktivační úrovně (způsobené emoční labilitou pubescentů) a její neadekvátní nasazení vzhledem k nárokům pohybového úkolu.

2.6 Terénní a laboratorní testování

Testování je zkouška schopností, zdatnosti nebo jakýchkoliv znalostí. Testy slouží jako ukazatele motorických schopností. Osoba, která se podrobuje testování, se označuje jako testovaná osoba. Ten, kdo provádí testování je examinátor.

Neuman (2003) vysvětluje, co to jsou testy motorických schopností a co obsahují: „Test je vlastně určitým typem zkoušky. V této knize se zabýváme pohybovou činností a měřením výkonu v zadaném pohybovém úkolu a ten vyjadřujeme konkrétními čísly (počet centimetrů, kilogramů či sekund). Pohybové úkoly mají rozdílný charakter, měřené osoby se snaží podat maximální výkon, dosáhnout co nejdělsí vzdálenosti, provést test nebo zvládnout dovednost v co nejkratším čase či udržet co nejdéle

rovnovážné postavení. Posuzujeme také stavbu a držení těla i rozsah pohybu v různých kloubních spojeních."

Při testování motorických schopností musíme myslet na to, že určitou roli hrají vnitřní a vnější činitele. Mezi vnitřní činitele zařazujeme například motivaci nebo současný stav jedince, do vnějších činitelů patří vlivy prostředí.

Na základě podmínek dělíme testy na:

- terénní
- laboratorní
- skupinové
- individuální
- s užitím pomůcek a přístrojů
- bez užití pomůcek a přístrojů

Terénní testy, při nichž se sleduje odezva na specifickou zátěž ve sportovním prostředí, vyžadují speciální přístrojovou přenosnou techniku. Výhoda spočívá v tom, že poznáváme co se děje se sportovcem při jeho vlastním výkonu.

V laboratoři jsou vytvořeny standardní podmínky (teplota, vlhkost, proudění vzduchu atd.) a stroje na dávkování zátěže, což umožňuje přesnější hodnocení a lepší interpretaci získaných výsledků.

Zdrojem fyzického zatížení v laboratoři bývají ergometry. Jedná se o speciální stroje s přesně dávkovatelnou mechanickou zátěží – odporem vůči pracujícím svalům. Vyšetřované osobě je poskytována možnost provádět měřitelný výkon [W] po určitou dobu [h:min:s] a vykonat tak práci [J = W*s] – cyklickou/acyklickou/lineární, dynamickou/statickou, izokinetickou atd. Příklady ergometrů: bicyklový, veslařský, jednoklikový (rumpál) nebo dvouklikový ruční, běžkařský ergometr a řada dalších. Ergometry bývají brzděny elektromagnetem.

Tělesná zdatnost a tělesná výkonnost mládeže

Tělesná zdatnost, nebo-li fyzická kondice, je chápána jako nezbytný předpoklad pro účelné fungování lidského organismu. Chápeme ji ve dvou kategoriích, jednou je výkonově orientovaná zdatnost, což jsou pohybové výkony ve sportovních specializacích, a druhou je zdravotně orientovaná zdatnost. Ta je charakterizovaná jako zdatnost ovlivňující zdravotní stav, působí preventivně na zdravotní problémy, které jsou spojené s pohybovou nečinností.

Fyzická zdatnost je kombinace síly, aerobní kapacity, rychlosti, hbitosti, koordinace a dalších činností, které společně určují schopnost jedince vykonávat fyzické činnosti, včetně aktivit spojovaných s každodenním životem. Dobrá fyzická zdatnost umožňuje aktivně pracovat, snižovat nebezpečí poranění, aktivně řešit nepředvídatelné okolnosti. Pro hodnocení úrovně zdravotně orientované zdatnosti posuzujeme tři základní skupiny faktorů:

- strukturální – složení těla, hmotnost, výška
- funkční – a) kardiorespirační zdatnost (aerobní zdatnost)
 - b) svalová zdatnost
 - c) flexibilita (pohyblivost v kloubně-svalových jednotkách)
- držení těla v základních posturálních polohách a kvalita základních pohybových stereotypů

Sportovní výkonnost je schopnost podávat sportovní výkony opakovaně v delším časovém období na poměrně stabilní úrovni.

3 CÍLE, HYPOTÉZY, ÚKOLY

3.1 Cíle práce

Hlavním cílem této diplomové práce je zjistit, zda existuje vztah mezi úrovní svalové síly extenzorů a flexorů kolena a výkonem v rychlostních testech u vybrané populace.

3.2 Hypotézy práce

Hypotéza 1: Předpokládáme vysokou závislost mezi svalovou silou flexorů a extenzorů kolena vyvinutou ve vyšších rychlostech na úroveň výkonu v rychlostních testech.

Hypotéza 2: Silový výkon flexorů kolena dosáhne vyššího vztahu k výkonu v rychlostních testech v porovnání s extenzory kolena.

3.3 Úkoly práce

Diplomová práce řešila několik úkolů. Prvním byla rešerše dostupné domácí a zahraniční odborné literatury.

Druhým úkolem byl výběr výzkumné skupiny. Díky profesi autorky diplomové práce byl zajištěn dostatečný testovací soubor, ze kterého bylo možné vybírat. Finálním rozhodnutím bylo testování téměř šedesáti studentů ve věku od třinácti do patnácti let.

Třetím úkolem bylo sestavení plánu měření a jeho realizace. Nejprve proběhlo měření v laboratoři a poté následovalo terénní testování. V průběhu testování výzkumné skupiny a tvorby diplomové práce probíhaly konzultace s vedoucím diplomové práce, konzultantem a dalšími zodpovědnými osobami.

Čtvrtým úkolem bylo zpracovávání zjištěných dat do výsledků práce.

Finálním úkolem bylo vytvoření samotné práce se všemi jejími patřičnými kapitolami.

4 METODOLOGIE VÝZKUMU

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkum byl proveden na šestiletém Gymnáziu Jana Nerudy v Hellichově ulici v Praze 1. Do testování se zapojila třída 1. B, dvacet čtyři studentů ve věku od třinácti do čtrnácti let, a třída 2. B, osmnáct studentů ve věku čtrnáct až patnáct let. Rodiče studentů podepisovali informovaný souhlas s testováním pro účely diplomové práce. Celkem se zapojilo na padesát studentů, ale vzhledem k testování ve více dnech je nakonec finální soubor tvořen čtyřiceti dvěma studenty, dvaceti pěti dívkami a sedmnácti chlapci. V tabulce jsou uvedeny základní somatické ukazatele testovaných osob tělesná výška a tělesná hmotnost.

Tabulka č. 1: Testování studenti třídy 1. B

POŘADÍ	PROBAND	TĚLESNÁ VÝŠKA [cm]	TĚLESNÁ HMOTNOST [kg]
1	Proband 1	170,0	65,7
2	Proband 2	153,2	41,9
3	Proband 3	169,4	58,4
4	Proband 4	169,3	47,9
5	Proband 5	160,7	49,9
6	Proband 6	176,9	56,9
7	Proband 7	162,4	45,6
8	Proband 8	167,8	57,0
9	Proband 9	167,0	55,0
10	Proband 10	163,9	47,6
11	Proband 11	151,4	55,4
12	Proband 12	160,0	42,8
13	Proband 13	166,2	45,9
14	Proband 14	161,2	55,6
15	Proband 15	177,6	60,0
16	Proband 16	148,6	31,7
17	Proband 17	168,1	59,5
18	Proband 18	165,8	52,3
19	Proband 19	165,8	49,7
20	Proband 20	159,3	66,2
21	Proband 21	182,4	68,8
22	Proband 22	166,7	47,4
23	Proband 23	162,6	45,0
24	Proband 24	164,6	62,6

Tabulka č. 2: Testování studenti třídy 2. B

POŘADÍ	PROBAND	TĚLESNÁ VÝŠKA [cm]	TĚLESNÁ HMOTNOST [kg]
25	Proband 25	177,8	68,4
26	Proband 26	164,3	54,8
27	Proband 27	170,0	77,3
28	Proband 28	164,2	54,9
29	Proband 29	164,1	53,6
30	Proband 30	165,0	78,6
31	Proband 31	171,5	60,5
32	Proband 32	161,1	49,2
33	Proband 33	173,8	57,1
34	Proband 34	157,1	43,4
35	Proband 35	159,5	62,3
36	Proband 36	167,0	47,3
37	Proband 37	181,0	66,5
38	Proband 38	168,0	54,5
39	Proband 39	158,3	48,0
40	Proband 40	157,3	44,1
41	Proband 41	173,5	60,9
42	Proband 42	162,2	51,5

4.2 Organizace výzkumu

Laboratorní výzkum se uskutečnil ve dnech 10 - 11. října 2012 v prostorách Laboratoře sportovní motoriky na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze. Studenti byli pro tuto akci uvolněni na celý den z přímé výuky a zároveň testování bylo stvrzeno formou písemného informovaného souhlasu rodičů. Po příchodu do laboratoře se šestadvacetičlenná skupina v prvním dnu a čtyřadvacetičlenná skupina ve druhém dnu rozdělila na jednotlivá stanoviště, kde se zjišťovala antropometrická charakteristika, posturální stabilita, odrazová síla a síla extenzorů a flexorů kolena na izokinetickém dynamometru. Studenti byli v laboratoři pod dohledem postgraduálních studentů, zaměstnanců laboratoře a třídní učitelky.

