

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Silový intervenční program použitý jako prevence zranění kolene
u hráčů fotbalu kategorie U14**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Vypracoval:

Jakub Lejbl

Praha, květen 2024

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

Podpis studenta

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své bakalářské 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

Rád bych touto cestou poděkoval především svému vedoucímu bakalářské práce PhDr. Pavlu Hráskému, Ph.D. a konzultantovi Mgr. Petru Miřátskému, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a ochotu, kterou mi oba věnovali během zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval zejména hráčům za jejich účast a také trenérům Viktorky Žižkov za umožnění uskutečnění mé práce.

Abstrakt

Název: Silový intervenční program použitý jako prevence zranění kolene u hráčů fotbalu kategorie U14

Cíle: Hlavním cílem této práce bylo zjistit účinnost silového intervenčního programu, zaměřeného na posílení dolních končetin. Sekundárním cílem pak bylo zvýšit silovou vybavenost zúčastněných probandů (hráčů), s případným snížením svalových asymetrií mezi dominantní a nedominantní končetinou se zvýšením jejich H/Q poměrů.

Metody: Výzkumný soubor byl tvořen hráči kategorie U14 fotbalového klubu FK Viktoria Žižkov, kteří byli náhodně rozděleni do kontrolní a experimentální skupiny. Obě skupiny absolvovaly vstupní a výstupní laboratorní diagnostické měření, zaměřené na zjištění vybraných parametrů tělesné kompozice a izokinetické svalové síly. Po úvodním laboratorním testováním následoval šestitýdenní silový intervenční program (experimentální skupina), po jehož skončení proběhlo výstupní/kontrolní měření obou skupin. Výsledné údaje obou skupin byly zaznamenány do tabulek a porovnány mezi sebou.

Výsledky: Intervence prokázala pozitivní účinek ve snížení asymetrií svalové síly dolních končetin u experimentální skupiny ve všech měřených rychlostech.

Klíčová slova: Svaly dolních končetin, kolenní kloub, laboratorní testování, preventivní postup, izokinetická dynamometrie

Abstract

Title: Strength intervention program used as knee injury prevention by soccer players U14 categories

Objectives: The main objective of this study was to determine the effectiveness of a strength intervention program aimed at strengthening the lower limbs. The secondary aim was then to increase the strength capacity of the participating probands (players), with a possible reduction in muscle asymmetries between the dominant and non-dominant limbs with an increase in their H/Q ratios.

Methods: The research population consisted of players of the U14 category of the football club FK Viktoria Žižkov, who were randomly divided into control and experimental groups. Both groups underwent entry and exit laboratory diagnostic measurements aimed at determining selected parameters of body composition and isokinetic muscle strength. The initial laboratory testing was followed by a six-week strength intervention program (experimental group), after which both groups underwent baseline/control measurements. The results of both groups were tabulated and compared with each other.

Results: The intervention showed a positive effect in reducing lower limb muscle strength asymmetries in the experimental group at all measured speeds.

Keywords: Lower limbs muscles, knee joint, laboratory testing, preventive procedure, isokinetic dynamometry

Obsah

1	ÚVOD	10
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	11
2.1	Anatomie kolene	11
2.1.1	Stabilizátory kolene.....	11
2.1.2	Vazy.....	11
2.1.3	Menisky.....	12
2.1.4	Svaly.....	13
2.2	Biomechanika kolene	13
2.3	Zranění kolene.....	14
2.3.1	Klasifikace zranění.....	15
2.3.2	Růstová zranění.....	18
2.4	Prevence zranění	19
2.4.1	Možnosti prevence zranění.....	20
2.4.2	Prevence zranění kolene.....	21
2.4.3	Zahřívací preventivní programy.....	23
2.5	Izokinetická dynamometrie	24
2.5.1	Metody diagnostiky, přístrojové příslušenství.....	24
2.6	Charakteristika sportu	25
2.6.1	Charakteristika výzkumné věkové kategorie	26
3	CÍLE PRÁCE	28
3.1	Úkoly.....	28
3.2	Výzkumné otázky.....	28
4	METODY PRÁCE	29
4.1	Charakteristika výzkumného souboru.....	29
4.2	Charakteristika výzkumu.....	29
4.3	Organizace a podmínky testování	29
4.4	Metody hodnocení dat.....	30
4.5	Intervenční program	30
5	VÝSLEDKY	32
5.1	Antropometrické měření	32
5.2	Souhrnné výsledky skupin	33
5.3	Poměr svalové hmoty dolních končetin	33
5.4	Svalová síla extenzorů kolene	35
5.5	Svalová síla flexorů kolene	39
5.6	H/Q poměr.....	43
6	DISKUSE	47

6.1	Silový trénink dětí	47
6.2	Doba intervence.....	47
6.3	Věk, dospívání, motivace probandů	48
6.4	Převaha dominantní končetiny	49
6.5	Zodpovězení výzkumných otázek	49
7	ZÁVĚR.....	53
8	REFERENCE	54
9	PŘÍLOHY	60
9.1	Seznam tabulek a grafů	60
9.2	Ostatní přílohy	61

ZKRATKY

Ligamentum cruciatum anterius – LCA

Dominantní končetina – DOM

Nedominantní končetina – NDOM

Dolní končetina – DK

Dolní končetiny – DKK

1 ÚVOD

Zranění kolene patří mezi jedny z nejčastějších sportovních úrazů ve fotbalovém prostředí. Fotbaloví hráči v mladších věkových kategoriích čelí zvláště vysokému riziku. Pro mladé fotbalisty může zranění kolene znamenat nejen přerušování jejich sportovní kariéry, ale i vážné dlouhodobé následky pro jejich zdraví a životní pohodu. Tato bakalářská práce se zaměřuje na problematiku prevence zranění kolene u adolescentních fotbalistů a uvádí možnosti, jak minimalizovat riziko vzniku těchto úrazů prostřednictvím vhodných preventivních opatření.

První část práce se věnuje stručnému souhrnu anatomických poznatků kolene a přehledu současného stavu problematiky zranění kolene u adolescentních fotbalistů, včetně faktorů, které přispívají k jejich výskytu, a důsledků, které tato zranění mohou mít pro postižené jedince. Dále se zaměřuje na analýzu dostupných informací o efektivitě různých preventivních strategií a programů v oblasti prevence zranění kolene v kontextu fotbalové praxe. Též se tato část práce detailněji zabývá silovou přípravou jako jedním z klíčových prvků prevence zranění nejen u mladých fotbalistů. Důraz je kladen na zhodnocení efektivity silového tréninku v prevenci zranění v kontextu fotbalového prostředí.

V praktické části je popsán výzkum, který obsahoval vstupní a výstupní diagnostiku společně s intervenčním pohybovým programem. Účinnost programu je hodnocena dle výsledků vstupní a výstupní diagnostiky.

Hlavním cílem této práce bylo zjistit účinnost silového intervenčního programu, zaměřeného na posílení dolních končetin. Sekundárním cílem pak bylo zvýšit silovou vybavenost zúčastněných probandů, s případným snížením svalových asymetrií mezi dominantní a nedominantní končetinou se zvýšením jejich H/Q poměrů.

Obsahem této práce je nejen poskytnout komplexní přehled o problematice prevence zranění kolene u adolescentních fotbalistů, ale také navrhnout konkrétní doporučení a směrnice pro praktické využití silové přípravy jako součásti preventivních programů ve fotbalové praxi s mladistvými hráči.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Anatomie kolene

Koleno (*articulatio genus*) se řadí mezi složené klouby a zároveň je největším kloubem v těle (Dylevský, 2019). Tvoří ho spojení mezi kostí stehenní (*femur*), kostí holenní (*tibia*) a česčkou (*patella*), čímž umožňuje pohyb dolní končetiny (dále jen DK) v různých směrech. Dále se na jeho složení podílejí vazy, menisky, svaly, burzy, cévy, nervy a kloubní pouzdro.

Hlavice *femuru* (*condyli femoris*) slouží jako kloubní hlavice a kloubní plochy *femuru* (*facies articularis superior*) jako kloubní jamky. Kloubní plochy těchto kostí do sebe dokonale nezapadají, a proto mezi nimi vyplňují prostor dva chrupavčité menisky. Poslední artikuluující kostí je česčka, která je sezamskou kostí v úponové šlaše *musculus quadriceps femoris*. Česčka se dotýká pouze s *femurem*, mezi *patellou* a *tibií* se vyskytují tukové polštářky. Spojení mezi kondyly *femuru* a *tibií* se nachází téměř v horizontální rovině. Při stání je *tibia* orientována svisle směrem dolů, zatímco tělo *femuru* je mírně odchýleno od této svislé osy. Osy *femuru* a *tibie* společně svírají tupý úhel, který se obvykle pohybuje kolem 170-175°, přičemž je otevřen směrem ven. U žen se tato hodnota pohybuje přibližně o 5° méně z důvodu větší šířky pánve. Pro určení odklonu *femuru* v lékařské praxi se využívá doplňující úhel k vertikále, známý jako Q-úhel. Tento úhel je vytvořen osou tahu *musculus quadriceps femoris* a osou *ligamentum patellae*. U mužů by tento úhel neměl přesáhnout 10°, zatímco u žen by měl zůstat pod 15° (Čihák, 2011).

2.1.1 Stabilizátory kolene

Jednou z hlavních funkcí kolene je stabilita. Tato funkce je zajišťována takzvanými stabilizátory kolene, které se dělí do dvou základních skupin: statické (pasivní) stabilizátory a dynamické (aktivní) stabilizátory. Základním prvkem statických stabilizátorů je kloubní pouzdro, jenž zesilují samostatné vazy nebo vazivové pruhy. Dalšími prvky jsou tvary kloubních ploch a menisky. Mezi dynamické stabilizátory se řadí pouze svaly kolene (Dylevský, 2009; Ditmar, 1992).

2.1.2 Vazy

Zesilujícími prvky kloubního pouzdra jsou vazy, které se dají dělit na vazy kloubního pouzdra a nitrokloubní vazy. V přední části kolene se nachází *ligamentum patellae*, který je pokračováním šlachy *musculus quadriceps femoris* od česčky až na *tuberositas tibiae*. Na obou stranách česčky se nachází vazivové pruhy *retinacula patellae*, jenž jdou od *musculus*

quadriceps femoris k *tibii*. Dalšími jsou vazy na stranách pouzdra – *ligamenta collaterale tibiale et fibulare*, které jsou při extenzi kolene plně napjaty, čímž stabilizují koleno. Vnitřní postranní vaz (*ligamentum collaterale tibiale*) začíná na mediálním epikondyly *femuru* a upíná se na *tibii*. Vnější postranní vaz (*ligamentum collaterale fibulare*) má naopak začátek na laterálním epikondyly *femuru* a upíná se na hlavičku *fibuly*. Na zadní straně pouzdra se nachází vazy *ligamentum popliteum obliquum* a *ligamentum popliteum arcuatum*. Mezi nitrokloubní vazy patří nejsilnější stabilizátory kloubu – zkřížené vazy (*ligamenta cruciata genus*). Přední zkřížený vaz (*ligamentum cruciatum anterius* – dále jen LCA) má začátek na vnitřní ploše laterálního kondyly *femuru*, a upíná se na přední interkondylární plochu *tibie*. LCA je jedním z hlavních stabilizačních nitrokloubních vazů v kolenním kloubu (Silvers, 2007). Zadní zkřížený vaz (*ligamentum cruciatum posterius*) začíná na zevní ploše mediálního kondyly *femuru* a jde do zadní interkondylární plochy *tibie*. Ačkoli mají zkřížené vazy téměř stejnou délku, zadní vaz je přibližně o třetinu silnější než vaz přední. Dalším nitrokloubním vazem je *ligamentum transversum genus*, který na přední straně příčně propojuje menisky. Posledními nitrokloubními vazy jsou *ligamenta meniscofemorale posterius et anterius* (Dylevský, 2009; Čihák, 2011).

2.1.3 Menisky

Menisky jsou dvě chrupavčité destičky, které zajišťují vyrovnání zakřivení kloubních ploch mezi *femurem* a *tibii* (Dylevský, 2019).

Zakřivení ploch kondylů těchto kostí není totožné, a proto většinu dotykové plochy mezi těmito kostmi představují právě menisky, které vyplňují prostor mezi kostmi posunem dopředu či dozadu a mění svůj tvar při pohybech kloubu. Rozlišují se dva menisky: mediální meniskus (*meniscus medialis*) a laterální meniskus (*meniscus lateralis*). Oba menisky se od sebe liší tvarem a velikostí, ale stavba je víceméně stejná a lze ji rozdělit na cípy (rohy) menisků, které se upínají na interkondylární plochu *tibie*, a obvod menisků, který je připojen ke kloubnímu pouzdru (Čihák, 2011).

Mediální meniskus je větší než druhý meniskus a má poloměsíčitý tvar. Ve své střední části je spojen se zadní částí vnitřního kolaterálního vazy, což ho dělá méně pohyblivým. Vzhledem k omezené pohyblivosti bývá častěji náchylný k poškození. Tvar laterálního menisku je prakticky kruhový. Díky tomu, že se úpony jeho cípů takřka dotýkají, je podstatně pohyblivější (Dylevský, 2009).

2.1.4 Svaly

Hybnými složkami nebo také dynamickými stabilizátory kolene jsou svaly, které je možné rozdělit podle místa jejich uložení na svaly na přední straně a zadní straně DK. Mezi svaly na přední straně se zařazuje *musculus sartorius* a *musculus quadriceps femoris*. Do skupiny na zadní straně se řadí *musculus biceps femoris*, *musculus semimembranosus*, *musculus semitendinosus*, *musculus popliteus* a *musculus gastrocnemius*. Svou roli během pohybů kolene hrají i pomocné svaly, kterými jsou *musculus tensor fasciae latae*, *musculus popliteus* a *musculus gracilis*.

Svaly lze také dělit podle jejich funkce. Flexi kolene provádí svaly na zadní straně, kterými jsou tzv. flexory: *musculus biceps femoris*, *musculus semimembranosus* a *musculus semitendinosus*. Hlavními pomocnými svaly při flexi kloubu jsou *musculus gastrocnemius*, *musculus popliteus* a *musculus gracilis*. Opačný pohyb, tedy extenzi, má na starosti zejména tzv. extenzor *musculus quadriceps femoris*. Jako pomocné svaly při extenzi působí *musculus tensor fasciae latae*. Zevní rotaci bérce při flektovaném kolenu způsobuje *musculus biceps femoris*. Naopak vnitřní rotaci díky své pozici na druhé straně stehna provádí *musculus semitendinosus* a *musculus semimembranosus* (Dylevský, 2009).

2.2 Biomechanika kolene

Koleno disponuje dvěma základními pohyby – flexí a extenzí, přičemž výchozí polohou kloubu při stoji je plná extenze. Napnutí postranních vazů a ostatních vazivových útvarů na zadní straně kloubu při extenzi se označuje jako „uzamčení kolene“. Dalším pohybem tohoto kloubu je rotace, která je možná jako samostatný pohyb pouze při flektovaném kolenu. Jinak je tento pohyb jako pomocný při určitých fázích hlavních pohybů. Pohyby v kloubu se dají rozdělit na aktivní a pasivní. Aktivní pohyby flexe, extenze, vnitřní a vnější rotace bérce lze provést pomocí svalů. Jiné pohyby jsou tzv. pasivní, jelikož se dají vykonat pouze při působení tlakových sil (Čech, 1986; Čihák, 2011).