Terénní testování se konalo ve dnech 14. - 15. listopadu 2012 a dodatečné zjišťování ve třídě 1. B ještě 21. listopadu 2012. Testování probíhalo v tělocvičně v Tyršově domě a v tělocvičně gymnázia. Pro tuto část testování nebylo potřeba studenty uvolňovat, veškeré měření bylo provedeno během dvou vyučovacích hodin v tělesné výchově. Předmětem terénního výzkumu bylo zjišťování běžecké akcelerace na 5 a 10 metrů, maximální běžecké rychlosti na 20 a 30 metrů s desetimetrovým náběhem, agility test 505, T-test a zjišťování frekvence. Tomuto testování předcházelo rozcvičení v délce patnácti minut vedené učitelkou.

4.3 Metody získávání výzkumných údajů

Při laboratorních testech jsme získaly údaje o odrazové síle, síle extenzorů a flexorů kolena a antropometrické charakteristice. Somatické ukazatele jsou ukázány v tabulce v kapitole 4.1 Charakteristika výzkumného souboru (str. 23).

Testování úrovně svalové síly extenzorů a flexorů kolena

Testování bylo provedeno na přístroji Cybex Humac Norm (Cybex NORM®, Humac, CA, USA), který je unikátním izokinetickým dynamometrem. Tento přístroj je využíván k hodnocení svalového výkonu a určení maximálního momentu svalové síly v izokinetickém režimu a k možnému posouzení funkční symetrie silových parametrů u testovaných osob. Zařízení zaznamenává nejen maximální a průměrný svalový výkon, ale i průběh síly v čase, což je důležitý parametr pro hodnocení výbušné síly. Nejčastěji testované pohyby jsou extenze/flexe v kolenním, hlezenním a ramenním kloubu. Pro účely diplomové práce jsme testovali flexi a extenzi v kolenním kloubu. Sledování maximálního momentu svalové síly probíhalo v různých úhlových rychlostech pohybu (60, 120, 180, 240 a 300°·s⁻¹). Protokol testování se skládal z pěti cvičných pokusů a dvou testovacích pokusů s cílem vygenerování maximální síly. Mezi pokusy byla přestávka 30 s. Probandi byli fixováni pomocí fixačních popruhů a drželi se pomocných madel. Při testování byli žáci verbálně motivováni. Byly testované obě končetiny, ale do výsledků a zpracování dat jsme použili dominantní končetinu.

Měření terénních testů probíhalo v pronajaté tělocvičně gymnázia v Tyršově domě. V tělocvičně nejprve proběhlo vyměření požadovaných běžeckých úseků, tedy pět, deset, dvacet a třicet metrů a nastavení fotobuněk na dané úseky. Další přípravu si vyžádaly testy agility, test 505 a T-test. Pro test kritická místa byla na podlaze zvýrazněna barevnou izolepou nebo kloboučky. Technická příprava, propojení Opto jumpu (OPTOjump, NEXT ®, Itálie) s počítačem, byla potřebná pro test frekvence.

4.3.1 Akcelerační a maximální rychlost

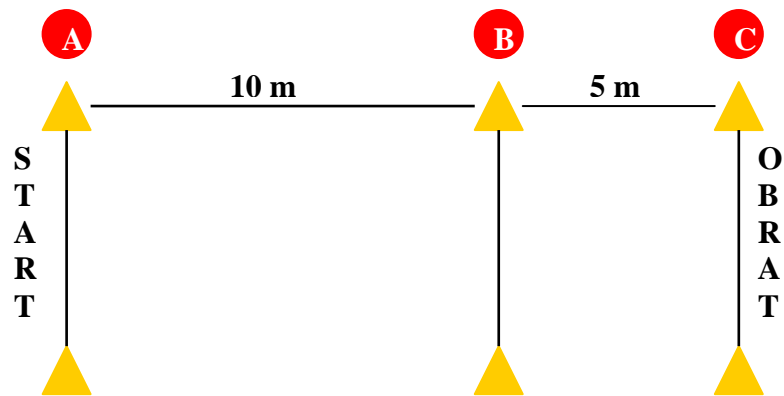
Prvním měřeným testem byla akcelerační rychlost na pět a deset metrů. Testovaný student na vlastní podnět vystartoval 0,5 metru za fotobuňkou. Fotobuňky umístěné na hranici pěti a deseti metrů změřili čas na těchto úsecích. Tímto způsobem byl změřen každý student, poté následovalo ve stejném pořadí druhé kolo měření. Do výsledků bylo použito lepšího výkonu (kratší čas) ze dvou pokusů.

Obdobným způsobem probíhalo měření na vzdálenost dvacet a třicet metrů. V těchto testech byla náběhová vzdálenost deset metrů a až poté byly spuštěny fotobuňky, které změřily čas na dvacetimetrové a třicetimetrové vzdálenosti.

4.3.2 Agility testy

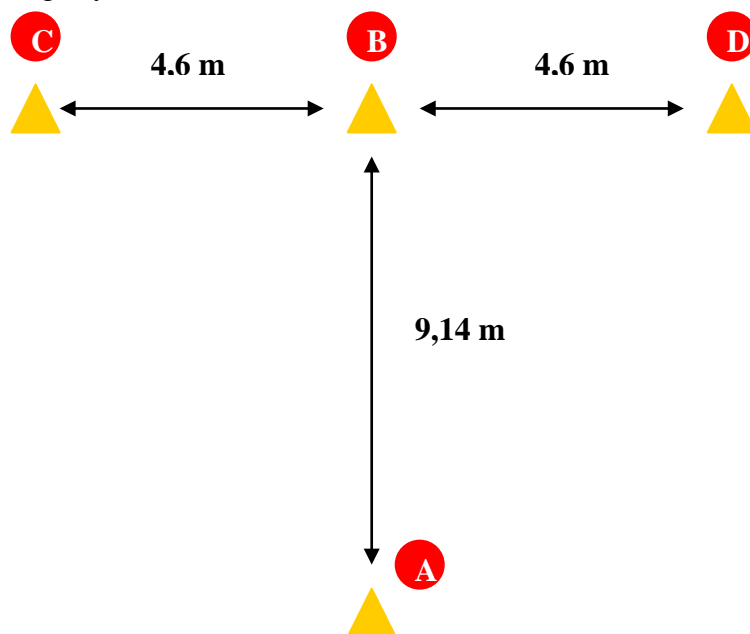
Dalším testováním byl agility test 505. Jedná se o test, který měří, jak rychle dokáže testovaná osoba změnit směr svého běhu pokud možno s co nejmenší ztrátou rychlosti. Testovaná osoba vyběhne ze startovní čáry, uběhne deset metrů, kde se spustí fotobuňka, běží pět metrů, kde provede obrat a běží pět metrů zpět. Schéma agility testu je uvedeno níže (Obrázek č. 2). Obrat se provádí 2× na pravou stranu, 2× na levou stranu.

Obrázek č. 2: Agility test – test 505



Druhým agility testem byl T – test. Student vyběhne (A) 9,14 metrů vpřed ke kuželu (B), mezi kužely (B) a (C) se pohybuje cvałem stranou vlevo na vzdálenost 4,60 m, od kužele (C) se pohybuje cvałem stranou vpravo až ke kuželu (D), který je od kužele (B) vzdálen taktéž 4,6 m. Od kužele (D) se testovaná osoba vrací cvałem stranou vlevo k prostřednímu kuželu (B) a poté se během vzad vrací do cíle = místa startu. Schéma T-testu je uvedeno níže (Obrázek č. 3). Každý proband absolvoval dva pokusy, z nichž byl do výsledků zpracováván lepší výkon.