Pohyb flexe je komplikovanější, než se může zdát, a probíhá v několika fázích. V první fázi probíhá počáteční rotace, která je výrazně spojena s prvními 5°, kdy se *tibie* stáčí směrem dovnitř a LCA se uvolňuje. Tato úvodní fáze je označována jako „odemknutí kolene“. Po počáteční rotaci následuje valivý pohyb, při kterém se *femur* pohybuje po *tibii* a meniscích. V konečné fázi flexe se menisky kvůli stále menšímu styku *femuru* a *tibie* posouvají po *tibii* směrem dozadu. Během extenze probíhá celý děj stejně, ale opačným směrem. Pohyb zahajuje posuvný pohyb směrem vpřed, následuje valivý pohyb *femuru*,

a je zakončen závěrečnou rotací *tibie* směrem ven. Rozsah kloubu při flexi se pohybuje od 130° do 160°, přičemž 140° je možné provést aktivně, zbylých dvacet stupňů lze provést pasivním způsobem, a to například při provedení dřepu. Po uzamknutí kolene v základním postavení kloubu lze ještě pokračovat o přibližně 5° do tzv. hyperextenze, jenž může ojediněle být i větší, ale rozsah by u nepoškozeného kolene neměl překročit 15°. Rozsah rotací v kloubu závisí na ohnutí kloubu. Čím větší stupeň flexe je, tím větší je možná rotace. Nejvyšších hodnot rozsahu rotace bývá dosaženo při flexi mezi 45-90° (Čihák, 2011; Dylevský, 2009).

2.3 Zranění kolene

Úrazy kolene jsou běžným problémem, který může postihnout lidi všech věkových kategorií a úrovní fyzické aktivity. Kvůli své složité anatomii a vysoké zátěži, které je vystaveno, je koleno náchylné k různým typům zranění. Tyto zranění mohou zahrnovat trhliny vazů, natržení menisků, dislokace či zlomeniny, a mohou být způsobeny traumatem, opakovaným přetížením nebo degenerativními změnami v kloubní struktuře. Zranění kolene mohou mít významný dopad na pohyblivost, stabilitu a kvalitu života postižené osoby, a proto je jejich prevence, správná diagnóza a léčba klíčová pro obnovu funkce kloubu a minimalizaci komplikací. Zranění kolene může vést k omezení aktivit v každodenním životě až po omezení sportovní činnosti, a dokonce zvyšuje riziko vzniku osteoartrózy kolene, která může způsobit trvalé postižení (Ter Stege, 2014). Porozumění rizikovým faktorům a mechanismům zranění kolene je důležité pro optimalizaci prevence a řízení těchto potenciálně závažných stavů. Mezi sporty, které vyžadují vysokou dynamickou zátěž kolene a u nichž je hlášen vysoký výskyt zranění, patří právě fotbal (Nessler, 2017). Dle Bahra (2008) lze zranění ve fotbale definovat jako každý fyzický problém, který postihl hráče během fotbalového utkání nebo tréninku a zamezil mu plné účasti v tréninku nebo utkání po dobu jednoho nebo více dní následujících po dni, kdy k zranění došlo. Bahr (2008) kromě definice zranění také uvádí, že nejčastějšími zraněními ve fotbalovém prostředí jsou zranění DK, kdy se koleno řadí po stehnu a kotníku mezi tři nejvíce zasažené oblasti.

Mezi příčiny vzniku zranění se jednoznačně zařazují individuální vlastnosti sportovce, mezi které patří neovlivnitelné antropologické vlastnosti jako například stavba kostí, svalů či kvalita vazivového aparátu. Výkonnost, zdatnost a psychická stránka sportovce jsou působením trenéra ovlivnitelné faktory stejně tak jako správná organizace tréninku nebo včasné zařazení správné formy regenerace a prevence. Další příčinou může být vliv okolí, ať už přeceňování schopností sportovce trenérem nebo rodičem, anebo střet s jiným hráčem,

který způsobí nepříjemná zranění. Někdy o vzniku zranění rozhodují klimatické podmínky, jež mohou ovlivnit stav hracích ploch (Pilný, 2018).

Existuje několik hlavních faktorů, které zvyšují riziko nekontaktního poranění kolene. Mezi ně patří zvýšená pohyblivost kloubu, předchozí zranění a jejich nedostatečná rehabilitace, slabá fyzická kondice a narušená stabilita kloubu (Alentorn-Geli a kol., 2009; Bahr, 2008; Smith a kol., 2012). U hráčů, kteří dříve utrpěli zranění podkolenní šlachy, tříslel nebo kolene, je dvakrát až třikrát vyšší pravděpodobnost, že se jim stejné zranění přihodí i v následující sezóně (Read, 2015). Další výzkum naznačuje, že existuje spojitost mezi určitými silami při různém povrchu a obuvi a poraněním měkkých tkání kolene (Hennig, 2011). Zároveň se ukazuje, že kolaps kolene směrem dovnitř může být také rizikovým faktorem pro zranění (Numata a kol., 2018). Nerovnováha mezi extenzory a flexory kolene je také častým rizikovým faktorem. Nerovnováha svalové síly mezi svaly na zadní a přední straně stehna (tzv. H/Q poměr) je zásadním prediktorem zranění předního zkříženého vazy (Carvalho, 2016). Též zranění těchto svalů a jejich omezená funkce může vést ke zranění kloubních struktur (Le Gall, 2006). Autoři dále upozorňují na funkční nestabilitu kolene, horší stabilitu těla a špatný způsob, jakým člověk provádí skok, dopad a rotaci (Bahr, 2008; Smith a kol., 2012).

2.3.1 Klasifikace zranění

Již mnoho autorů se zabývalo zraněními a jejich rozdělením. Spousta z nich si klasifikaci interpretovala po svém, a proto se v následujících řádcích objevuje hned několik z nich (Bahr, 2008; Ekstrand a kol., 2020; Chomiak a kol., 2000; Pilný, 2018).

Ekstrand a kol. (2020) ve své studii dělí zranění dle doby, během které sportovec není schopný provozovat sportovní činnost. Rozlišují tedy lehká zranění, též označována jako „stay and play“, během kterých je sportovec mimo svou činnost na méně než sedm dnů. Mezi lehká zranění zařadili pohmožděniny a mírná poranění vazů. Dalším stupněm jsou středně těžká zranění v rozmezí 7-28 dní absence, kterými označili například strukturální svalová zranění či bolest v oblasti tříslel. Poslední úrovní jsou těžká zranění, která sportovce vyřadí na více než 28 dní. Mezi taková zranění uvedli poranění LCA a rupturu menisku, což naznačuje míru závažnosti zranění právě v oblasti kolene.

Dalším možným dělením zranění způsob vzniku zranění. Zranění se tak rozlišují na kontaktní a bezkontaktní. Ve studii vydané na konci minulého tisíciletí se autoři původem vzniku

zranění zabývali a u 398 hráčů zjistili, že kontaktem bylo způsobeno 46 % a bez kontaktu 54 % zranění (Chomiak a kol., 2000).

Poranění kolene se dají rozdělit dle místa výskytu. Jedním možným rozdělením je:

- vazivové zranění (poranění zkřížených a postranních vazů),
- poranění menisků,
- poranění chrupavky,
- zlomeniny (Bahr, 2008).

Pilný (2018) se s tímto rozdělením téměř shoduje. Doplnil některá ojedinělá zranění a dělení uvádí takto:

- Poškození chrupavek kostí

Chrupavky *femuru* a *tibie* nacházející se na styčných plochách jsou neustále v pohybu, a svou strukturou snižují tření kontaktních ploch zmíněných kostí. Poškození chrupavek je vzhledem k jejich struktuře a stálému pohybu běžná, a proto díky schopnosti regenerace dochází k její opravě. Pokud se však schopnost sníží, nebo se zvýší úroveň poškození chrupavky, může dojít k větší míře poškození, což pravděpodobně způsobí bolest v místě poškození. Způsobeno může být vlivem nadměrné hmotnosti, přetěžováním chrupavek při běhu po tvrdém povrchu, ale i nedostatečnou adaptací na začínající pravidelný trénink. Poškození chrupavky česky se může vyskytnout po přímých nárazech na česku. Kromě toho, ochabnutí stehenních svalů způsobené dlouhodobou fixací může změnit postavení *patelly* v „žlábk“ *femuru*, což má za následek narušení dodávání živin do chrupavky a zvyšuje pravděpodobnost mechanického poškození této tkáně (Pilný, 2018).

- Vykloubení česky

Vykloubení *patelly* nastává v důsledku přímého pádu nebo úderu na ni. To vede k porušení vazivových struktur, které česku udržují v jejím správném postavení, což následně způsobuje její dislokaci do strany. Postižený jedinec často popisuje situaci tak, že mu „vypadlo“ koleno. Většinou se česka společně s bolestivostí vrátí zpět na své místo. V některých případech však může zůstat vykloubená, a společně s bolestivostí způsobit deformitu kloubu a omezit pohyby (Pilný, 2018).

- Zlomenina česky

Zranění v podobě zlomeniny *patelly* může být způsobeno přímým pádem na koleno. Jelikož je česka součástí šlachy *musculus quadriceps femoris*, její poranění ovlivní funkci celého svalu (Pilný, 2018).

- Poškození postranních vazů

Poškození vnitřního nebo vnějšího postranního vazů vzniká nejčastěji při fixovaném bérce tahem za vaz, jehož síla svým působením vaz přepíná, a setrvačným pohybem těla směrem do strany. Tím může dojít k *distenzi*, částečnému či úplnému přetržení vazů. Podle závažnosti zranění se objevuje bolestivost, otok či krevní výron na místě poškozeného vazů (Pilný, 2018).

- Poškození zkřížených vazů

Zásadní rozdíl mezi poraněním LCA a zadního zkříženého vazů spočívá v jejich funkci v kolenu. Jelikož LCA odolává abnormálnímu pohybu *tibie* dopředu vůči *femuru* a rotačním silám, k nimž často dochází při rychlém zpomalení a vnitřní rotaci bérce, zranění se tak objevují při dynamických aktivitách, které zahrnují především změny směru a otáčení, ale může k němu dojít i při dopadu po skoku (Nessler, 2017). Zajímavostí u LCA je, že risk zranění je u žen větší než u mužů (Silvers, 2007). Na druhé straně zadní zkřížený vaz brání sklouznutí *tibie* dozadu vůči *femuru*, typicky se poraní při přímém úderu na přední část *tibie* nebo při hyperextenzi. Poranění zkřížených vazů doprovází otok kolene a bolestivost uvnitř kloubu, častokrát také v podkolenní. Vzhledem k typickým skokům a pohybům typu „zastav a běž“ dochází zejména u míčových sportů poměrně často k přetržení křížových vazů (Mehl, 2018).

- Poškození menisků

K poničení menisku může dojít během podvrtnutí kolene, které nastává, když se při otáčení kolem podélné osy kolene meniskus zachytí mezi kloubními plochami, což vede k tomu, že je pod tlakem rozdrcen nebo natržen. Tento stav se často vyskytuje při artróze kolene a opakovaném zatížení kloubu, včetně chůze. Při poškození dochází k bolestivosti na kloubní štěrbině na straně poraněného menisku. Zároveň se při nebo po zátěži objevuje otok, což způsobuje omezení pohybu jak ve flexi, tak v extenzi (Pilný, 2018).

- Skokanské koleno

Appicitis patellae, též známá jako „skokanské koleno“ je stav charakteristický bolestí v místě úponu *ligamentum patellae*. Opakované namáhání *ligamentum patellae* při činnostech, jako jsou skoky a běh, může vést k malým trhlinám, které způsobují bolest, citlivost a otok pod čéškou (Pilný, 2018). Během léčby se z počátku doporučuje omezení aktivit, které způsobují nadměrné zatížení během excentrické fáze a spíše relativní klid než imobilizace, která by mohla vést k atrofii šlachy. Postupně přecházet k modifikacím sportovních aktivit a cvikům ke zvýšení flexibility *musculus quadriceps femoris*, *musculus biceps femoris*, *musculus semitendinosus* a *musculus semimembranosus* (Peers, 2005). Poté je vhodné zařadit excentrická cvičení, která kdyby nepomohla, je možné pomýšlet nad operační léčbou (Bahr, 2006).

- „Nešťastná triáda“

„Nešťastnou triádou“ bývá označováno poranění, při kterém dochází k poškození postranního vazy, zkříženého vazy a menisku. Často je spojováno s kontaktními sporty, během kterých je možné obdržet úder z vnější strany kolene. Zranění se projevuje značnou bolestivostí, otokem a velmi špatnou stabilitou kolene (Pilný, 2018).

2.3.2 Růstová zranění

Mezi poranění kolene patří i růstová poranění jako například S choroba, která je nejčastější u sportujících dětí. Výskyt bývá spojován s růstovým spurtem dospívajících mezi 10. a 15. rokem u chlapců a 8. a 13. rokem u dívek. Onemocnění je častější u sportujících chlapců, resp. chlapců obecně. Rizikové jsou především sporty, při nichž se běhá a skáče jako právě ve fotbale (Hansen, 2023). Onemocnění se projevuje bolestí v oblasti *tuberositas tibiae*, kam se upíná *ligamentum patellae*. Pro léčbu této choroby bylo navrženo několik léčebných strategií: snížení fyzické aktivity, aplikace chladu, používání kolenních ortéz, které tlačí na patelární šlachu, aby se snížilo trakční zatížení, fyzikální terapie, řádné rozcvičení na začátku a ochlazení organismu na konci tréninku a protahování extenzorového svalstva nohy, aby se snížilo napětí generované extenzorovým aparátem (Corbi, 2022).

Dalším růstovým poraněním je Sinding-Larsen-Johanssonův syndrom, který má podobný způsob vzniku jako Osgood-Schlatterova choroba a obě poruchy se někdy vyskytují současně. Sinding-Larsen-Johanssonův syndrom je způsoben zvýšeným napětím a tlakem v důsledku opakované trakce patelární šlachy na dolní pól čéšky při kontrakci *musculus quadriceps femoris*. To vede k poškození chrupavky, otoku a bolesti, zejména po vynaložení síly,

a později ke ztluštění šlachy a fragmentaci dolního pólu česky a někdy k burzitidě, tj. zánětu burzy umístěné mezi šlachou a česčkou. Syndrom se vyskytuje u dospívajících obvykle mezi 10 a 14 lety, nejčastěji však u sportujících chlapců (fotbal, běh, volejbal, gymnastika). Klinicky je charakterizován bolestí lokalizovanou na dolním pólu pately, která se zvyšuje při zatížení pately při flexi (Valentino, 2012).

2.4 Prevence zranění

Prevence zranění ve sportu hraje klíčovou roli v optimalizaci výkonu a zachování zdraví sportovců. Celkově je prevence zranění ve sportu komplexní proces, který vyžaduje systematický přístup a spolupráci mezi sportovci, trenéry, lékaři a dalšími odborníky na péči o zdraví. K omezení tohoto trendu zranění a identifikaci faktorů, které sportovce ke zranění předurčují, je zapotřebí přesný nástroj pro funkční hodnocení a intervence (Nessler, 2017). Již v roce 1992 sestavil van Mechelen a kol. obecný postup obsahující 4 kroky pro sestavení plánu prevence. První krok zahrnuje popis a rozsah problému se zraněním. Ve druhé fázi se zkoumá etiologie a mechanismy vzniku sportovního zranění. Třetí fáze se týká zavedení preventivních opatření, která se následně vyhodnotí z hlediska jejich účinnosti opakovaním kroku 1 (van Mechelen a kol., 1992).