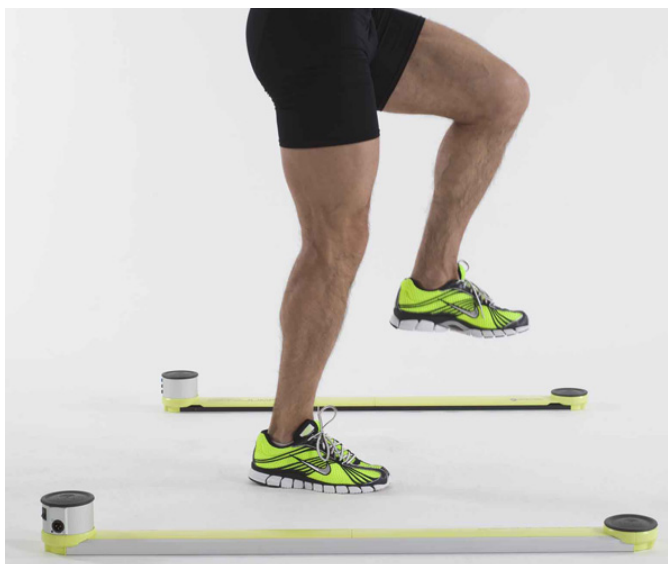
Obrázek č. 3: Agility test – T-test



4.3.3 Frekvence

Posledním testem bylo zjišťování frekvence dolních končetin na přístroji Opto Jump. Přístroj se skládá z rámu, který vysílá a přijímá signály. Systém rozpoznává přerušení signálu mezi jednotlivými díly rámu a vypočítává jeho délku. Tím je tak možné měřit počet dotyků testované osoby podložky během časového intervalu. Vymezený časový úsek byl deset sekund. Cílem testování byl co nejvyšší počet dotyků podložky v desetisekundovém limitu, tak jak je níže ukázáno na obrázku (Obrázek č. 4) . Každý student měl dva pokusy, z nichž se započítával lepší výsledek.

Obrázek č. 4: Testování frekvence na přístroji Opto Jump



zdroj: <http://www.mmdesign.eu/news/article/optojump-for-athletics-and-rehabilitation/>

4.4 Metody zpracování a vyhodnocení výzkumných údajů

Zjištěné údaje jsme zpracovali do tabulek a grafů. Ze získaných údajů jsme použili pro zpracování aritmetický průměr a směrodatnou odchylku. Pro zjištění korelačního vztahu mezi sledovanými parametry jsme použili Pearsonův korelační koeficient (r) a následně koeficient determinace (r^2). Míru signifikantní závislosti mezi proměnnými jsme posuzovali s rizikem $p < 0,05$. Koeficient korelace - r určuje míru lineární závislosti znaků X a Y , v případě diplomové práce závislost svalové síly kolena a rychlostního výkonu. Koeficient korelace r je pouze mírou lineární závislosti mezi znaky X a Y . Čím je hodnota bližší 1 anebo -1, tím je závislost bližší lineární závislosti a body bližší

přímce. Jeho kladná (záporná) hodnota odpovídá celkově rostoucí (klesající) závislosti mezi X a Y . Hodnota blízká 0 vyjadřuje, že závislost není lineární, popřípadě znaky X a Y mohou být nezávislé.

5 VÝSLEDKY

Testovaným souborem bylo dvaadvacet studentů pražského šestiletého gymnázia Jana Nerudy ve věku od třinácti do patnácti let, z toho dvacet pět dívek, sedmáct chlapců. Při laboratorních testech v Laboratoři sportovní motoriky na Fakultě tělesné výchovy a sportu v Praze proběhlo měření síly flexorů a extenzorů kolena. Terénní testy v tělocvičně gymnázia byly zaměřené na akcelerační a maximální rychlost, frekvenci a agility testy.

5.1 Úroveň svalové síly extenzorů a flexorů kolena

U všech studentů byla zjištěna hodnota pro každou úhlovou rychlost pohybu – 60, 120, 180, 240 a 300°. s^{-1} v extenzi a flexi kolenního kloubu. Změřené hodnoty se zapisovaly a získané údaje prezentujeme v Tabulce č. 3.

Ze získaných hodnot vypočítáme pro extenzi i flexi, že čím vyšší byla úhlová rychlost pohybu, tím menší byla vygenerovaná síla. Směrodatné odchylky jsou relativně velké. Na výši odchylky mohou mít vliv somatické předpoklady, pohlaví, pohybová docilita a další faktory.

Tabulka č. 3: Úroveň svalové síly extenzorů a flexorů kolena

Test (svalová skupina)	N	Minimální hodnota (N.m ⁻¹)	Maximální hodnota (N.m ⁻¹)	Průměrná hodnota (N.m ⁻¹)	Směrodatná odchylka (N.m ⁻¹)
Extenze (60°.s⁻¹)	42	79,00	240,00	133,31	29,91
Extenze (120°.s⁻¹)	42	57,00	193,00	107,67	27,76
Extenze (180°.s⁻¹)	42	46,00	172,00	90,29	22,80
Extenze (240°.s⁻¹)	42	39,00	151,00	78,19	20,26
Extenze (300°.s⁻¹)	42	37,00	117,00	67,86	16,42
Flexe (60°.s⁻¹)	42	33,00	136,00	68,38	21,21
Flexe (120°.s⁻¹)	42	23,00	111,00	57,48	20,82
Flexe (180°.s⁻¹)	42	14,00	99,00	46,55	18,34
Flexe (240°.s⁻¹)	42	9,00	87,00	40,31	16,97
Flexe (300°.s⁻¹)	42	11,00	76,00	34,90	16,19

Legenda:

N – počet účastníků testu

Minimum – nejnižší naměřená hodnota v daném testu

Maximum – nejvyšší naměřená hodnota v daném testu

Průměr – průměrná hodnota všech naměřených výkonů

Směrodatná odchylka – kvadratický průměr odchylek hodnot znaku od jejich aritmetického průměru

Dále byly u celého souboru změřeny výkony akcelerace, maximální rychlosti, agility testů a frekvence. Popisná statistika vytvořená na základě tohoto zjišťování je uvedena níže. Směrodatné odchylky mají v tomto případě užší rozsah, než tomu bylo v případě flexe a extenze kolena. Výjimkou je test frekvence, který se jevil jako pohybově nejnáročnější test.

Tabulka č. 4: Úroveň rychlostních a agility testů

Test (rychlost)	N	Minimální hodnota	Maximální hodnota	Průměrná hodnota	Směrodatná odchylka
M 5	42	1,10 s	1,48 s	1,28	0,10
M 10	42	1,77 s	2,56 s	2,17	0,19
M 20	42	2,44 s	3,80 s	3,01	0,36
M 30	42	3,69 s	5,57 s	3,06	0,35
A 505 P	42	2,50 s	3,87 s	3,04	0,37
A 505 L	42	2,37 s	3,61 s	4,61	0,52
T-test	42	8,85 s	14,51 s	11,79	1,55
Frekvence	42	70,00	174,00	96,88	19,81

Legenda:

M 5, M 10 – akcelerační testy na 5 m a 10 m

M 20, M 30 – testy maximální rychlosti na 20 m a 30 m

A 505 P, A 505 L – agility test pravá strana, levá strana

5.2 Korelace mezi rychlostí, agility a silou

Cílem diplomové práce bylo zjistit, zda existuje podmíněnost mezi silovými testy a rychlostními indikátory. Tabulka č. 5 představuje korelaci mezi zjištěnými výsledky.

Příklad: pro test akcelerační rychlosti na pět metrů byla spočítána korelace pro test extenze $60^\circ \cdot s^{-1}$, extenze $120^\circ \cdot s^{-1}$, extenze $180^\circ \cdot s^{-1}$, extenze $240^\circ \cdot s^{-1}$, extenze $300^\circ \cdot s^{-1}$, flexe $60^\circ \cdot s^{-1}$, flexe $120^\circ \cdot s^{-1}$, flexe $180^\circ \cdot s^{-1}$, flexe $240^\circ \cdot s^{-1}$ a flexe $300^\circ \cdot s^{-1}$. Postupným dosazováním jednotlivých testů byla spočítána korelace pro všechny vztahy.

Korelace zjišťuje vzájemný vztah mezi dvěma veličinami. Korelace je vyjádřena korelačním koeficientem, který nabývá hodnot $<-1; 1>$. Hodnota korelačního koeficientu $+1$ znamená zcela přímou závislost, hodnota 0 říká, že mezi veličinami není žádná zjiřitelná závislost a hodnota -1 značí nepřímou závislost. To znamená, že pokud se zvýší hodnota znaků jedné veličiny, hodnota znaků druhé veličiny se sníží. To je případ výsledků našeho testování. V tabulce č. 5 vidíme, že všechny korelace (vyjma korelačních vztahů frekvence a izokinety) nabývají hodnot blízkých se -1 . V dále

uvedených grafech je znázorněno, že čím větší byla hodnota úhlové rychlosti pohybu v extenzi a flexi, tím menší byl dosažený čas v rychlostních testech.

Oproti ostatním testům je odlišná korelace mezi frekvencí a silou. Hodnoty korelačního koeficientu nabývají kladných hodnot, tedy hodnoty > 0 . Tento korelační vztah znamená, že pokud rostou data jedné veličiny, data druhé veličiny se také zvětšují. Platí i opačně. V našem případě čím byl vyšší počet opakování, tím byl i vyšší výkon v síle flexorů.

V obrázcích je zobrazena i regresní přímka určená metodou nejmenších čtverců.

Statistické veličiny použité v obrázcích jsou následující:

Koeficient korelace (r)

Koeficient determinace (r^2)

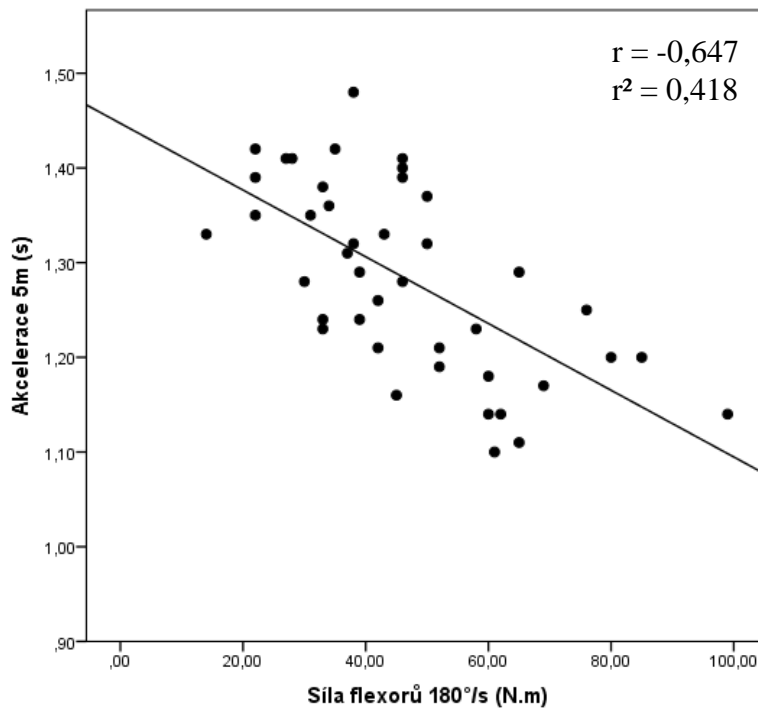
Tabulka č. 5: Úroveň korelačních koeficientů mezi svalovou silou a rychlostními indikátory

	Extenze (60°·s ⁻¹)	Extenze (120°·s ⁻¹)	Extenze (180°·s ⁻¹)	Extenze (240°·s ⁻¹)	Extenze (300°·s ⁻¹)	Flexe (60°·s ⁻¹)	Flexe (120°·s ⁻¹)	Flexe (180°·s ⁻¹)	Flexe (240°·s ⁻¹)	Flexe (300°·s ⁻¹)
M 5	-0,411 ,007	-0,432 ,004	-0,427 ,005	-0,468 ,002	-0,453 ,003	-0,54 ,000	-0,54 ,000	-0,647 ,000	-0,636 ,000	-0,617 ,000
M 10	-0,506 ,001	-0,504 ,001	-0,493 ,001	-0,547 ,000	-0,514 ,000	-0,614 ,000	-0,62 ,000	-0,686 ,000	-0,659 ,000	-0,657 ,000
A 505 P	-0,43 ,004	-0,405 ,008	-0,404 ,008	-0,438 ,004	-0,455 ,002	-0,561 ,000	-0,572 ,000	-0,603 ,000	-0,579 ,000	-0,622 ,000
A 505 L	-0,488 ,001	-0,462 ,002	-0,44 ,004	-0,472 ,002	-0,505 ,001	-0,612 ,000	-0,628 ,000	-0,649 ,000	-0,631 ,000	-0,674 ,000
M 20	-0,598 ,000	-0,578 ,000	-0,559 ,000	-0,579 ,000	-0,55 ,000	-0,682 ,000	-0,653 ,000	-0,673 ,000	-0,632 ,000	-0,674 ,000
M 30	-0,603 ,000	-0,585 ,000	-0,569 ,000	-0,588 ,000	-0,549 ,000	-0,672 ,000	-0,66 ,000	-0,684 ,000	-0,636 ,000	-0,679 ,000
T-test	-0,567 ,000	-0,548 ,000	-0,539 ,000	-0,553 ,000	-0,555 ,000	-0,635 ,000	-0,643 ,000	-0,628 ,000	-0,597 ,000	-0,651 ,000
Frekvence	,190 ,227	,247 ,115	,236 ,132	,238 ,130	,215 ,172	0,374 ,015	0,397 ,009	0,358 ,020	0,34 ,028	0,366 ,017

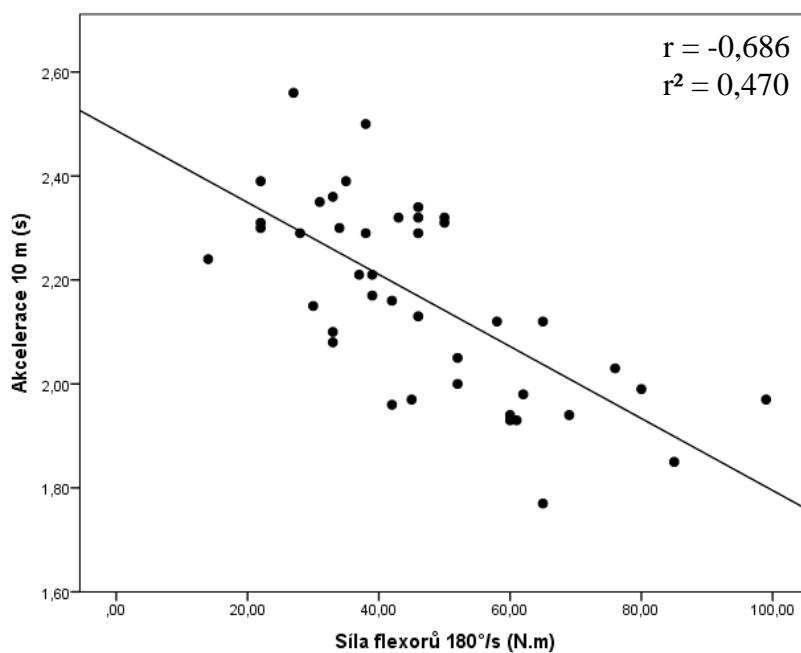
Legenda:

M 5, M 10 – akcelerační testy na 5 m a 10 m, M 20, M 30 – testy maximální rychlosti na 20 m a 30 m, A 505 P, A 505 L – agility test pravá strana, levá strana, T-test - agility test, žlutě podbarvená pole představují největší korelaci, červeně psané hodnoty nabývají korelace $p < 0,05$