Casáis (2012) ve své studii popsal tři úrovně prevence – primární, sekundární a terciární.

- Cílem primární úrovně prevence je zabránit úrazu dříve, než k němu dojde. Spočívá v zohledňování obecných faktorů a jejich vlivu na sportovce. Tato opatření jsou spíše nepřímého typu jako například kontrola typu, kvality a stavu hřišť, typ obuvi, používání ochranných prvků, spánkové a stravovací návyky či dodržování hydratace.
- Sekundární prevence se zaměřuje na včasné odhalování a zásahy v období před úrazem nebo ihned po něm. Je důležité být v kontaktu se sportovcem ohroženým zraněním, aby bylo možné dokázat identifikovat a diagnostikovat úraz na základě výskytu příznaků a symptomů. Rizikové faktory lze analyzovat a odhalit pomocí programů intervence na individuální nebo skupinové úrovni. Současným trendem je identifikovat rizikové hodnoty prostřednictvím důkladného hodnocení a monitorování sportovce. Klinické, fyzické a motorické testy, stejně jako analýza sportovcova klinického předchozího stavu a předchozích zranění, mohou poskytnout rizikové ukazatele. Věk, soutěžní zkušenosti, únava a přetrénování jsou také brány v úvahu při tréninku a soutěži, stejně jako psychologické faktory a kontrola stresujících situací

pro sportovce. Proaktivní přístup k sekundární prevenci může snížit riziko zranění u sportovců.

- Terciární úroveň prevence spočívá v předvídání a léčbě možných komplikací ve fázi po úrazu. Představuje individuální úroveň prevence, která zahrnuje snížení stupně výskytu úrazu vyloučením všech proměnných, které by mohly úraz nebo jeho následky zhoršit, a provádění programů zaměřených na rozvoj prvků ochrany před konkrétním úrazem. Prvky intervence na této úrovni by měly být zaměřeny na regulaci a snížení mechanické, svalové, kloubní, vazivové nebo šlachové nerovnováhy, které může být sportovec vystaven po konkrétním zranění (Casáis, 2012).

2.4.1 Možnosti prevence zranění

Existuje řada opatření, která lze použít k minimalizaci rizika zranění. Základním opatřením je rozcvičení, které by mělo zahajovat každou tréninkovou jednotku či přípravu na utkání. I přesto se rozcvičení často podceňuje, ba dokonce vypouští. Na rozcvičení by se nemělo zapomínat, jelikož jeho hlavním cílem je připravit organismu na nadcházející tělesnou zátěž. Úkoly samotného rozcvičení jsou následující: zahřátí a uvolnění napětí ve svalech, aktivace pohybového systému, uvolnění a mobilizace kloubů, mobilizace svalových skupin a naladění organismu na pohybovou činnost (Jebavý a kol., 2014). Nedílnou součástí rozcvičení bývá i strečink, jehož benefity mohou být například zlepšení svalové a kloubní pohyblivosti. Avšak při přípravě na sportovní výkon je potřeba dbát na zvolení správného typu strečinku. Tím výhodným pro zvýšení sportovního výkonu zejména ve fotbale se považuje strečink dynamický (Nelson, 2015). Avšak jako samostatný způsob prevence strečink nevykázal žádný pozitivní efekt (Lauersen, 2014).

Mezi další možnosti prevence úrazů ve sportu se zahrnuje regenerace, která je velmi důležitým, ale také opomíjeným prvkem zejména u mládeže. Regenerace je buď aktivní, během které sportovec provádí nenáročné aktivity typu vyklusání či již zmiňovaný strečink, nebo pasivní, která především obsahuje použití fyzikálních metod (Pilný, 2018). Ve studii z roku 2023, do které se zapojilo celkem 687 rakouských trenérů, z nichž 59,2 % uvádí, že špatná regenerace podle nich patří mezi nejvíce rizikové faktory vzniku zranění (Klausner, 2023).

Také taping a kineziotaping jsou brány jako forma prevence zranění, avšak populací jsou často označovány jako placebo (Pilný, 2018).

Na prevenci vzniku zranění lze pohlížet i z hlediska organizace, technického vybavení či podnebných podmínek. Špatná forma organizace tréninkového procesu může vést jak k přetrénování, tak nepřipravenosti svěřence na podání nejlepšího možného výkonu. Též může souviset se špatným plánováním tréninku ve vztahu se správnou formou a dobou již zmiňované regenerace, která často bývá kratší, než je třeba (Pilný, 2018). Co se týče technického vybavení, je nutné, aby se zejména u mladších kategorií dbalo na kvalitu pomůcek a vybavení, jako například chrániče či vhodná obuv. Mladší sportovci často ještě nechápou důležitost zdraví, a proto je vhodné na toto téma upozorňovat mezi sportovci samotnými, ale i jejich rodiči. Typ obuvi i hrací povrch mají vliv na riziko zranění při fotbale (Hennig, 2011). S technickým vybavením souvisí i klimatické podmínky, které mohou ovlivnit stav hrací plochy, což opět poukazuje na fakt, že výběr kvalitní obuvi hraje svou roli (Pilný, 2018).

Velký význam prevence v mladém věku naznačuje výzkum z roku 2006, který trval po dobu deseti sezon. Během těchto sezon byla zaznamenávána zranění u kategorií U14, U15 a U16, přičemž u nejmladší kategorie byl největší výskyt zranění způsobených na tréninku (U14 – 310, U15 – 251, U16 – 235). Na druhou stranu zranění v utkání byla nejpočetnější u kategorie U16, u které bylo zaznamenáno 136 zranění. Obě mladší kategorie měly po 110 zraněních. V celkovém součtu však kategorie U14 ostatní kategorie stále převyšovala (Le Gall a kol., 2006).

2.4.2 Prevence zranění kolene

Zranění kolene má velký vliv na budoucí sportovní výkonnost. V rámci prevence zranění kolene se nejčastěji využívají různé intervenční tréninkové programy (Alentorn-Geli a kol., 2009). Důležitými zásadami při tvorbě a plnění intervenčního programu jsou věk, biomechanika, dodržování programu, dávkování, zpětná vazba a cvičení. Účinné intervenční programy obsahovaly jeden ze tří následujících komponentů: silový trénink, plyometrický trénink a neuromuskulární trénink (Nessler, 2017).

Silový trénink může hrát důležitou roli v prevenci zranění tím, že posiluje svaly a zlepšuje celkovou stabilitu a kontrolu těla během pohybu. Silné svaly stabilizující klouby a poskytující podporu mohou snížit nápor na klouby a šlachy během fyzické aktivity, což snižuje riziko přetížení a zranění. Kromě toho silový trénink může pomoci vyvážit sílu mezi svalovými skupinami, což může snížit riziko nerovnováhy, která může vést k nepřírozeným pohybům a zraněním. Hlavním cílem pracovní síly jako preventivního prostředku je zajistit správnou

rovnováhu mezi různými tělesnými strukturami, a umožnit tak bezpečný rozvoj různých akcí specifických pro každý sport (Casáis, 2012). Správně navržený a prováděný silový trénink může také zlepšit celkovou mechaniku těla a techniku pohybu, což dále snižuje riziko úrazů. Nicméně je důležité, aby silový trénink byl prováděn s odpovídající technikou a pod dohledem kvalifikovaného trenéra, aby se minimalizovalo riziko přetížení a potenciálních zranění spojených s nesprávným provedením cvičení. Metaanalýza z roku 2014 uvádí, že v porovnání se strečinkem, propioceptivním tréninkem a kombinovaným tréninkem má silový trénink nejlepší výsledky v minimalizování rizika zranění. Počet akutních zranění se snížil téměř o jednu třetinu a poranění z přetížení až o polovinu (Lauersen, 2014). Dalším důkazem důležitosti zahrnutí silového tréninku do kondiční přípravy hráčů fotbalu ukazuje studie, ve které se u netrénované skupiny vyskytlo o 19,4 % více zranění DK (koleno a hlezno) než u hráčů, kteří kondiční přípravu podstoupili. Zároveň z celkového počtu zranění bylo 32,7 % právě zranění kolene (Heidt a kol., 2000). Na kondiční přípravu byli dotázáni i trenéři v Rakousku. Z 687 trenérů jich 75,7 % uvedlo, že nejvíce rizikovým faktorem zranění je právě nedostatečná kondiční připravenost. Avšak také více než 50 % z celkového počtu trenérů též uvedlo, že neznají žádný z nejrozšířenějších preventivních programů (Klausner, 2023). Přitom alespoň minimální povědomí o způsobech, jak předcházet zraněním, by pomohlo zdraví hráčů i týmovým výkonům na hřišti. I toto může dělat rozdíl mezi amatéry a elitou, což dokazuje výzkum z roku 2016, kdy 31 dotázaných elitních týmů uvedlo, že jako prevenci zranění LCA používají právě posilovací cvičení, a to jak v přípravném, tak soutěžním období v týdnech s jedním utkáním. Některé týmy následně s prevencí pokračovaly i v týdnech, kdy utkání byla dvě za současného snížení odporu, počtu opakování a sérií, frekvence tréninků a úpravou samotných cviků. Týmy také sdělily nejvíce používané typy cviků. Těmi nejpoužívanějšími byly excentrická cvičení jako například tzv. „nordic hamstring curl“, po kterých následovaly cviky na propiocepci, a nakonec cvičení na střed těla (McCall a kol., 2016).

Dalším komponentem je plyometrie, při které je důležité se zaměřit na správnou techniku provedení pohybu. Její využití v intervenčních také může pomoci omezit poranění vazů. Posledním dílkem je neuromuskulární trénink, který bývá součástí většiny programů. Zaměřuje se na optimalizaci spojení mezi nervovým systémem a svaly. Často zahrnuje cvičení na zlepšení propiocepce, což je schopnost vnímat polohu a pohyb těla v prostoru. Těmito cvičeními mohou být jednoduchá balanční cvičení na obou či jedné noze, cvičení na balančních deskách, ale také i skoky (Nessler, 2017).

Nesmí se však zapomínat na to, že nejúčinnější bude právě takový intervenční program, který bude zahrnovat více přístupů k tréninku než pouze jeden. Je tedy vhodné kombinovat silový, plyometrický i neuromuskulární trénink (Nessler, 2017). Zároveň je třeba vyvinout vždy takový preventivní program, který bude specifický a bude tolerovat individuální rizika sportovců (Ter Stege, 2014).

2.4.3 Zahřívací preventivní programy

Jako prevence zranění kolene jsou v mnoha studiích využívány preventivní tréninkové programy využívané během rozcvičení. Takovým programem je například FIFA 11+, který bývá využíván jak u dospělých, tak mládežnických kategorií. Ve své podstatě program spočívá v komplexním rozcvičení před utkáním či tréninkovou jednotkou pomocí statických a dynamických pohybů. Jedním z hlavních pozitivních aspektů FIFA 11+ je jeho jednoduchá a strukturovaná forma, která umožňuje snadnou implementaci a aplikaci ve fotbalovém tréninkovém procesu. Program je navržen tak, aby mohl být prováděn před každým tréninkem nebo zápasem, přičemž významně snižuje riziko vzniku zranění a zároveň přispívá k lepší fyzické kondici a výkonnosti hráčů. Program zahrnuje soubor cvičení zaměřených na posílení svalů, zlepšení stability a koordinace, a také na zlepšení flexibility (Bizzini a kol., 2013). Jinými slovy obsahuje všechny přístupy k tréninku potřebné pro účinnou prevenci, které byly zmíněny výše.

Aplikace programu FIFA 11+ vede u amatérských fotbalistů k výraznému zlepšení síly stehenních svalů, výšky skoku, rychlosti sprintu a řady ukazatelů rovnováhy a propiocepce (Barengo, 2014). Jeho využití bylo v mnoha případech zaznamenáno jako efektivní ve snížení výskytu zranění u mládeže (Owoeye, 2014; Silvers, 2014; van Beijsterveldt, 2012). Vykonáváním programu je možné u sportovců snížit riziko poranění kolene až o 30 %. Navíc toho nejčastějšího, kterým je poranění LCA, o 50 % (Bizzini a kol., 2013).

Podobným preventivním programem je tzv. Harmoknee, který stejně jako výše uvedený program má za úkol snížit výskyt zranění zejména DK. Obsah tohoto programu tvoří pět částí: zahřátí, aktivace svalů, rovnováha, síla a cvičení na střed těla (Daneshjoo, 2013). Avšak v porovnání s předchozím programem není tak účinný, a proto se doporučuje spíše program FIFA 11+ (Ayala a kol., 2017).

2.5 Izokinetická dynamometrie

K diagnostice svalové síly DK je využívána izokinetická dynamometrie. Během ní se využívá speciálního zařízení nazývaného izokinetický dynamometr, který umožňuje kontrolu rychlosti pohybu svalu během kontrakce a zároveň poskytuje odpovídající odpor. To umožňuje konzistentní a přesné měření síly a výkonu svalů při různých úhlech a rychlostech pohybu. Důležitým prvkem měření je motivovanost probandů, kteří by se měli snažit vyvíjet maximální úsilí po celou dobu testu (Dvir, 2004).

Mezi nejčastěji měřené hodnoty izokinetické dynamometrie patří moment síly (*torque*, [Nm]), což je výsledek svalové síly při určité úhlové rychlosti, měřitelný v celém rozsahu pohybu jako maximální (*peak torque*) nebo průměrná hodnota (*average torque*), výkon (*power*, [W]), který udává množství práce vykonané za jednotku času, měřené k prokázání zlepšení ve sportech neomezených maximální silou, vyjádřené jako maximální (*peak power*) nebo průměrné hodnoty (*average power*), úhel maximálního momentu síly (*angle of the peak torque*, [°]), pozice segmentu s nejvyšším momentem síly, a svalová práce (*work*, [J]), která označuje množství svalového napětí vyprodukovaného během kontrakce, vyjadřované v maximálních (*peak work*) nebo průměrných hodnotách (*average work*), odrážející míru vytrvalosti (Dvir, 2004).

Využití izokinetické dynamometrie je považováno za standard při testování sportovců před, po i během sezony. Zároveň je to vhodný způsob pro predikci či odhalení možného zranění kolene a jeho hybných komponentů (Carvalho, 2016). Ve spojení s predikcí zranění je spojován poměr síly mezi flexory a extenzory, tzv. H/Q poměr. Tento poměr by při $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ měl být roven nebo větší 0,6 (Carvalho, 2016; Dvir, 2004). Hodnota 0,6-0,8 by měla být optimální při rychlostech do $240^{\circ}\cdot s^{-1}$ (Ermiş, 2019). Čím vyšší rychlost, tím vyšší by měla být hodnota H/Q poměru (Rosene, 2001).