Obrázek č. 5: Korelace akcelerace 5m a síla flexorů 180°.s⁻¹

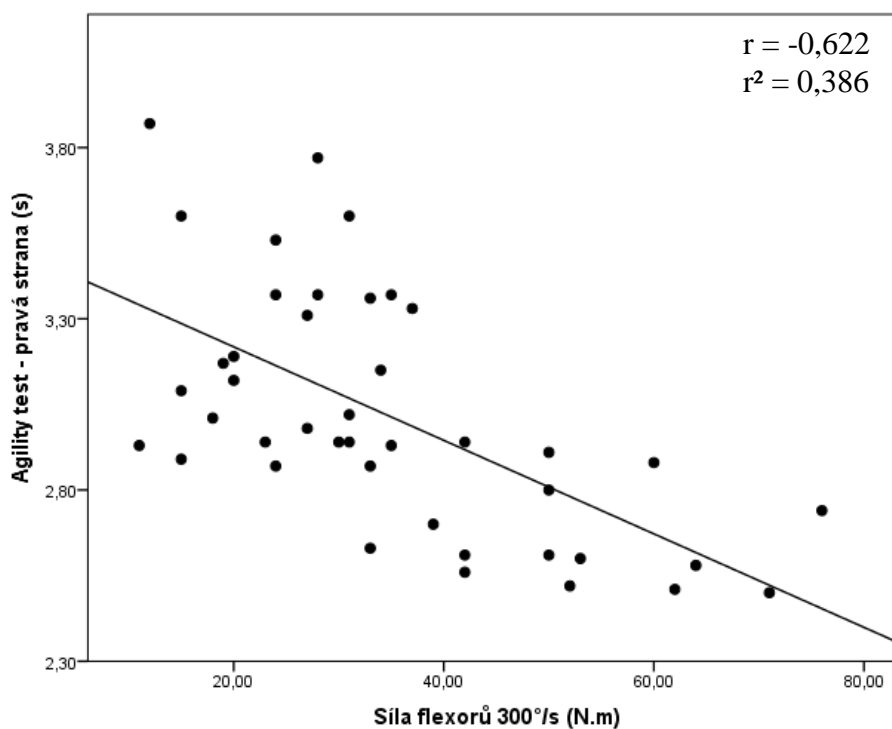


Obrázek č. 6: Korelace akcelerace 10m a síla flexorů 180°.s⁻¹

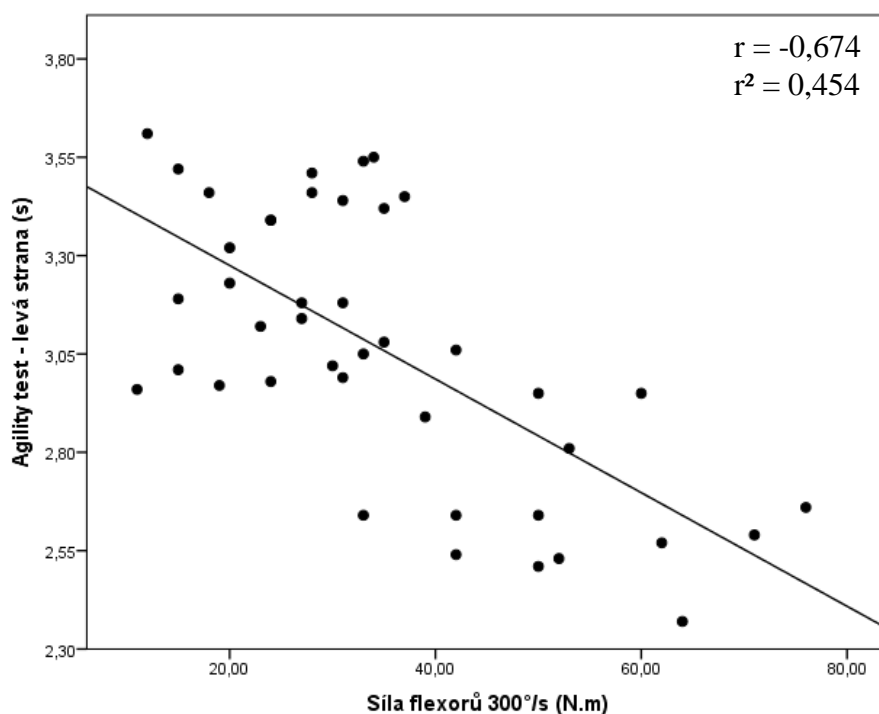


Z obrázků č. 5 a č. 6 vypořádáme předpokládané hypotézy. Pomalejší akcelerační rychlost je determinovaná nižší úrovní síly flexorů kolena. Čím je hodnota síly flexorů kolena vyšší, tím je výkon v akcelerační rychlosti lepší.

Obrázek č. 7: Korelace agility pravá strana a síla flexorů $300^{\circ} \cdot s^{-1}$

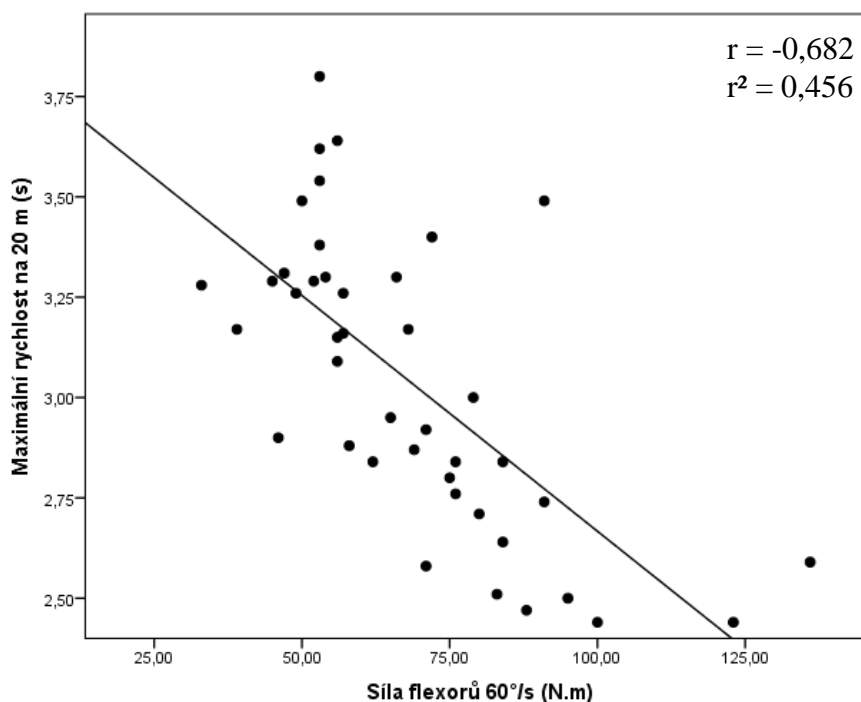


Obrázek č. 8: Korelace agility levá strana a síla flexorů $300^{\circ} \cdot s^{-1}$

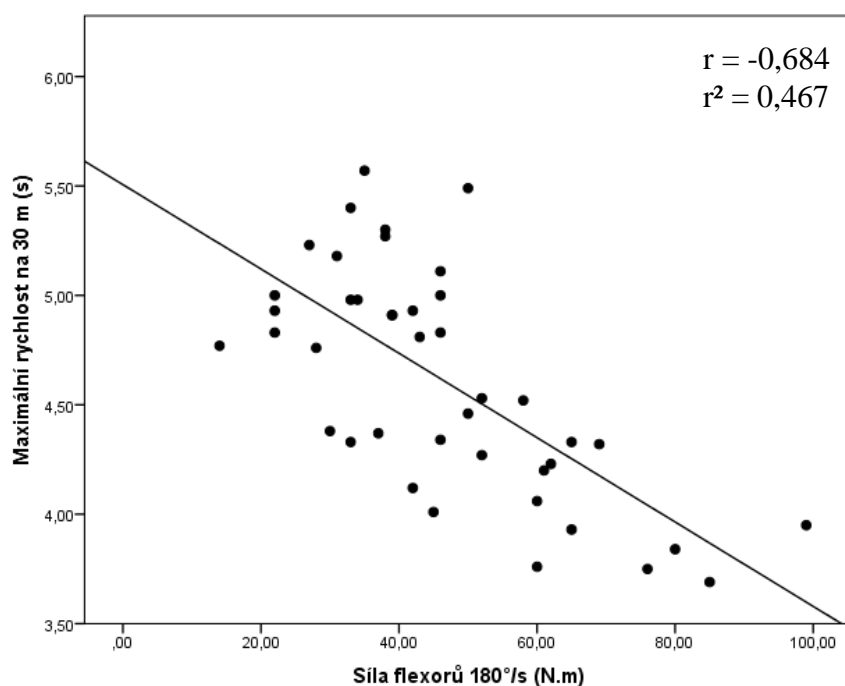


Vytvořené hypotézy se potvrdily nejen v testech akcelerace, ale platí i v agility testech, konkrétně testu agility 505. Čím menší byla vyprodukovaná svalová síla, tím větší byl čas dosažený v agility testu. Platné jak pro test agility test - pravá strana, tak pro agility test - levá strana.