2.5.1 Metody diagnostiky, přístrojové příslušenství

K analýze izokinetické svalové síly extenzorů a flexorů kolene DK se používá například dynamometr Cybex Humac Norm (Cybex NORM®, Humac, USA). Jako hlavní parametr se zjišťuje maximální točivý moment (N·m) během koncentrické svalové kontrakce při úhlových rychlostech $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ (pomalá), $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ (submaximální) a $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ (rychlá). Po standardizovaném rozcvičení probíhá usazení do křesla dynamometru, nastavení a fixace trupu a testované DK dle pokynů výrobce. Před samotným testováním se rameno dynamometru ergonomicky nastaví a individuálně přizpůsobí tak, aby osa kolene ve frontální

rovině byla v souladu s osou otáčejícího se ramene dynamometru. V souladu s pokyny výrobce se provádí korekce gravitace a kalibrace dynamometru. Rozsah pohybu je 90° , přičemž maximální extenze bývá označena a nastavena jako „anatomická nula“ (0°). Po tomto nastavení se za účelem seznámení s postupem testování a zapracování svalových skupin (flexory a extenzory) kolenních kloubů provádí pět submaximálních opakování (extenze/flexe). Po jejich dokončení následuje samotný test maximální izokinetické svalové síly, který je hodnocen pomocí momentu síly při maximální volní (koncentrické) svalové kontrakci. Nejprve se provádějí dvě maximální provedení při rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$, po odpočinku (30 s) následují dvě provedení při rychlosti $180^\circ \cdot s^{-1}$, a nakonec také dvě opakování při rychlosti $300^\circ \cdot s^{-1}$. Stejný postup se opakuje během testování druhé DK. Během testování je poskytována vizuální zpětná vazba a slovní podpora (Miřátský, 2023).

U vyhodnocení výsledků je také důležité znát dominantní končetinu testovaného. Ta je určena dotazem, kterou končetinou přednostně kope (Ford a kol., 2003).

2.6 Charakteristika sportu

Fotbal je jedním z nejoblíbenějších sportů na celém světě, což dokazuje nespočtem hráčů, ať už amatérských či profesionálních, ale i množstvím fanoušků, kteří tento sport podporují. Důkazem toho jsou fotbalové ligy v téměř každé zemi na světě, ze kterých vybraní hráči mohou dokonce reprezentovat svůj národ na mezinárodních turnajích.

Ve fotbalovém utkání hrají dva týmy, které se v řádném čase snaží vstřelit více branek do soupeřovy branky. Každý tým tvoří 10 hráčů v poli a 1 brankář. Fotbalové utkání trvá z pravidla 90 minut. Je ovšem rozděleno na dva poločasy po 45 minutách, mezi kterými náleží 15minutová přestávka. Avšak herní čas může být prodloužen či zkrácen o dobu, o které rozhoduje hlavní rozhodčí. Hřiště musí mít tvar obdélníku, jehož delší strana je pomezní čarou a kratší strana je čarou brankovou. Pomezní čára musí být vždy delší než branková čára. Délka hřiště je 90 až 120 m a šířka 45 až 90 m (Kureš, 2022; Votík, 2016).

Fotbal je týmový sport, ve kterém se dva týmy snaží přehrát jeden druhý vstřelením více branek za předpokladu využití všech složek týmového výkonu. Avšak týmový výkon se skládá z individuálních výkonů každého hráče, a proto je třeba rozvíjet i jejich složky. Mezi složky individuálního výkonu patří: psychické, somatické, technické, taktické a kondiční (Perič, 2010).

Co se týče kondičních parametrů jako je síla, rychlost, vytrvalost, koordinace a pohyblivost, hráči musí být připraveni ve všech ohledech. Během utkání provádí velké množství pohybových aktivit, a to s míčem či bez míče. Rozvoj síly je důležitý zejména pro úspěch v osobních soubojích o udržení pozice či získání míče, pro výskok na odehrání míče hlavou, ale i pro střelbu na branku. Rychlost fotbalisté využívají nejen v útočné fázi pro průnik obranou soupeře, ale i v obranné fázi, kdy například potřebují zamezit úniku protihráče, a proto je tento parametr také třeba rozvíjet. Nepostradatelný je u fotbalistů také rozvoj aerobní i anaerobní vytrvalosti. Po celou dobu utkání se totiž u hráčů střídá rychlost pohybu od chůze po sprint. Neposledními parametry jsou koordinace a pohyblivost, které mají své místo v provedení technických dovedností, ovládnutí míče či obratných manévrech.

Mezi činnostmi bez míče se řadí například chůze, klus, běh, sprint, výskok, změny směru, zrychlení, zpomalení, osobní souboje či zvednutí ze země po pádu. Naopak mezi činnostmi s míčem se zařazuje vedení míče v různých rychlostech, přihrávka, střelba a hra hlavou. Hráči se tak musí rozvíjet ve všech složkách kondiční přípravy. Během utkání jsou například schopni překonat vzdálenost až 15 km, podstoupit až 20 osobních soubojů, provést 20 výskoků, dát 50 přihrávek či sedmáctkrát odehrát míč hlavou (Psotta, 2006).

2.6.1 Charakteristika výzkumné věkové kategorie

Ve fotbale je kategorie starších žáků vymezena ve věku od 13 do 14 let. Během tohoto období dochází k úplnému vyvinutí pohlavního dospívání, známého jako puberta, během kterého nastává biologická a fyziologická transformace těla, ale i k vývoji osobnosti, která bývá doprovázena emocionálními nevyrovnanostmi (Vágnerová, 2007). Po dosažení věku 13 let mohou růstové změny negativně ovlivnit pohybové schopnosti dítěte. Růstový rozvoj není rovnoměrně rozložen po celém těle. Končetiny se rozvíjejí rychleji než trup a růst do výšky je silnější než do šířky (Perič, 2020). Rychlý růst je označován jako růstový spurt (Vágnerová, 2007). Během období růstového spurtu dochází k rychlé změně polohy těžiště sportovce, což může vést k poklesu koordinace zvýšené nemotornosti (Kalus, 2021). V tomto období jsou děti náchylné k růstovým chorobám jako například Osgood-Schlatterova choroba, jenž byla popsána v jedné z předchozích kapitol (Kučera a kol., 2011).

„Dětský skelet je specifický zejména tím, že stále roste a vyvíjí se.“ (Pilný, 2018; str. 264)

To potvrzuje i Graziano (2013), která dodává, že děti jsou kvůli svému vývinu náchylné ke zraněním z přetěžování (např. únavové zlomeniny). Proto by se u dětí mládeže mělo dbát na anatomickou strukturu, fyziologii a psychosociální faktory, které nejsou stejné jako

u dospělých. I přesto, že je o silovém tréninku mladistvých prokázáno, že je bezpečný a účinný, pokud je zajištěn dohled a jsou dodržovány zásady přiměřené věku, bývá mnoha lidmi odsuzován z důvodu bezpečnosti. Silový trénink chrání před vznikem zranění sportovce všech věkových kategorií (Kalus, 2021).

3 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této práce bylo zjistit účinnost silového intervenčního programu, zaměřeného na posílení DKK. Sekundárním cílem pak bylo zvýšit silovou vybavenost zúčastněných probandů (hráčů), s případným snížením svalových asymetrií mezi DOM a NDOM končetinou se zvýšením jejich H/Q poměrů.

3.1 Úkoly

Dílčí úkoly této práce byly:

1. sestavení intervenčního programu,
2. provedení úvodního diagnostického měření,
3. aplikace intervenčního programu po dobu šesti týdnů,
4. provedení výstupní diagnostiky,
5. zpracování výsledků,
6. v návaznosti na výsledky stanovení závěru.

3.2 Výzkumné otázky

Výzkumná otázka 1: Dojde u hráčů zařazených v experimentální skupině vlivem silového intervenčního programu k vyššímu zvýšení izokinetické svalové síly u sledovaných úhlových rychlostí?

Výzkumná otázka 2: Bude mít sestavený intervenční program u hráčů v experimentální skupině dopad na změnu H/Q poměrů?

Výzkumná otázka 3: Zjistíme u hráčů zařazených v experimentální skupině vlivem silového intervenčního programu zvýšení množství svalové hmoty na dolních končetinách?

4 METODY PRÁCE

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

V rámci první diagnostiky se dobrovolně zapojilo celkem 17 hráčů kategorie U14 ($n = 17$; věk 13 let, výška $164,9 \pm 7,5$ cm, hmotnost $52,8 \pm 10,1$ kg) fotbalového klubu FK Viktoria Žižkov. Tito hráči byli náhodně rozděleni do skupin: a) experimentální a b) kontrolní (charakteristika skupin viz. Tabulka 1). Z důvodu onemocnění v průběhu výzkumu (intervence), však došlo ke snížení počtu hráčů v kontrolní skupině o dva hráče, kteří byli ze studie vyloučeni.

Tabulka 1

Charakteristika skupin.

	Experimentální skupina (n = 8)	Kontrolní skupina (n = 7)
Věk (roky)	13	13
Výška (cm)	$167,9 \pm 3,5$	$160,7 \pm 6,3$
Hmotnost (kg)	$58,2 \pm 8,3$	$46,3 \pm 8,5$

Zdroj: Vlastní zpracování.

4.2 Charakteristika výzkumu

Výzkum spočíval v porovnání výsledků dvou skupin: experimentální a kontrolní. Obě skupiny po dobu 6 týdnů pravidelně docházeli na svůj fotbalový trénink, zatímco experimentální skupina navíc absolvovala intervenční program, jejímž obsahem byly dvě tréninkové jednotky silového tréninku (posilování s vlastní hmotností) týdně. Před zahájením intervence proběhlo u obou skupin vstupní diagnostické testování obsahující antropometrické měření (výška, hmotnost), diagnostiku tělesné kompozice na přístroji Tanita MC-980 MA (Tanita Corporation, Japonsko) (svalová hmota dolních končetin) a měření svalové síly na izokinetickém dynamometru Cybex Humac Norm (Cybex NORM®, Humac, USA) v Laboratoři sportovní motoriky UK FTVS. Po uplynutí doby intervence (6 týdnů) proběhla u obou skupin výstupní diagnostika se stejnou náplní jako při úvodním měření. Výsledky obou skupin byly následně porovnány.

4.3 Organizace a podmínky testování

Obě testování proběhla v dopoledních hodinách v klidném prostředí Laboratoře sportovní motoriky UK FTVS. V době testování v laboratoři byl pouze výzkumný soubor hráčů a testující personál laboratoře, který byl na obě testování totožný. Před každým testováním

proběhlo poučení o jednotlivých testech, jejich způsobu a důvodu provedení. Poté byla u všech probandů diagnostikována tělesná kompozice, po které následovalo testování svalové síly DKK pomocí izokinetického dynamometru. Využité přístrojového vybavení a metody měření svalové síly byly stejné jako jsou uvedeny v části 2.5.1. Rychlosti byly celkem tři ($60^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$, $180^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$ a $300^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$) se dvěma opakováními na každé rychlosti.

4.4 Metody hodnocení dat

Data byla prvotně zpracována softwary jednotlivých přístrojů. Poté byla převedena a zpracována v softwaru Microsoft Office Excel. V rámci analýzy výsledků skupiny byl použit rozdíl, aritmetický průměr a směrodatná odchylka.

4.5 Intervenční program

Hráči, kteří patřili do experimentální skupiny, se účastnili intervenčního programu, který probíhal po dobu 6 týdnů. Program obsahoval dvě tréninkové jednotky týdně, tzn. 12 tréninkových jednotek za celou intervenci dohromady. Mezi intervenčními tréninkovými jednotkami byly 2-3 dny, kdy hráči měli volno, fotbalový trénink nebo utkání podle vlastního rozpisu, který dodržovali všichni hráči. Intervence probíhala v rámci tréninkových jednotek klubu po řádném rozcvičení zhruba 30-40 minut. Cviky obsažené v programu byly zaměřeny na rozvoj síly dolních končetin. V rámci jednoho týdne měla první tréninková jednotka (1. TJ) jiný obsah než druhá tréninková jednotka (2. TJ). Obě tréninkové jednotky zahrnovaly 5 cviků (Tabulka 2 a Tabulka 3). Při sestavování obsahu tréninkových jednotek se vycházelo z cviků obsažených v preventivním programu FIFA 11+, které byly doplněn o některé další cviky.

Experimentální skupina, která intervenční program podstoupila, oproti kontrolní absolvovala navíc 12 tréninkových jednotek. V těchto tréninkových jednotkách během jednoho týdne provedla celkově 10 cviků. Konkrétně v první tréninkové jednotce 36 (počet opakování) výpadů, 36 kyčelních mostů jednož, 45 výponů ve stoje, 18 výskoků na bednu a 90 vteřin prkna. Ve druhé tréninkové jednotce hráči prováděli 36 dřepů na jedné noze (dohromady 72 na levé i pravé), 36 bulharských rozdělených dřepů (též na každou stranu zvlášť), 15 excentrických severských zdvihů, 18 laterálních skoků a 90 vteřin bočního prkna (opět na každou stranu). Během šesti týdnů intervence hráči z experimentální skupiny celkově provedli:

- 216 výpadů,

- 216 kyčelních mostů jednož,
- 270 výponů ve stoje,
- 108 výskoků na bednu,
- 540 vteřin podporu ležmo,
- 216 dřepů na jedné noze,
- 216 bulharských rozdělených dřepů,
- 90 severských zdvihů,
- 108 laterálních skoků,
- a 540 vteřin podporu ležmo na jednom předloktí.

Tabulka 2

Obsah první tréninkové jednotky intervence.

1. TJ	
Cvik	Počet opakování
Výpady	3x12 (každá strana)
Kyčelní most jednož	3x12 (každá strana)
Výpony ve stoje	3x15
Výskoky na bednu	3x6
Podpor ležmo	3x30 s

Zdroj: Vlastní zpracování.

Tabulka 3

Obsah druhé tréninkové jednotky intervence.

2. TJ	
Cvik	Počet opakování
Dřep na jedné noze	3x12 (každá strana)
Bulharský rozdělený dřep	3x12 (každá strana)
Severské zdvihy (excentricky)	3x5
Laterální skoky	3x6 (na každou stranu)
Podpor ležmo na jednom předloktí	3x30 s (každá strana)

Zdroj: Vlastní zpracování.

5 VÝSLEDKY

Tato část práce obsahuje tabulky s výsledky vstupního a výstupního testování. Pro přehlednost každé dvě po sobě následující tabulky (č. 6 a č. 7 atd.) zobrazují výsledky stejného testu. Tabulka se sudým číslováním obsahuje hodnoty naměřené u experimentální skupiny a tabulka s lichým číslováním obsahuje hodnoty skupiny kontrolní. Souhrnný popis obou tabulek se vždy nachází pod tabulkou s lichým číslem.

5.1 Antropometrické měření

Tabulka 4

Výška a hmotnost probandů – rozdělení po skupinách.

Proband	Výška		Rozdíl	Hmotnost		Rozdíl
	Před intervencí	Po intervencí		Před intervencí	Po intervencí	
Experimentální skupina						
1	168,5	169	0,5	57,9	59,3	1,4
2	169,5	171,4	1,9	60,9	63	2,1
3	165,8	167,3	1,5	54,7	57,2	2,5
4	169,1	170,5	1,4	64,3	65	0,7
5	163,2	164	0,8	59,4	61,1	1,7
6	171	172,6	1,6	70,3	69,5	-0,8
7	173	174,1	1,1	56,5	58	1,5
8	163,4	164,1	0,7	41,7	43,2	1,5
Průměr	167,9	169,1	1,2	58,2	59,5	1,3
SD	3,5	3,8	0,5	8,3	7,7	1,0
Kontrolní skupina						
9	153	154,3	1,3	36,4	37,8	1,4
10	169,2	170,5	1,3	60,4	62,8	2,4
11	160	161	1	46,4	47	0,6
12	162	162,2	0,2	49,6	48,7	-0,9
13	166,9	167,7	0,8	46,8	48,9	2,1
14	161	162,6	1,6	48,9	50,8	1,9
15	152,5	153,5	1	35,3	36,5	1,2
Průměr	160,7	161,7	1,0	46,3	47,5	1,2
SD	6,3	6,3	0,4	8,5	8,8	1,1

Pozn. SD – směrodatná odchylka. Zdroj: Vlastní zpracování.