Obrázek č. 9: Korelace maximální rychlost 20m a síla flexorů $60^{\circ} \cdot s^{-1}$

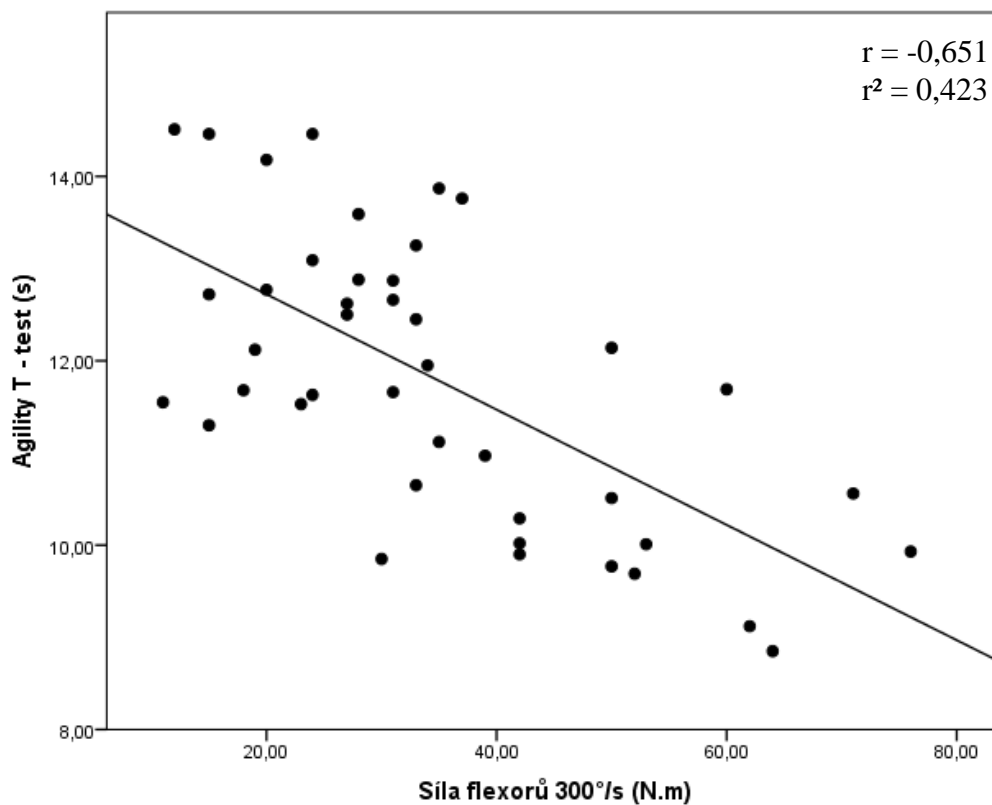


Obrázek č. 10: Korelace maximální rychlost 30m a síla flexorů $180^{\circ} \cdot s^{-1}$



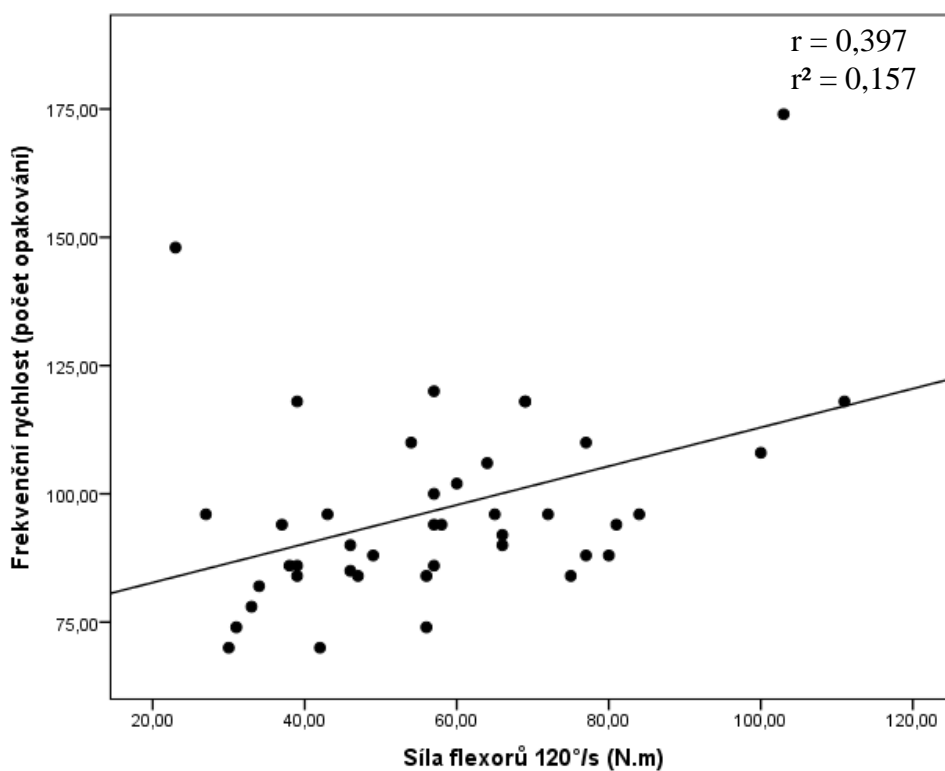
V testech závislosti maximální rychlosti (20 m a 30 m) a síly flexorů (při $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ a $180^{\circ} \cdot s^{-1}$) (Obrázky č. 9 a č. 10) dochází k podobným výsledkům, jako je ukázáno na Obrázku č. 5 a č. 6 (str. 36). Platí, že čím je hodnota síly flexorů kolena vyšší, tím je výkon v maximální rychlosti lepší.

Obrázek č. 11: Korelace agility T-test a síla flexorů 300°.s⁻¹



Korelační vztah byl potvrzen i v agility T-testu.

Obrázek č. 12: Korelace frekvence a síla flexorů 120°.s⁻¹



Na základě tabulky č. 5: Úroveň korelačních koeficientů mezi svalovou silou a rychlostními indikátory byly vypočítané korelační vztahy v kladných hodnotách, v rozmezí $<0;1>$. Oproti ostatním grafům je regresní přímka v tomto případě v inverzním postavení, což je dáno vztahem mezi silou flexorů a testováním frekvenční rychlosti dolních končetin. Čím vyšší byla u probanda síla flexorů, tím vyšší počet frekvenčních kroků dokázal provést. Při porovnávání hodnot korelací zjistíme, že korelace v tomto testu je nižší ve srovnání s předchozími rychlostními i agility parametry.

6 DISKUZE

Předmětem diskuze je zhodnocení všech okolností, za kterých proběhlo testování, dále popsání a porovnání výsledků získaných měření a jejich celkové zhodnocení.

Soubor studentů vybraný pro testování determinace síly extenzorů a flexorů kolena v rychlostních testech byl tvořen dvěma třídami po třiceti studentech, tedy šedesátičlenný. K prvnímu testování se do laboratoře dostavilo celkem padesát studentů, úbytek byl způsoben nemocemi či jinými důvody absence žáka ve školní docházce. Vzhledem k rozdílným datům laboratorního a terénního testování se dalo předpokládat, že se počet studentů ještě sníží. Výsledný počet testovaných studentů, a to 42, je ale i tak dostatečně reprezentativní a dobře slouží pro potřeby diplomové práce.

Bylo poměrně složité domluvit termín laboratorního testování, a to z důvodu vytíženosti Laboratoře sportovní motoriky tak i kvůli velké řadě akcí a nabitému programu studentů gymnázia. Nakonec testování proběhlo 10. a 11. října 2012 a o měsíc později se povedlo uskutečnit testování terénní.

Samotný průběh testování probíhal bezproblémově, výbornou práci odvedli zaměstnanci Laboratoře sportovní motoriky a i studenti se chovali zodpovědně a snažili se dosáhnout co nejlepších výkonů.

Výsledky se zanašely do tabulek a obrázků, které jsou dobře čitelné a přinášejí rychlou odpověď. Předpokládané hypotézy se potvrdily, tedy že existuje vysoká závislost mezi svalovou silou flexorů a extenzorů kolena vyvinutou ve vyšších rychlostech na úroveň výkonu v rychlostních testech, a že výkon flexorů kolena dosáhl vyššího vztahu k výkonu v rychlostních testech v porovnání s extenzory kolena.

Pro tyto závěry jsme použili vypočítané vztahy korelace. Čím více se hodnota vztahu blížila k číslu -1, tím větší byl korelační nepřímý vztah mezi dvěma veličinami. Nepřímý vztah proto, že čím vyšší bude vykonána svalová síla, tím nižší bude dosažený čas v testu. Nepřímému vztahu odpovídají akcelerační, rychlostní a agility testy v závislosti na svalové síle. Příkladem přímého vztahu je test frekvence a svalové síly – čím vyšší bude vykonána svalová síla, tím vyšší bude počet frekvenčních kroků. K těmto poznatkům dojdeme i na základě logického hlediska. Tento závěr potvrzují vybrané hodnoty -0,647 (M 5 a F 180°.s⁻¹); -0,686 (M 10 a F 180°.s⁻¹); a např. -0,684 (M 30 a F 180°.s⁻¹). Zmíněné hodnoty vyjadřují vztah mezi akceleračními a

rychlostními testy a flexory kolene. To znamená, že u extenzorů kolene nebylo dosaženo tak vysoké závislosti, a to potvrzuje naši druhou hypotézu, že silový výkon flexorů kolena dosáhne vyššího vztahu k výkonu v rychlostních testech než silový výkon extenzorů kolena. Tento rozdíl v úrovni síly flexorů a extenzorů je pravděpodobně způsoben tím, že svalová síla má největší nárůst jeden rok poté, co dojde k největšímu růstu tělesné výšky. U chlapců je to v rozmezí 13,4-14,4 let věku a u dívek 11,4-12,2 let věku. U chlapců se teprve začíná projevovat nárůst tělesné výšky, u dívek je již pozorovatelný. Svalová síla extenzorů a flexorů kolena se zvyšuje mezi 11 až 15 rokem života, u chlapců je tento nárůst až o 50%. Největší nárůst je období let 12 a 14 (Degache et al. 2010).