5.2 Souhrnné výsledky skupin

Tabulka 5

Souhrn výsledků hodnocených parametrů.

Hodnocené parametry	Experimentální skupina				Kontrolní skupina			
	Před intervencí		Po intervenci		Před intervencí		Po intervenci	
	DOM	NDOM	DOM	NDOM	DOM	NDOM	DOM	NDOM
Svalová hmota v DKK (kg)	8,1 ± 1,2	8,1 ± 1,2	8,4 ± 1,2	7,8 ± 1,2	6,6 ± 1,2	6,4 ± 1,3	6,6 ± 1,2	6,3 ± 1,3
EXT 60°·s⁻¹ (N·m)	232 ± 30	241 ± 45	230 ± 35	232 ± 29	255 ± 24	249 ± 38	247 ± 26	242 ± 14
EXT 180°·s⁻¹ (N·m)	172 ± 22	170 ± 34	176 ± 21	175 ± 27	177 ± 12	176 ± 19	183 ± 12	175 ± 8
EXT 300°·s⁻¹ (N·m)	138 ± 22	135 ± 26	137 ± 12	138 ± 24	137 ± 11	141 ± 15	142 ± 6	136 ± 11
FLX 60°·s⁻¹ (N·m)	142 ± 23	123 ± 20	140 ± 15	138 ± 21	136 ± 21	127 ± 15	133 ± 13	134 ± 14
FLX 180°·s⁻¹ (N·m)	107 ± 15	88 ± 16	115 ± 22	104 ± 19	93 ± 11	90 ± 11	112 ± 20	105 ± 20
FLX 300°·s⁻¹ (N·m)	81 ± 17	69 ± 18	90 ± 22	81 ± 17	69 ± 8	69 ± 12	84 ± 14	80 ± 12
H/Q poměr 60°·s⁻¹ (%)	61 ± 8	52 ± 9	61 ± 8	60 ± 9	53 ± 7	52 ± 7	54 ± 6	56 ± 7
H/Q poměr 180°·s⁻¹ (%)	62 ± 6	52 ± 6	65 ± 10	60 ± 9	53 ± 6	51 ± 8	62 ± 13	60 ± 12
H/Q poměr 300°·s⁻¹ (%)	59 ± 8	51 ± 9	65 ± 13	59 ± 10	51 ± 7	49 ± 7	59 ± 10	59 ± 7

Pozn. Uvedené hodnoty jsou průměr ± směrodatná odchylka. DKK – dolní končetiny, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina, EXT – svalová síla extenzorů, FLX – svalová síla flexorů.

Zdroj: Vlastní zpracování.

5.3 Poměr svalové hmoty dolních končetin

Tabulka 6

Svalová hmota v segmentech DKK u probandů v experimentální skupině. Hodnoty uvedené v kilogramech.

Proband	Před intervencí			Po intervenci		
	DOM	NDOM	Rozdíl	DOM	NDOM	Rozdíl
1	7,5	7,6	0,1	7,8	7,4	0,4
2	9,1	9,6	0,5	9,8	8,9	0,9
3	7,7	8,2	0,5	8,4	7,6	0,8
4	9,6	9,1	0,5	9,8	9,0	0,8
5	7,2	7,3	0,1	7,6	7,0	0,6
6	9,6	9,0	0,6	9,2	9,2	0,0
7	8,2	7,9	0,3	8,4	7,8	0,6
8	6,1	5,9	0,2	6,2	5,8	0,4
Průměr	8,1	8,1	0,4	8,4	7,8	0,6
SD	1,2	1,2	0,2	1,2	1,2	0,3

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulka 7

Svalová hmota v segmentech DKK u probandů v kontrolní skupině. Hodnoty uvedené v kilogramech.

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl	DOM	NDOM	Rozdíl
9	5,2	4,8	0,4	5,1	4,8	0,3
10	8,6	8,5	0,1	8,7	8,2	0,5
11	6,5	6,5	0,0	6,8	6,4	0,4
12	6,6	6,3	0,3	6,6	6,2	0,4
13	6,6	6,5	0,1	6,7	6,3	0,4
14	7,4	7,4	0,0	7,2	7,8	0,6
15	5,1	5,0	0,1	5,3	4,7	0,6
Průměr	6,6	6,4	0,1	6,6	6,3	0,5
SD	1,2	1,3	0,2	1,2	1,3	0,1

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulky č. 6 a č. 7 obsahují číselné údaje svalové hmoty zastoupené v DK rozdělené na dominantní (dále jen DOM) a nedominantní (dále jen NDOM) dolní končetinu. Před intervencí bylo u experimentální skupiny zastoupení svalové hmoty $8,1 \pm 1,2$ kg v DOM a $8,1 \pm 1,2$ kg v NDOM. Po intervencí byla průměrná hodnota v DOM $8,4 \pm 1,2$ kg a v NDOM $7,8 \pm 1,2$ kg. Nejenže hodnota v DOM byla podstatně vyšší než v NDOM, ale u NDOM navíc došlo k poklesu mezi prvním a druhým testováním. Kontrolní skupina před intervencí měla průměrné hodnoty $6,6 \pm 1,2$ kg v DOM a $6,4 \pm 1,3$ kg v NDOM, po intervencí $6,6 \pm 1,2$ kg v DOM a $6,3 \pm 1,3$ kg v NDOM. U kontrolní skupiny také došlo ke snížení hodnot u NDOM mezi vstupním a výstupním testováním, a navíc ke dvojnásobnému zvětšení rozdílu mezi DOM a NDOM při druhém testování. Ke zlepšení v experimentální skupině došlo pouze u probanda č. 6, u kterého došlo ke snížení svalové hmoty v DOM a zvýšení v NDOM, u ostatních došlo ke zhoršení. Stejně tak tomu bylo i v kontrolní skupině, kdy je zlepšení vidět pouze u probanda č. 9.

5.4 Svalová síla extenzorů kolene

Tabulka 8

Svalová síla kolenních extenzorů při rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl (%)	DOM	NDOM	Rozdíl (%)
1	231	248	7	193	224	14
2	189	243	22	235	222	5
3	275	275	0	253	246	3
4	234	200	14	265	206	22
5	222	222	0	200	230	13
6	194	168	14	183	191	5
7	260	256	1	234	255	8
8	252	314	20	277	284	2
Průměr	232	241	10	230	232	9
SD	30	45	9	35	29	7

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulka 9

Svalová síla kolenních extenzorů při rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl (%)	DOM	NDOM	Rozdíl (%)
9	292	311	6	292	263	10
10	264	213	19	249	229	8
11	226	243	7	234	245	4
12	222	204	8	218	220	1
13	253	230	9	224	241	7
14	264	266	1	245	247	1
15	261	278	6	267	247	7
Průměr	255	249	8	247	242	5
SD	24	38	6	26	14	4

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Ve dvou výše uvedených tabulkách (č. 8 a č. 9) jsou zobrazeny výsledky svalové síly extenzorů kolene při rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$. U experimentální skupiny první testování ukázalo, že průměrná síla vyvinutá v DOM byla 232 ± 30 N·m a v NDOM 241 ± 45 N·m, což představovalo průměrný rozdíl 10 ± 9 % mezi oběma DK. Druhé testování, na druhou stranu, ukázalo, že průměrná síla vyvinutá v DOM byla 230 ± 35 N·m a v NDOM 232 ± 29 N·m,

s rozdílem mezi DK 9 ± 7 %. Kladným ukazatelem je rozdíl mezi DOM a NDOM, který se u experimentální skupiny po intervenci snížil. Největší snížení rozdílu bylo zaznamenáno u probanda č. 8, jehož rozdíl se snížil o 18 %. Průměrná síla kontrolní skupiny v úvodním testování vyvinutá v DOM byla 255 ± 24 N·m a v NDOM 249 ± 38 N·m, což představovalo rozdíl 8 ± 6 % mezi oběma DK. Druhé testování ukázalo, že průměrná síla vyvinutá v DOM byla 247 ± 26 N·m a v NDOM 242 ± 14 N·m, s rozdílem mezi DK 5 ± 4 %.

Tabulka 10

Svalová síla kolenních extenzorů při rychlosti $180^\circ \cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).

Proband	Před intervencí			Po intervenci		
	DOM	NDOM	Rozdíl (%)	DOM	NDOM	Rozdíl (%)
1	152	153	1	151	173	13
2	162	175	7	181	144	20
3	207	202	3	195	207	6
4	171	140	18	203	171	16
5	148	125	16	146	136	7
6	161	155	4	165	181	9
7	174	179	3	172	172	0
8	202	229	11	193	214	10
Průměr	172	170	8	176	175	10
SD	22	34	6	21	27	6

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulka 11

Svalová síla kolenních extenzorů při rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty momentu síly ($N\cdot m$).

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl (%)	DOM	NDOM	Rozdíl (%)
9	192	197	3	192	179	7
10	187	167	11	187	176	6
11	162	170	5	179	170	5
12	160	154	4	173	161	7
13	177	155	12	169	171	1
14	182	190	4	178	186	4
15	183	200	8	203	181	11
Průměr	177	176	7	183	175	6
SD	12	19	4	12	8	3

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulky č. 10 a č. 11 obsahují výsledky svalové síly extenzorů kolene při rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$. U experimentální skupiny v prvním testování vykazovala DOM průměrnou sílu $172 \pm 22 N\cdot m$ a NDOM $170 \pm 34 N\cdot m$, přičemž rozdíl mezi nimi činil $8 \pm 6 \%$. Druhé diagnostické měření ukázalo zlepšení v obou DK. Průměrná síla v DOM byla $176 \pm 21 N\cdot m$ a v NDOM $175 \pm 27 N\cdot m$. Ačkoli hodnoty vypadají vyrovnaněji, procentuální rozdíl mezi nimi byl vyšší než v úvodním testování, a to $10 \pm 6 \%$. Během úvodní diagnostiky u kontrolní skupiny vykazovala DOM průměrnou sílu $177 \pm 12 N\cdot m$ a NDOM $176 \pm 19 N\cdot m$. Rozdíl mezi oběma DK činil $7 \pm 4 \%$. Druhé diagnostické měření ukázalo zlepšení pouze u DOM. Průměrná síla v DOM byla $183 \pm 12 N\cdot m$ a v NDOM $175 \pm 8 N\cdot m$, přičemž procentuální rozdíl mezi nimi byl $6 \pm 3 \%$. U obou skupin byl procentuální rozdíl relativně stabilní, ale u probanda č. 7 se po intervencí snížil na nulu.

Tabulka 12

Svalová síla kolenních extenzorů při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl (%)	DOM	NDOM	Rozdíl (%)
1	114	126	10	124	129	4
2	125	146	15	133	119	11
3	165	158	4	149	167	11
4	140	115	18	148	125	16
5	108	102	6	118	108	8
6	135	111	18	138	155	11
7	146	146	0	140	129	7
8	169	179	5	149	174	15
Průměr	138	135	9	137	138	10
SD	22	26	7	12	24	4

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulka 13

Svalová síla kolenních extenzorů při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl (%)	DOM	NDOM	Rozdíl (%)
9	143	146	2	147	132	11
10	149	139	7	138	127	8
11	130	145	10	140	151	7
12	116	120	3	145	122	15
13	138	123	11	139	133	4
14	136	154	12	133	141	6
15	147	161	9	150	147	2
Průměr	137	141	8	142	136	8
SD	11	15	4	6	11	4

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

V tabulkách č. 12 a č. 13 jsou uvedeny výsledky svalové síly kolenních extenzorů při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$. V experimentální skupině první testování ukázalo, že průměrná síla vyvinutá v DOM činila 138 ± 22 N·m a v NDOM 135 ± 26 N·m, přičemž rozdíl mezi nimi byl 9 ± 7 %. Ve druhém testování byla průměrná síla v DOM téměř stejná, jen s nižší odchylkou, 137 ± 12 N·m a v NDOM došlo ke zlepšení na 138 ± 24 N·m, s rozdílem mezi

nimi $10 \pm 4 \%$. V kontrolní skupině, první testování vykazovalo průměrnou sílu v DOM $137 \pm 11 \text{ N}\cdot\text{m}$ a v NDOM $141 \pm 15 \text{ N}\cdot\text{m}$, s rozdílem $8 \pm 4 \%$. Ve druhém testování průměrná síla v DOM dosáhla $142 \pm 6 \text{ N}\cdot\text{m}$ a v NDOM se naopak snížila na $136 \pm 11 \text{ N}\cdot\text{m}$, což představovalo průměrný procentuální rozdíl $8 \pm 4 \%$.

5.5 Svalová síla flexorů kolene

Tabulka 14

Svalová síla kolenních flexorů při rychlosti $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl (%)	DOM	NDOM	Rozdíl (%)
1	112	105	6	110	105	5
2	133	136	2	146	146	0
3	180	155	14	154	156	1
4	146	131	11	140	128	9
5	118	97	18	125	118	5
6	138	103	26	143	139	3
7	167	133	20	150	169	11
8	138	129	7	149	140	6
Průměr	142	123	13	140	138	5
SD	23	20	8	15	21	4

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulka 15

Svalová síla kolenních flexorů při rychlosti $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl (%)	DOM	NDOM	Rozdíl (%)
9	146	124	15	150	121	19
10	113	113	0	125	121	4
11	128	111	13	147	130	12
12	106	116	9	116	135	14
13	164	138	16	141	157	10
14	142	152	7	122	129	6
15	150	136	9	131	147	11
Průměr	136	127	10	133	134	11
SD	21	15	5	13	14	5

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

V tabulkách č. 14 a č. 15 jsou zobrazeny výsledky měření svalové síly flexorů kolene při rychlosti $60^{\circ}\cdot s^{-1}$. Analýza výsledků experimentální skupiny v úvodním testování ukázala, že průměrná síla vyvinutá v DOM činila 142 ± 23 N·m, což bylo výrazně vyšší než síla vyvinutá v NDOM, kde dosáhla průměrně 123 ± 20 N·m. Rozdíl mezi DK byl významný, a to 13 ± 8 %. Ve druhém testování byla průměrná síla v DOM 140 ± 15 N·m a v NDOM 138 ± 21 N·m, s rozdílem mezi DK 5 ± 4 %, což naznačuje určité vyrovnání síly mezi nimi. Ačkoli se síla vyvinutá na DOM snížila, zvýšením síly na NDOM se asymetrie mezi končetinami snížila téměř na minimum. V rámci kontrolní skupiny v prvním testování vykazovala DOM průměrnou sílu 136 ± 21 N·m a NDOM 127 ± 15 N·m, což představovalo procentuální rozdíl 10 ± 5 % mezi oběma DK. Ve druhém testování byla průměrná síla v DOM 133 ± 13 N·m a v NDOM 134 ± 14 N·m, s procentuálním rozdílem 11 ± 5 %. Tato data naznačují, že v druhém testování síla NDOM překonala DOM oproti úvodní diagnostice, kdy tomu bylo naopak, a zároveň se mezi DK snížila asymetrie.