Jiného výsledku nabyl vztah mezi frekvencí a svalovou silou. V tomto případě se jedná o přímý korelační vztah, čili vypočítaná hodnota byla v rozpětí $<0; 1>$, konkrétně 0,397. Korelační vztahy byly vypočítány i pro vztahy mezi jednotlivými svalovými silami v různých úhlových rychlostech pohybu. Je jasné, že závislost mezi svalovými silami extenzorů při úhlové rychlosti pohybu $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ bude rovna 1. Dále jsme vypočítali korelační vztahy pro všechny další závislosti svalových sil. Výsledky jsou zobrazeny v Tabulce č. 6: Úroveň korelačních koeficientů mezi svalovými silami (str. 43). Z tabulky vyčteme, že funguje vysoký korelační vztah mezi dvěma po sobě jdoucími svalovými silami. Např. korelace mezi extenzí při úhlové rychlosti pohybu $120^{\circ} \cdot s^{-1}$ a extenzí při úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ je rovna hodnotě 0,944. Podobně vysoká závislost je mezi flexí $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ a flexí $240^{\circ} \cdot s^{-1}$, zde je hodnota 0,949. Nižší míru závislosti pozorujeme mezi extenzí při úhlové rychlosti pohybu $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ a extenzí $300^{\circ} \cdot s^{-1}$, vztah roven hodnotě 0,919. Podobně nízká závislost je i u flexe, vztah mezi úhlovými rychlostmi $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ a $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ je roven 0,832. Nejnížší korelační závislost je ve vztahu flexe při úhlové rychlosti $240^{\circ} \cdot s^{-1}$ a extenze při úhlové rychlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$, hodnota rovna 0,654. V našem výzkumu se tak potvrdily výrazné rozdíly mezi úrovní síly v jednotlivých úhlových rychlostech pohybu. Se zvyšující se rychlostí došlo ke značnému snížení svalové síly extenzorů i flexorů kolena. Tyto poznatky souhlasí s dalšími provedenými výzkumy (Kong & Burns, 2010, Malý, Zahálka & Malá, 2011, Malý, Zahálka, Malá & Teplan, 2012).

Dále byly korelační vztahy vypočítány i pro akcelerační, rychlostní, agility testy a frekvenci. Stejně jako u korelací svalových skupin tak i u těchto pohybových testů je korelace rovna 1 v situaci, kdy jsou ve vztahu dva stejné testy, např. akcelerační test na pět metrů. Podobně vysoká korelace je mezi akceleračními testy, korelace mezi testem

na 10 m a testem na 5 m nabývá hodnoty 0,941. To znamená, že pokud byl student rychlý na pětimetrovém úseku, bude rychlý i na desetimetrovém úseku. Stejně tvrzení platí i pro testy maximální rychlosti, pokud byl testovaný žák rychlý na vzdálenost 20 m, byl rychlý i na vzdálenost 30 m. Toto tvrzení je podpořeno korelačním vztahem o hodnotě 0,997. V tomto konkrétním případě můžeme mluvit o značně vysoké korelaci. Závislosti mezi frekvencí a pohybovými testy nabývají záporných čísel, protože se jedná o nepřímý vztah. Čím rychlejší (dosáhl kratšího času) byl student v testech akcelerace, maximální rychlosti a agility testech, tím vyšší počet frekvenčních kroků dokázal provést ve stanoveném limitu. Výsledky jsou zobrazeny v Tabulce č. 7: Úroveň korelačních koeficientů mezi akceleračními, rychlostními, agility testy a frekvencí (str. 44).

Tabulka č. 6: Úroveň korelačních koeficientů mezi svalovými silami

	Extenze (60°·s ⁻¹)	Extenze (120°·s ⁻¹)	Extenze (180°·s ⁻¹)	Extenze (240°·s ⁻¹)	Extenze (300°·s ⁻¹)	Flexe (60°·s ⁻¹)	Flexe (120°·s ⁻¹)	Flexe (180°·s ⁻¹)	Flexe (240°·s ⁻¹)	Flexe (300°·s ⁻¹)
Extenze (60°·s ⁻¹)	1									
Extenze (120°·s ⁻¹)	0,944	1								
Extenze (180°·s ⁻¹)	0,92	0,962	1							
Extenze (240°·s ⁻¹)	0,92	0,967	0,962	1						
Extenze (300°·s ⁻¹)	0,919	0,955	0,93	0,952	1					
Flexe (60°·s ⁻¹)	0,818	0,824	0,821	0,816	0,839	1				
Flexe (120°·s ⁻¹)	0,742	0,798	0,763	0,787	0,834	0,945	1			
Flexe (180°·s ⁻¹)	0,685	0,733	0,719	0,746	0,766	0,89	0,905	1		
Flexe (240°·s ⁻¹)	0,654	0,723	0,687	0,729	0,771	0,861	0,903	0,955	1	
Flexe (300°·s ⁻¹)	0,682	0,702	0,666	0,692	0,745	0,832	0,878	0,942	0,949	1

Tabulka č. 7: Úroveň korelačních koeficientů mezi akceleračními, rychlostními, agility testy a frekvencí

	M 5	M 10	A 505 P	A 505 L	M 20	M 30	T-test	Frekvence
M 5	1							
M 10	0,941 ,000	1						
A 505 P	0,761 ,000	0,77 ,000	1					
A 505 L	0,736 ,000	0,777 ,000	0,889 ,000	1				
M 20	0,768 ,000	0,855 ,000	0,858 ,000	0,837 ,000	1			
M 30	0,772 ,000	0,86 ,000	0,858 ,000	0,838 ,000	0,997 ,000	1		
T-test	0,799 ,000	0,842 ,000	0,878 ,000	0,86 ,000	0,88 ,000	0,882 ,000	1	
Frekvence	-0,384 ,012	-0,405 ,008	-0,423 ,005	-0,39 ,011	-0,48 ,001	-0,499 ,001	-0,543 ,000	1

Legenda:

M 5, M 10 – akcelerační testy na 5 m a 10 m, M 20, M 30 – testy maximální rychlosti na 20 m a 30 m,

A 505 P, A 505 L – agility test pravá strana, levá strana, T-test - agility test

7 ZÁVĚR

Ve studii jsme se zabývali vztahem mezi silou flexorů a extenzorů kolena a rychlostním výkonem. Síla svalů kolena byla u každého probanda změřena na přístroji Cybex v Laboratoři sportovní motoriky a rychlostní výkony byly zjištěny v testech akcelerační a maximální rychlosti při terénním testování.

Na základě naměřených výsledků jsme dospěli k následujícím závěrům. Předpokladem byly dvě hypotézy, Hypotéza 1 a Hypotéza 2 (str. 22). Předpokládané hypotézy se nám podařilo výzkumem potvrdit, tedy že existuje vysoká závislost mezi svalovou silou flexorů a extenzorů kolena vyvinutou ve vyšších rychlostech na úroveň výkonu v rychlostních testech (Hypotéza 1), a že výkon flexorů kolena dosáhl vyššího vztahu k výkonu v rychlostních testech v porovnání s extenzory kolena (Hypotéza 2).

Výsledkem výzkumu je potvrzení, že síla svalů kolene ovlivňuje rychlostní výkon, ale závislost je u každého probanda jiná. Vztah je ovlivněn somatickými odlišnostmi mezi jedinci a také tím, zda testovaná osoba je pravidelně či příležitostně sportující.

Zpracované téma v této diplomové práci je možné dále rozvíjet. Navazující výzkum by se mohl zaměřit na některá dílčí hlediska, jako například zpracovat porovnání v závislostech síly svalů kolena na rychlostní výkon u starší věkové kategorie, od patnácti do osmnácti let, nebo i u vysokoškolské generace. Jiným hlediskem by mohlo i porovnání závislosti v kategorii dívek a chlapců nebo porovnání u pravidelně sportujících dětí a příležitostně sportujících. K mírně odlišným výsledkům by mohlo dojít, pokud by se výzkum prováděl v jiné lokalitě, například testování mládeže žijící v horské obci (vybraná lokalita není náhodná, má spojitost s bydlištěm autorky).