Tabulka 16

Svalová síla kolenních flexorů při rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl (%)	DOM	NDOM	Rozdíl (%)
1	86	79	8	90	85	6
2	105	113	7	129	105	19
3	118	104	12	128	109	15
4	112	75	33	112	109	3
5	90	70	22	77	69	11
6	97	76	22	114	110	4
7	132	86	35	143	119	17
8	117	102	12	126	130	4
Průměr	107	88	19	115	104	10
SD	15	16	11	22	19	7

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulka 17

Svalová síla kolenních flexorů při rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty momentu síly ($N\cdot m$).

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl (%)	DOM	NDOM	Rozdíl (%)
9	89	92	3	97	92	5
10	85	77	10	86	79	7
11	98	89	9	128	113	12
12	74	74	0	100	100	0
13	104	106	2	141	139	1
14	98	94	4	106	92	13
15	103	97	5	128	117	9
Průměr	93	90	5	112	105	7
SD	11	11	3	20	20	5

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulky č. 16 a č. 17 zachycují výsledky svalové síly flexorů kolene při rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$. V rámci experimentální skupiny první testování odhalilo průměrnou sílu DOM ve výši $107 \pm 15 N\cdot m$, zatímco síla NDOM dosahovala průměrně $88 \pm 16 N\cdot m$, a poměrně vysoký rozdíl mezi nimi $19 \pm 11 \%$. Ve druhém testování se zvýšila průměrná síla jak DOM na $115 \pm 22 N\cdot m$, tak NDOM na $104 \pm 19 N\cdot m$. Rozdíl mezi nimi byl tentokrát nižší a činil $10 \pm 7 \%$. Proband č. 4 v tomto testu zaznamenal významné snížení rozdílu. Co se týče kontrolní skupiny, první testování ukázalo, že průměrná síla DOM byla $93 \pm 11 N\cdot m$ a síla NDOM dosahovala průměrně $90 \pm 11 N\cdot m$. Rozdíl mezi silou DOM a NDOM byl $5 \pm 3 \%$. Ve druhém testování se stejně jako u první skupiny navýšily obě hodnoty. Průměrná síla DOM byla naměřena na $112 \pm 20 N\cdot m$ a síla NDOM dosáhla průměrně $105 \pm 20 N\cdot m$. Rozdíl se však také zvýšil, a to na $7 \pm 5 \%$. U této rychlosti je potřeba vyzdvihnout probanda č. 12, který v obou testováních zaznamenal nulový rozdíl mezi DK.

Tabulka 18

Svalová síla kolenních flexorů při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl (%)	DOM	NDOM	Rozdíl (%)
1	64	60	5	69	66	5
2	87	93	7	105	84	20
3	98	75	24	102	82	19
4	75	75	0	88	83	5
5	57	43	24	49	51	3
6	73	46	37	83	83	0
7	107	68	36	112	97	14
8	90	88	3	109	105	4
Průměr	81	69	17	90	81	9
SD	17	18	15	22	17	8

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulka 19

Svalová síla kolenních flexorů při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl (%)	DOM	NDOM	Rozdíl (%)
9	59	76	21	71	74	4
10	61	56	8	67	65	2
11	79	74	5	104	87	16
12	62	48	23	84	71	15
13	72	72	0	100	94	6
14	76	76	0	76	73	5
15	72	78	7	83	94	12
Průměr	69	69	9	84	80	9
SD	8	12	9	14	12	6

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

V tabulkách č. 18 a č. 19 jsou obsaženy výsledky měření svalové síly kolenních flexorů při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$. Vstupní testování u experimentální skupiny ukázalo, že průměrná síla flexorů kolene v DOM dosáhla 81 ± 17 N·m, zatímco v NDOM byla průměrná síla nižší, a to 69 ± 18 N·m. Rozdíl mezi silou DOM a NDOM byl 17 ± 15 %. Ve výstupním testování se zvýšila síla na obou DK. V DOM byla naměřena hodnota 90 ± 22 N·m, zatímco v NDOM dosáhla průměrně 81 ± 17 N·m. Rozdíl mezi nimi z původní hodnoty se průměrně snížil o 9 ± 8 %. Proband č. 6 zaznamenal největší zlepšení v rámci jedné DK, a to na NDOM

(o 37 N·m). Zároveň měl tento proband v druhém testování výkon obou DK bez žádného rozdílu. U kontrolní skupiny v prvním testování byla průměrná síla flexorů kolene v DOM 69 ± 8 N·m a v NDOM 69 ± 12 N·m. Průměrný procentuální rozdíl mezi silou DOM a NDOM byl 9 ± 9 %. Ve druhém testování se průměrná síla flexorů kolene zvýšila v obou DK. V DOM byla naměřena na 84 ± 14 N·m a v NDOM se dostala na 80 ± 12 N·m.

5.6 H/Q poměr

Tabulka 20

H/Q poměr při rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty uvedené v procentech.

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl	DOM	NDOM	Rozdíl
1	49	42	7	57	47	10
2	70	56	14	62	66	4
3	66	56	10	61	64	3
4	63	65	2	53	62	9
5	53	44	9	62	51	11
6	71	61	10	79	73	6
7	64	52	12	64	66	2
8	55	41	14	54	49	5
Průměr	61	52	10	61	60	6
SD	8	9	4	8	9	3

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulka 21

H/Q poměr při rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty uvedené v procentech.

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl	DOM	NDOM	Rozdíl
9	50	40	10	51	46	5
10	43	53	10	50	53	3
11	57	46	11	63	53	10
12	48	57	9	53	61	8
13	65	60	5	63	65	2
14	54	57	3	50	52	2
15	57	49	8	49	60	11
Průměr	53	52	8	54	56	6
SD	7	7	3	6	7	4

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulky č. 20 a č. 21 zahrnují data poměru síly flexorů a extenzorů kolena při rychlosti $60^\circ \cdot s^{-1}$. V obou testováních byly hodnoty u experimentální skupiny v DOM vyšší

než v NDOM, nicméně v druhém diagnostickém měření se rozdíl mezi DK snížil. Ve vstupní diagnostice byl průměrný poměr síly flexorů a extenzorů kolene v DOM $61 \pm 8 \%$ a v NDOM dosahoval průměrně $52 \pm 9 \%$. Rozdíl mezi těmito hodnotami byl $10 \pm 4 \%$. Ve výstupní diagnostice průměr poměru síly flexorů a extenzorů kolene v DOM činil $61 \pm 8 \%$ a v NDOM dosáhl průměrně $60 \pm 9 \%$. Rozdíl mezi těmito hodnotami byl tentokrát naměřen $6 \pm 3 \%$. U kontrolní skupiny se hodnoty v DOM zvyšovaly jen mírně ($53 \pm 7 \%$ na $54 \pm 6 \%$). S trochu větším zlepšením tomu bylo i v NDOM, kdy průměrná hodnota $52 \pm 7 \%$ z prvního testování poskočila na $56 \pm 7 \%$ v druhém testování. Rozdíly mezi DK zůstaly téměř totožné, jen v úvodním testování převažovala DOM a v druhém testování NDOM.

Tabulka 22

H/Q poměr při rychlosti $180^\circ \cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty uvedené v procentech.

Probant	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl	DOM	NDOM	Rozdíl
1	57	52	5	60	49	11
2	65	64	1	71	73	2
3	57	51	6	66	53	13
4	66	54	12	55	64	9
5	61	56	5	53	51	2
6	61	49	12	69	61	8
7	76	48	28	83	69	14
8	58	45	13	65	61	4
Průměr	62	52	10	65	60	8
SD	6	6	8	10	9	5

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulka 23

H/Q poměr při rychlosti $180^\circ \cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty uvedené v procentech.

Probant	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl	DOM	NDOM	Rozdíl
9	46	47	1	51	51	1
10	46	46	0	46	45	1
11	61	53	8	71	66	5
12	46	48	2	58	62	4
13	59	68	9	83	81	2
14	54	49	5	59	49	10
15	56	49	7	63	65	2
Průměr	53	51	5	62	60	4
SD	6	8	4	13	12	3

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

V tabulkách č. 22 a č. 23 jsou uvedeny výsledky poměru síly flexorů a extenzorů kolene při rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$. V experimentální skupině v obou testováních hodnota naměřená v DOM ($62 \pm 6\%$ a $65 \pm 10\%$) převyšovala hodnotu v NDOM ($52 \pm 6\%$ a $60 \pm 9\%$), a zároveň se hodnoty ve výstupním testování na obou DK zlepšily vůči úvodnímu měření. Lepší výkony v druhém testování pravděpodobně vlivem intervence zajistily mírné snížení rozdílu z $10 \pm 8\%$ na $8 \pm 5\%$. Kontrolní skupina měla stejně jako experimentální skupina lepší výkony na DOM v obou měřeních. Též na obou DK došlo ke zlepšení, ale ani u této skupiny změna v rozdílu nebyla tak výrazná ($5 \pm 4\%$ a $4 \pm 3\%$).

Tabulka 24

H/Q poměr při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty uvedené v procentech.

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl	DOM	NDOM	Rozdíl
1	56	48	8	56	51	5
2	70	64	6	79	71	8
3	59	47	12	68	49	19
4	54	65	11	59	67	8
5	52	43	9	42	47	5
6	54	42	12	60	53	7
7	73	47	26	80	75	5
8	54	49	5	73	60	13
Průměr	59	51	11	65	59	9
SD	8	9	7	13	10	5

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulka 25

H/Q poměr při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty uvedené v procentech.

Proband	Před intervencí			Po intervencí		
	DOM	NDOM	Rozdíl	DOM	NDOM	Rozdíl
9	42	52	10	48	56	8
10	41	40	1	48	51	3
11	61	51	10	74	58	16
12	53	40	13	58	58	0
13	52	59	7	72	71	1
14	56	49	7	57	51	6
15	49	48	1	56	64	8
Průměr	51	49	7	59	59	6
SD	7	7	5	10	7	5

Pozn. SD – směrodatná odchylka, DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj:

Vlastní zpracování.

Tabulky č. 24 a č. 25 obsahují poměry síly flexorů a extenzorů kolene při rychlosti $300^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$. Stejně jako u nižší rychlosti, obě skupiny zaznamenaly vyšší hodnoty v DOM jak ve vstupním, tak výstupním testování, a zároveň se zlepšily výkony na obou DK. U obou skupin také došlo ke snížení asymetrie mezi DK. U experimentální skupiny se rozdíl snížil z $11 \pm 7 \%$ na $9 \pm 5 \%$ a naopak u kontrolní skupiny z $7 \pm 5 \%$ na $6 \pm 5 \%$. U probanda č. 7 se rozdíl dokonce snížil z 26% na 5% .

6 DISKUSE

Primárním cílem této bakalářské práce bylo pomocí silového intervenčního programu ovlivnit svalovou připravenost DKK u fotbalových hráčů kategorie U14 zařazených do experimentální skupiny. Sekundárním cílem pak snížit případné svalové asymetrie mezi DOM a NDOM končetinou, se zvýšením jejich H/Q poměrů. Tímto pak následně ověřit platnost, resp. účinnost navrženého programu.

6.1 Silový trénink dětí

Silový trénink je jednou z nejvíce využívanou formou prevence zranění ve sportu, a proto byla vybrána cvičení z již existujícího preventivního programu a použita jako samostatný intervenční program. Posilovací cvičení, která byla náplní intervence, měla stálý počet opakování. Konkrétně takový, který je doporučován při provádění preventivního programu FIFA 11+.

U silového tréninku je však důležité progresivní přetěžování, aby nedošlo ke stagnaci, ale naopak k adaptaci. V tréninku dětí by tedy nejdříve bylo vhodné zvolit progresi v podobě zvýšení objemu, tzn. postupně zvyšovat počty opakování či sérií (Kalus, 2021).

Mladí fotbalisté, kteří podstupovali 8týdenní intervenční program, ve kterém byly obsaženy cviky s vlastní vahou a progresse byla tvořena každý druhý týden zvýšením počtu opakování a sérií, zaznamenali zlepšení koncentrické síly a rovnováhy na NDOM (Dafkou a kol., 2021). Na druhou stranu Magallanes a kol. (2022) ve své práci tvrdí, že u mladých fotbalistů se silovým tréninkem kombinující odporový trénink a plyometrii s nízkým objemem a intenzitou a pomalou progresí aplikovaných zátěží lze dosáhnout lepších výsledků. V jejich případě 16týdenní program hodnotili na základě maximální běžecké rychlosti a vertikálních výskoků.

I přes neměnný počet sérií a opakování však u experimentální skupiny došlo ke zvýšení svalové síly či zmenšení asymetrií mezi končetinami. Při takto dlouhé intervenci u dětí, které se silovým tréninkem teprve začínají, nebylo žádné progresivní přetěžování potřeba.

6.2 Doba intervence

V mnoha studiích bývá doba a frekvence intervenčních programů odlišná z důvodu zařazení intervencí do různých částí ročního tréninkového cyklu, úrovně zdatnosti účastníků či zcela jiných cílů studií.

Doporučená doba intervence silového tréninku je uvedena alespoň 10 týdnů s frekvencí 2-3 tréninkových jednotek týdně v přípravném období (Turner, 2014). V následujícím soutěžním období pak není důležitá doba intervence, pokud nejde o návrat sportovce po zranění (Silva a kol., 2015), ale frekvence, která by měla být alespoň jedna tréninková jednotka za týden, která má za úkol udržet sportovce blízko jejich maximální úrovně fyzické připravenosti (Turner, 2014).

Otázkou tedy je, zda 6 týdnů, jenž trvala intervence v této práci, a frekvence tréninků 2x týdně, byly dostačující. Výsledky studie z roku 2015 ukazují, že u mladých hráčů (14.7 ± 0.5 let) 6týdenní program s frekvencí 2x týdně sestávající z posilování s nízkou zátěží a nízkým objemem v kombinaci s plyometrickými a sprinterskými cvičeními vedle běžného fotbalového tréninku vyvolal významné zvýšení síly, výšky skoku a sprinterského výkonu ve srovnání s běžným fotbalovým tréninkem. Experimentální skupina na rozdíl od kontrolní dosáhla zlepšení ve všech testech, jimiž byly sprinty na 10 a 20 metrů, „countermovement jump“, průměrná rychlost dosažená na dřepu při všech zátěžích (20, 30, 40 a 50 kg) a rychlost vyvinutá na dřepu při různých absolutních zátěžích (Franco-Márquez a kol., 2015). Stejně tak bylo zaznamenáno zlepšení ve svalové síle a určitých parametřů tělesné kompozice u skupiny mužů ($21 \pm 3,2$ let), která podstupovala silový trénink po dobu 6 týdnů s frekvencí tréninku 2x týdně (Yue a kol., 2018).

6.3 Věk, dospívání, motivace probandů

Probandi jsou momentálně ve věku, ve kterém si procházejí určitým osobním a fyzickým vývojem (Vágnerová, 2007), kvůli kterému dochází k častým výkonnostním změnám, na jejichž základě bývají vybíráni do vyšších úrovních ve svém sportu. Fyzicky vyspělejší děti dostávají větší příležitost než děti, které dospívají později (Armstrong, 2011).

Výsledky skupiny se jednoduše buď zhoršily, nebo zlepšily, ale při pohledu na výsledky jednotlivců si lze všimnout, že ve více případech došlo k prohození podstatně lepšího výsledku mezi končetinami (např. Tabulka 7, proband č. 13 a č. 15; Tabulka 9, proband č. 15; Tabulka 10, proband č. 6). Vzhledem k mladému věku nemuselo u probandů dojít k podání maximálního možného úsilí, k čemuž je u diagnostiky na izokinetickém dynamometru potřeba velké motivace (Dvir, 2004). Ve studii z roku 2005 byl u testování dětí na izokinetickém dynamometru zkoumán vliv slovní motivace nejen od testujícího, ale i od ostatních účastněných dětí. Tato motivace měla dopad na významné zlepšení výsledků proti

testu bez žádné motivace nebo pouze slovního povzbuzení od testujícího (McWhorter a kol., 2005).

6.4 Převaha dominantní končetiny

Ve sportech, jako je fotbal, zejména v mladém věku dochází k jednostrannému zatěžování využíváním hlavně své DOM. Hráči tak často upřednostňují jednu DK při kopání, ovládání míče nebo udržování rovnováhy. Tím dochází k nerovnoměrnému rozvoji svalů a síly mezi oběma nohama, což je dáno samotnou podstatou sportu. Tato nevyváženost může časem způsobovat nepříznivé změny ve svalovém aparátu (Fousekis, 2010).

V této práci se u obou skupin upřednostňování jedné končetiny projevilo na poměru svalové hmoty, ale i na svalové síle, kdy byly u většiny hráčů zaznamenány vyšší hodnoty, právě u dominantních končetin.

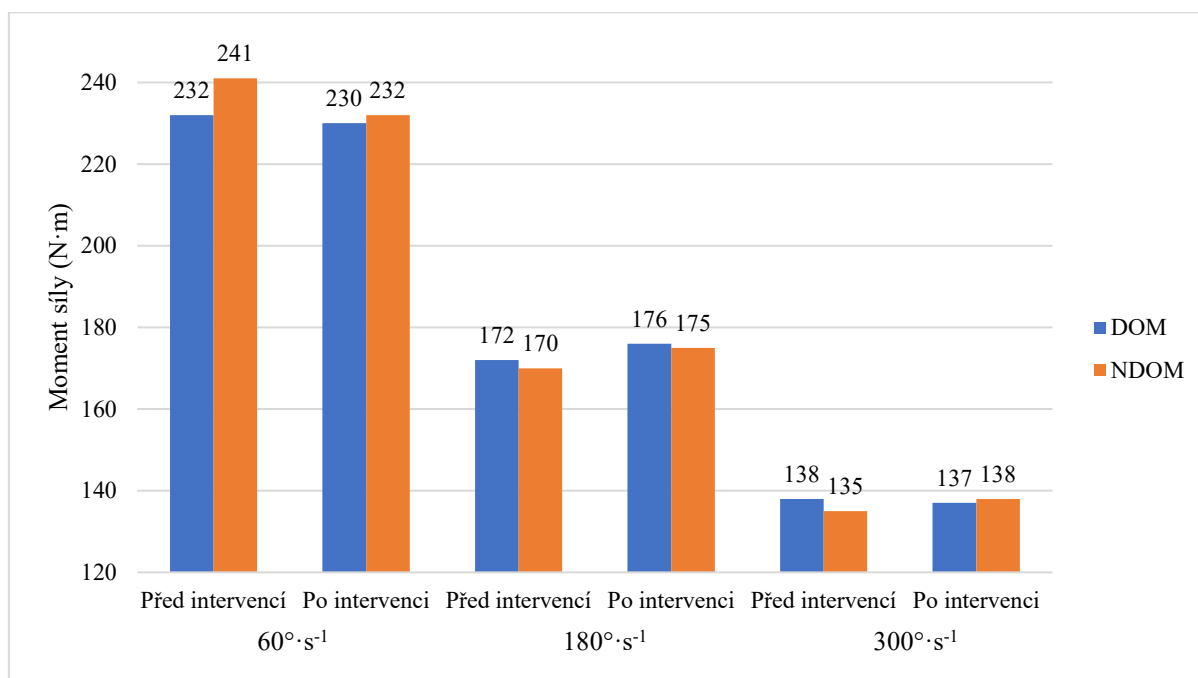
6.5 Zodpovězení výzkumných otázek

Výzkumná otázka 1: Dojde u hráčů zařazených v experimentální skupině vlivem silového intervenčního programu k vyššímu zvýšení izokinetické svalové síly u sledovaných úhlových rychlostí?

Hodnoty svalové síly flexorů a extenzorů kolene se u experimentální skupiny zvýšily pouze na vyšších měřených rychlostech ($180^{\circ}\cdot s^{-1}$ a $300^{\circ}\cdot s^{-1}$). Při rychlosti $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ došlo ke zhoršení svalové síly extenzorů na obou končetinách a flexorů pouze na DOM. Na NDOM naopak při nižší rychlosti došlo k velkému zlepšení. Dopad intervenčního programu byl zaznamenán u zvýšení izokinetické svalové síly při rychlostech $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ a $300^{\circ}\cdot s^{-1}$, a snížení silových rozdílů mezi DKK (viz. Graf 1 a Graf 2).

Graf 1

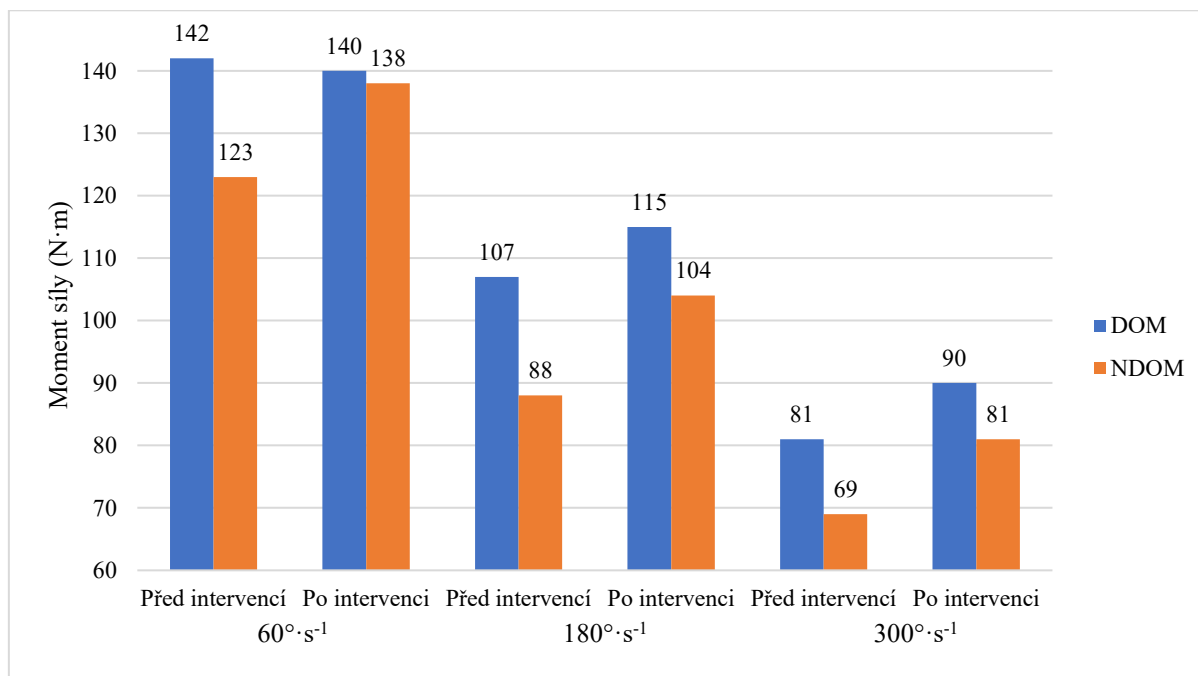
Porovnání svalové síly extenzorů – experimentální skupina.



Pozn. DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj: Vlastní zpracování.

Graf 2

Porovnání svalové síly flexorů – experimentální skupina.



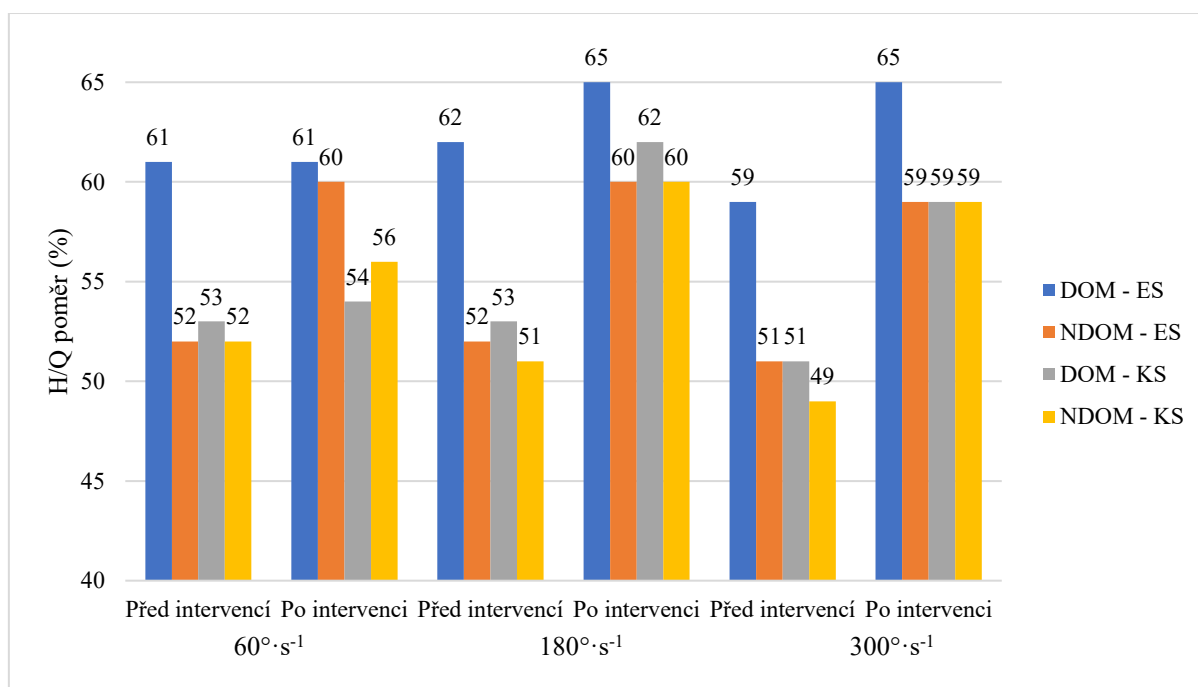
Pozn. DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina. Zdroj: Vlastní zpracování.

Výzkumná otázka 2: Bude mít sestavený intervenční program u hráčů v experimentální skupině dopad na změnu H/Q poměrů?

U obou skupin, co se týče H/Q poměru, došlo ke zlepšení ve všech měřených rychlostech mezi prvním a druhým testováním. V případě experimentální skupiny na to měla vliv kombinace intervenčního programu a běžného fotbalového tréninku, na druhou stranu kontrolní skupinu ovlivnil jen fotbalový trénink. Je důležité ale také zmínit, že experimentální skupina měla v úvodním testování velmi rozdílné hodnoty mezi končetinami, zatímco kontrolní skupina měla vstupní hodnoty podstatně vyrovnanější. Ve druhém testování kromě zvýšení H/Q poměru došlo u experimentální skupiny ke zmírnění asymetrie mezi končetinami. I přesto rozdíl mezi končetinami činí 2-5 % (viz. Graf 3). U kontrolní skupiny rozdíl mezi končetinami dosahoval v obou testováních maximálně 2 %, což naznačuje poměrně správně vedený fotbalový tréninkový proces. Nabízí se, že intervence měla pozitivní vliv na snížení asymetrií, a je pouze domněnkou, že pokud by experimentální skupina absolvovala jen fotbalové tréninky, asymetrie by zůstaly stejné jako v úvodním testování.

Graf 3

Porovnání H/Q poměrů obou skupin.



Pozn. DOM – dominantní končetina, NDOM – nedominantní končetina, ES – experimentální skupina, KS – kontrolní skupina. Zdroj: Vlastní zpracování.

Výzkumná otázka 3: Zjistíme u hráčů zařazených v experimentální skupině vlivem silového intervenčního programu zvýšení množství svalové hmoty na dolních končetinách?

U hodnocení poměru svalové hmoty je zajímavé, že se hodnoty zvýšily pouze v DOM, a v NDOM se hodnoty naopak snížily, čímž se rozdíl mezi nimi zvýšil (viz. Tabulka 6). Mimo jiné se stejná situace odehrála i u kontrolní skupiny. U tohoto parametru pravděpodobně lze spíše mluvit o nějaké zvláštnosti u výzkumného souboru než o vlivu intervence.

7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zjistit, zda intervenční program složený z posilovacích cviků s vlastní hmotností dokáže zvýšit silovou vybavenost mladých fotbalistů pouze za dobu 6 týdnů, což bylo hodnoceno pomocí izokinetického dynamometru. Naměřené hodnoty z obou testování byly porovnány ve výsledkových tabulkách u obou skupin.

Navzdory nízkému počtu probandů, který je jednou z limit studie, je tento výzkum důkazem, že diagnostika a následná intervence může hrát ve zdraví mladých sportovců velkou roli. Po aplikaci 6týdenního intervenčního programu Bylo u experimentální skupiny zaznamenáno snížení svalové síly mezi jednotlivými DKK. Zůstává pouze otázkou, zda by delší doba intervence dokázala nepoměrně vyrovnat úplně. Zároveň došlo ke zvýšení sledovaných H/Q poměrů, jež jsou významným ukazatelem rizika poranění kolene (Carvalho, 2016). Tato zvýšení byla zaznamenána jak u skupiny experimentální, tak i kontrolní, z čehož lze odvozovat na pozitivní vliv nejen samotného intervenčního programu, ale i nastaveného tréninkového procesu. I přesto, že výsledky testování vyšly vcelku pozitivně, je stále potřeba pracovat na vyvážení svalové vybavenosti DKK z důvodu prevence zranění.

Na základě výsledků uvedených v této bakalářské práci lze doporučit zařazení silových cvičení do tréninkového procesu třináctiletých fotbalistů. V tréninkovém procesu je důležité nenahlížet pouze na skupinu a jejich průměrné výsledky, ale na jednotlivé hráče a jejich potřeby. Přitom je třeba, aby se trenéři zajímali a pravidelně vzdělávali v oblasti prevence zranění, což přispěje k efektivnějšímu využití intervenčních programů a lepším výsledkům na hřišti.