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ANTOCH, J., HLUBINKA, D., SAXL, I. *Pravděpodobnost a statistika na střední škole*. 1. vyd. Praha: Matfyzpress, 2005, 198 s.
2. BORZOV, V. F. *Tajomstvo rýchlosti*. 1. vyd. Přel. Jaromír Šimonek. Bratislava: Šport, Slovenské telovýchovné vydavateľ'stvo. 1977, 112 s.
3. ČIHÁK, R. *Anatomie*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1987, 456 s.
4. DEGACHE, F., RICHARD, R., EDOUARD, P., OULLION, R. & CALMELS, P. The relationship between muscle strength and physiological age: A cross-sectional study in boys aged from 11 to 15. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2010, roč. 53, s. 180-188.
5. DOSTÁL, E. *Atletika do kapsy. Sprinty*. 1. vyd. Praha: Olympia. 1985, 155 s.
6. DOVALIL, J. *Výkon a trénink ve sportu*. 3. vyd. Praha: Olympia, 2009, 331 s. ISBN 978-807-3761-301
7. FLEISHMAN, E. A. *Examiner's manual for the basic fitness tests*. New Jersey: Prentice-Hall, 1964, 60 s.
8. HARTL, P. *Stručný psychologický slovník*. 1. vyd. Praha: Portál, 2004. 308 s. ISBN 80-7178-803-1
9. HINDLS, Richard, Stanislava HRONOVÁ, Jan SEGER a Jakub FISCHER. *Statistika pro ekonomy*. 8. Vydání. Praha: Professional Publishing, 2007, ISBN 978-80-86946-43-6.
10. CHOUTKA, M. *Sportovní výkon*. 1. vyd. Praha: Olympia, 1981, 98 s.
11. JANEČEK, P. *Sbírka úloh z pravděpodobnosti a statistiky*. 2. vyd. Hradec Králové: Pedagogický ústav v Hradci Králové, 1991, 85 s.
12. JEŘÁBEK, P. *Atletická příprava. Děti a dorost*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. 192 s. ISBN 978-80-247-0797-6
13. KONG, P.W. & BURNS, S. Bilateral difference in hamstrings to quadriceps ratio in healthy males and females. *Physical Therapy in Sport*, 2010, roč. 11, s. 12-17.
14. LOVASOVÁ, L., HANUŠOVÁ, J., HELLEBRANDOVÁ, K. *Sborník studií dětí a jejich problémy*. 1. vyd. Praha: Sdružení Linka bezpečí, 2005, ISBN 80-239-4482-7

15. MALÝ, T., ZAHÁLKA, F., MALÁ, L., & TEPLAN, J. Profil izokinetické sily extenzorů a flexorů kolena u mladých fotbalových hráčů. *Studia Sportiva*, 2012, roč. 6, č. 1, s. 53-60
16. MALÝ, T., ZAHÁLKA, F., & MALÁ, L. Differences between isokinetic strength characteristic of more and less successful professional soccer teams. *Journal of Physical Education and Sport*, 2011, roč. 11, č. 3, s. 306-312.
17. MĚKOTA, K., BLAHOŠ, P. *Motorické testy v tělesné výchově*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1983. 335 s.
18. MĚKOTA, K., NOVOSAD, J. *Motorické schopnosti*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005, 175 s. ISBN 80-244-0981-X
19. MILLEROVÁ, V., HLÍNA, J., KAPLAN, A., KORBEL, V. *Běhy na krátké tratě*. 1. vyd. Praha: Olympia, 2005. 288 s. ISBN 80-7033-570-X
20. NEUMAN, J. *Cvičení a testy obratnosti, vytrvalosti a síly*. 1. vyd. Praha: Portál, 2003, 157 s. ISBN 80-7178-730-2
21. PŘÍHODA, V. (1967–1974). *Ontogeneze lidské psychiky. I, Vývoj člověka do patnácti let*. 4. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1977. 414 s.
22. SELIGER, V. *Metody a výsledky celostátního výzkumu fyzické zdatnosti obyvatelstva. [Díl] 2, číselné výsledky*. Praha: Univerzita Karlova, 1975, 244 s.
23. ŠPRYNAROVÁ, Š. *K biologickému základu zdatnosti*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, 1983, 183 s.
24. VINDUŠKOVÁ, J. aj. *Abeceda atletického trenéra*. 1. vyd. Praha: Olympia, 2003. 284 s. ISBN 80-7033-770-2
25. BUZOLIN NETO, O., BARBIERI, F. A., BARBIERI, R. A. GOBBI, L. T. B. Agility, speed and motor skill performance of practitioners and non-practitioners of soccer. *Fit Perf*, 2009, roč. 8, č. 2, s. 110-114.
26. KATI, R., BALA, G. Cognitive and Motor Skills Abilities in Female Children. *Coll Antropol*, 2012, roč. 36, č. 1, s. 69–77.
27. KATI, R. et al.: Cognitive-Motor Functioning in Children. *Coll Antropol*, 2012, roč. 36, č. 2, s. 563–572.
28. LUISELLI, J., K., WOODS, K., E. Review of Sports Performance Research with Youth, Collegiate, and Elite Athletes. May Institute, 2011, roč. 44, č. 4, s. 999-1002.

29. SOKOLOWSKI, B., CHRZANOWSKA, M. Development of Selected Motor Skills in Boys and Girls in Relation to their Rate of Maturation. *Human Movement*, 2012, roč. 13, č. 2, s. 132-138.
30. ACL-Plastika = vše o kolenu na jednom místě – Anatomie kolene. [online]. 2013 [cit. 2013-02-14]. Dostupné z: <http://www.acl-plastika.wbs.cz/Anatomie-kolene.html>
31. BrianMAC Sports Coach – 505 Agility Test. [online]. 2013 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://www.brianmac.co.uk/agility505.htm>
32. Diagnostika, testy - diagnostika pohybových schopností. FOTBAL - ZELENÉ STRÁNKY FOTBALOVÉHO TRÉNINKU. [online]. 2013 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: http://www.fotbal-trenink.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=205%3Adiagnostika-pohybovych-&catid=29%3Adiagnostika-testy&Itemid=111&showall=1
33. Didaktika školní tělesné výchovy – Žák ve výchovně vzdělávacím procesu. KATEDRA PEDAGOGIKY, PSYCHOLOGIE A DIDAKTIKY TV A SPORTU, UNIVERZITA KARLOVA – FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU. *Elektronické publikace a studijní opory* [online]. 2012 [cit. 2012-12-30]. Dostupné z: <http://www.ftvs.cuni.cz/informacni-sluby/elektronicke-publikace-a-studijni-opory/421-didaktika-kolni-tlesne-vychovy.html>
34. Kapitoly sportovní medicíny - Zátěžové testy. FAKULTA SPORTOVNÍCH STUDIÍ MASARYKOVY UNIVERZITY. [online]. 2012 [cit. 2012-12-31]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/kapitolysportmed/pages/18-zatezove-testy.html>
35. Rozvoj pohybových schopností u dětí. [online]. 2013 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: http://www.nuclears.cz/new/download/rozvoj_pohybovych_dovednosti_u_deti%5B1%5D.pdf
36. Rychlost - je nutné být rychlý. GEOGRAFIE - SPORT - INFO. [online]. 2013 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: http://www.jindrichpolak.wz.cz/skola_sportrychlost.php
37. Testování motorických schopností a dovedností. [online]. 2013 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: http://www.ftvs.cuni.cz/hendl/metodologie/3_1_2.pdf

38. TopEndSports – Agility T-Test. THE SPORT + SCIENCE RESOURCE. *Fitness Testing*. [online]. 2013 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://www.topendsports.com/testing/tests/t-test.htm>
39. TopEndSports – OptoJump Next System. THE SPORT + SCIENCE RESOURCE. *Fitness Testing*. [online]. 2013 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://www.topendsports.com/testing/products/optojump.htm>
40. Základy biomechaniky – Kolenní kloub. KATEDRA ANATOMIE A BIOMECHANIKY, UNIVERZITA KARLOVA – FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU. *Patobiomechanika a Patokinesiologie – Kompendium* [online]. 2013 [cit. 2013-02-14]. Dostupné z: http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendium/anatomie/dk_stehno_kolenni.php

PŘÍLOHY

Jako přílohy uvádím obrazovou galerii z Laboratoře sportovní motoriky.

Příloha č. 1: Testování flexorů a extenzorů kolena na přístroji Cybex



Příloha č. 2: Testování flexorů a extenzorů kolena na přístroji Cybex



Příloha č. 3: Testování flexorů a extenzorů kolena na přístroji Cybex