8 REFERENCE

1. Alentorn-geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-haro, C., & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: A review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 17(8), 859-879. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0823-z>
2. Armstrong, N., & McManus, A. M. (2011). Physiology of elite young male athletes. *Medicine and sport science*, 56, 1–22. <https://doi.org/10.1159/000320618>
3. Ayala, F., Pomares Noguera, C., Robles Palazón, F. J., Vaquero, M. P., Ruiz-Pérez, I., Hernandez-Sanchez, S., De Ste Croix, M. (2017). Training Effects of the FIFA 11+ and Harmoknee on Several Neuromuscular Parameters of Physical Performance Measures. *International Journal of Sports Medicine*. 38. 10.1055/s-0042-121260.
4. Bahr R, Fossan B, Løken S, Engebretsen L. Surgical treatment compared with eccentric training for patellar tendinopathy (Jumper's Knee). A randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2006 Aug;88(8):1689-98. doi: 10.2106/JBJS.E.01181. PMID: 16882889.
5. Bahr, R., Dvořák-Kisling, J. & Junge, A. (2008). *F-MARC, Manuál fotbalové medicíny: 1994-2005, 11 let výzkumu ve fotbalové medicíně*. Praha: Olympia.
6. Barengo, N. C., Meneses-echávez, J. F., Ramírez-vélez, R., Cohen, D. D., Tovar, G., & Bautista, J. E. C. (2014). The impact of the FIFA 11+ training program on injury prevention in football players: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 11(11), 11986-12000. <https://doi.org/10.3390/ijerph111111986>
7. Bizzini, M., Junge, A., & Dvorak, J. (2013). Implementation of the FIFA 11+ football warm up program: how to approach and convince the Football associations to invest in prevention. *British journal of sports medicine*, 47(12), 803-806. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-092124>
8. Carvalho, A., Brown, S., & Abade, E. (2016). Evaluating injury risk in first and second league professional Portuguese soccer: muscular strength and asymmetry. *Journal of human kinetics*, 50(2), 19-26. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0166>

9. Casáis, L. (2012). Intervention Strategies in the Prevention of Sports Injuries From Physical Activity. In *InTech eBooks*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/25804>
10. Corbi, F., Matas, S., Álvarez-herms, J., Sitko, S., Baiget, E., Reverter-masia, J., & López-laval, I. (2022). Osgood-Schlatter Disease: Appearance, Diagnosis and Treatment: A Narrative Review. *Healthcare (Basel)*, *10*(6), 1011. <https://doi.org/10.3390/healthcare10061011>
11. Čech, O., Sosna, A., & Bartoniček, J. (1986). *Poranění vazivového aparátu kolenního kloubu*. Avicenum.
12. Čihák, R. (2011) *Anatomie I*. Praha: Grada Publishing.
13. Dafkou, K., Sahinis, C., Ellinoudis, A., & Kellis, E. (2021). Is the Integration of Additional Eccentric, Balance and Core Muscles Exercises into a Typical Soccer Program Effective in Improving Strength and Postural Stability? *Sports (Basel)*, *9*(11), 147. <https://doi.org/10.3390/sports9110147>
14. Daneshjoo, A., Mokhtar, A., Rahnama, N., & Yusof, A. (2013). The effects of injury prevention warm-up programmes on knee strength in male soccer players. *Biology of sport*, *30*(4), 281-288. <https://doi.org/10.5604/20831862.1077554>
15. Ditmar, R. (1992) *Instability kolenního kloubu*. Olomouc: Rektorát Univerzity Palackého v Olomouci.
16. Dvir, Z. (2004) *Isokinetics: Muscle testing, interpretation, and clinical applications*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
17. Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Grada.
18. Dylevský, I., & Navrátil, L. (2019). *Somatologie: pro předmět Základy anatomie a fyziologie člověka* (3. přepracované a doplněné vydání). Grada Publishing.
19. Ekstrand, J., Krutsch, W., Spreco, A., van Zoest, W., Roberts, C., Meyer, T., & Bengtsson, H. (2020). Time before return to play for the most common injuries in professional football: a 16-year follow-up of the UEFA Elite Club Injury Study. *British journal of sports medicine*, *54*(7), 421-426. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-100666>
20. Ermiş, E., Yilmaz, A. K., Kabadayi, M., Bostanci, Ö., & Mayda, M. H. (2019). Bilateral and ipsilateral peak torque of quadriceps and hamstring muscles in elite judokas. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, *19*(3), 286-293.
21. Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2003). Valgus knee motion during landing in high school Female and male basketball players. *Medicine and science in sports*

- and exercise, 35(10), 1745-1750.
<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000089346.85744.D9>
22. Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2010). Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *Journal of sports science & medicine*, 9(3), 364–373.
 23. Graziano, J., Green, D., Cordasco, F., Graziano, J., Green, D. W., & Cordasco, F. A. (2013). Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention in the Young Athlete. *Strength and conditioning journal*, 35(3), 89-97.
<https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182953525>
 24. Hansen, R., Rathleff, M. S., Lundgaard-nielsen, M., & Holden, S. (2023). The development of an informative leaflet for children and adolescents suffering from Osgood-Schlatter disease. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 33(12), 2608-2612. <https://doi.org/10.1111/sms.14498>
 25. Heidt, R. S., Sweeterman, L. M., Carlonas, R. L., Traub, J. A., & Tekulve, F. X. (2000). Avoidance of Soccer Injuries with Preseason Conditioning. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(5), 659–662.
<https://doi.org/10.1177/03635465000280050601>
 26. Hennig, E. M. (2011). The Influence of Soccer Shoe Design on Player Performance and Injuries. *Research in Sports Medicine*, 19(3), 186–201.
<https://doi.org/10.1080/15438627.2011.582823>
 27. Chomiak, J., Junge, A., & Dvorak, J. (2000). Severe injuries in football players influencing factors. *The American journal of sports medicine*, 28(5), S58-S68.
 28. Jebavý, R., Hojka, V., & Kaplan, A. (2014). *Rozcvičení ve sportu*. Grada.
 29. Kalus, J. (2021) *Moderní kondiční trénink*. Jakub Gottwald.
 30. Klausner, F., Csapo, R., Gonaus, C., Gföller, P., Hoser, C., Braun, S., Abermann, E., Fink, C., Klausner, F., Csapo, R., Gonaus, C., Gföller, P., Hoser, C., Braun, S., Abermann, E. & Fink, C. (2023). Importance and application of injury prevention in Austrian football-a survey among 687 coaches. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-traumatologische Sportmedizin*, 37(1), 37-44.
 31. Kučera, M., Kolář, P., & Dylevský, I. (2011). *Dítě, sport a zdraví*. Galén.
 32. Kureš, Jiří. (2022) *Pravidla fotbalu: platná od 1.7. 2022*. Olympia.
 33. Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis

- of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 48(11), 871-877.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092538>
34. Le Gall, F., Carling, C., Reilly, T., Vandewalle, H., Church, J., Rochcongar, P., Le Gall, F., Carling, C., Reilly, T., Vandewalle, H., Church, J., & Rochcongar, P. (2006). Incidence of Injuries in Elite French Youth Soccer Players. *The American journal of sports medicine*, 34(6), 928-938. <https://doi.org/10.1177/0363546505283271>
35. Magallanes, A., Parodi, A., Magallanes, C., & Gonzalez-ramírez, A. (2022). Strength training in youth soccer players: towards an optimal relationship between load magnitude and performance enhancement. *Sport TK (Internet)*, 11. <https://doi.org/10.6018/sportk.536181>
36. McCall, A., Dupont, G., & Ekstrand, J. (2016). Injury prevention strategies, coach compliance and player adherence of 33 of the UEFA Elite Club Injury Study teams: a survey of teams' head medical officers. *British journal of sports medicine*, 50(12), 725-730. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095259>
37. McWhorter, J., Landers, M., Wallmann, H., Altenburger, B., McWhorter, J. W., Landers, M., Wallmann, H., & Altenburger, B. (2005). A Preliminary Study of the Effects of Verbal Motivation on Maximal Isokinetic Torque Production in Children with Varying Personality Types. *Pediatric exercise science*, 17(4), 329-336. <https://doi.org/10.1123/pes.17.4.329>
38. Mehl, J., Diermeier, T., Herbst, E., Imhoff, A. B., Stoffels, T., Zantop, T., Petersen, W., & Achnich, A. (2018). Evidence-based concepts for prevention of knee and ACL injuries. 2017 guidelines of the ligament committee of the German Knee Society (DKG). *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 138(1), 51-61. <https://doi.org/10.1007/s00402-017-2809-5>
39. Miřátský, P. (2023). *Identifikace a komparace vybraných parametrů tělesné zdatnosti u příslušníků složek integrovaného záchranného systému*. Dizertační práce (Ph.D.) -- Univerzita Karlova. Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2023.
40. Nelson, A. G., Kokkonen, J., & Stackeová, D. (2015). *Strečink na anatomických základech* (Druhé, přepracované vydání). Grada Publishing.
41. Nessler, T., Denney, L., & Sampley, J. (2017). ACL Injury Prevention: What Does Research Tell Us? *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 10(3), 281-288. <https://doi.org/10.1007/s12178-017-9416-5>
42. Numata, H., Nakase, J., Kitaoka, K., Shima, Y., Oshima, T., Takata, Y., Shimozaki, K., Tsuchiya, H., Numata, H., Nakase, J., Kitaoka, K., Shima, Y., Oshima, T., Takata, Y.,

- Shimozaki, K., & Tsuchiya, H. (2018). Two-dimensional motion analysis of dynamic knee valgus identifies female high school athletes at risk of non-contact anterior cruciate ligament injury. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 26(2), 442-447. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4681-9>
43. Owoeye, O. B. A., Akinbo, S. R. A., Tella, B. A., & Olawale, O. A. (2014). Efficacy of the FIFA 11+ warm-up programme in male youth football: A cluster randomised controlled trial. *Journal of sports science & medicine*, 13(2), 321-328.
44. Peers, K. H. E., & Lysens, R. J. J. (2005). Patellar tendinopathy in athletes: Current diagnostic and therapeutic recommendations. *Sports medicine (Auckland)*, 35(1), 71-87. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535010-00006>
45. Perič, T. (2020) *Sportovní příprava dětí I. Teoretická východiska*. Prešovská univerzita v Prešove.
46. Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Grada.
47. Pilný, J., & Wolfová, M. (2018). *Úrazy ve sportu a jak jim předcházet* (Druhé, rozšířené a doplněné vydání). Grada Publishing.
48. Psotta, R., & Marvanová, Z. (2006). *Fotbal: kondiční trénink: moderní koncepce tréninku, principy, metody a diagnostika, teorie sportovního tréninku*. Grada.
49. Read, P., Oliver, J., Lloyd, R., Read, P., Oliver, J. L., De Ste Croix, M. B. A., Myer, G. D., & Lloyd, R. S. (2015). Injury Risk Factors in Male Youth Soccer Players. *Strength and conditioning journal*, 37(5), 1-7. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000171>
50. Rosene, J., Fogarty, T., & Mahaffey, B. (2001). Isokinetic hamstrings: Quadriceps ratios in intercollegiate athletes. *Journal of athletic training*, 36(4), 378-383.
51. Silva, J., Nassis, G., Rebelo, A., Silva, J. R., Nassis, G. P., & Rebelo, A. (2015). Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports medicine - open*, 1(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0006-z>
52. Silvers, H. J., & Mandelbaum, B. R. (2007). Prevention of anterior cruciate ligament injury in the female athlete. *British journal of sports medicine*, 41(suppl 1), i52-i59. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.037200>
53. Silvers, H., Mandelbaum, B., Bizzini, M., & Dvorak, J. (2014). The efficacy of the FIFA 11+ program in the collegiate male soccer player (USA). *British journal of sports medicine*, 48(7), 662-662. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093494.272>
54. Smith, H. C., Vacek, P., Johnson, R. J., Slauterbeck, J. R., Hashemi, J., Shultz, S., & Beynon, B. D. (2012). Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury: A Review

- of the Literature — Part 1: Neuromuscular and Anatomic Risk. *Sports health*, 4(1), 69-78. <https://doi.org/10.1177/1941738111428281>
55. ter Stege, M. H. P., Dallinga, J. M., Benjaminse, A., & Lemmink, K. A. P. M. (2014). Effect of Interventions on Potential, Modifiable Risk Factors for Knee Injury in Team Ball Sports: A Systematic Review. *Sports medicine (Auckland)*, 44(10), 1403-1426. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0216-4>
56. Turner, A. N., & Stewart, P. F. (2014). Strength and Conditioning for Soccer Players. *Strength and conditioning journal*, 36(4), 1-13.
57. Vágnerová, M., Svoboda, M., & Hadj-Moussová, Z. (2007). *Vývojová psychologie. II., Dospělost a stáří*. Karolinum.
58. Valentino, M., Quiligotti, C., & Ruggirello, M. (2012). Sinding-Larsen-Johansson syndrome: A case report. *Journal of ultrasound*, 15(2), 127-129. <https://doi.org/10.1016/j.jus.2012.03.001>
59. van Beijsterveldt, A. M. C., van de Port, I. G. L., Krist, M. R., Schmikli, S. L., Stubbe, J. H., Frederiks, J. E., & Backx, F. J. G. (2012). Effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: a cluster-randomised controlled trial. *British journal of sports medicine*, 46(16), 1114-1118. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091277>
60. van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. G. (1992). Incidence, Severity, Aetiology and Prevention of Sports Injuries. *Sports medicine*, 14(2), 82-99. <https://doi.org/10.2165/00007256-199214020-00002>
61. Votík, J. (2016). *Fotbal – trénink budoucích hvězd druhé, doplněné vydání*. Grada.
62. Yue, F. (L.), Karsten, B., Larumbe-zabala, E., Seijo, M., & Naclerio, F. (2018). Comparison of 2 weekly-equalized volume resistance-training routines using different frequencies on body composition and performance in trained males. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 43(5), 475-481. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0575>

9 PŘÍLOHY

9.1 Seznam tabulek a grafů

Tabulka 1 Charakteristika skupin.....	29
Tabulka 2 Obsah první tréninkové jednotky intervence.	31
Tabulka 3 Obsah druhé tréninkové jednotky intervence.....	31
Tabulka 4 Výška a hmotnost probandů – rozdělení po skupinách.....	32
Tabulka 5 Souhrn výsledků hodnocených parametrů.	33
Tabulka 6 Svalová hmota v segmentech DKK u probandů v experimentální skupině. Hodnoty uvedené v kilogramech.....	33
Tabulka 7 Svalová hmota v segmentech DKK u probandů v kontrolní skupině. Hodnoty uvedené v kilogramech.....	34
Tabulka 8 Svalová síla kolenních extenzorů při rychlosti $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).	35
Tabulka 9 Svalová síla kolenních extenzorů při rychlosti $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).	35
Tabulka 10 Svalová síla kolenních extenzorů při rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).	36
Tabulka 11 Svalová síla kolenních extenzorů při rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).	37
Tabulka 12 Svalová síla kolenních extenzorů při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).	38
Tabulka 13 Svalová síla kolenních extenzorů při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).	38
Tabulka 14 Svalová síla kolenních flexorů při rychlosti $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).	39
Tabulka 15 Svalová síla kolenních flexorů při rychlosti $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).	39
Tabulka 16 Svalová síla kolenních flexorů při rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).	40
Tabulka 17 Svalová síla kolenních flexorů při rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).	41

Tabulka 18 Svalová síla kolenních flexorů při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).	42
Tabulka 19 Svalová síla kolenních flexorů při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty momentu síly (N·m).	42
Tabulka 20 H/Q poměr při rychlosti $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty uvedené v procentech.	43
Tabulka 21 H/Q poměr při rychlosti $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty uvedené v procentech.	43
Tabulka 22 H/Q poměr při rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty uvedené v procentech.	44
Tabulka 23 H/Q poměr při rychlosti $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty uvedené v procentech.	44
Tabulka 24 H/Q poměr při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ – experimentální skupina. Hodnoty uvedené v procentech.	45
Tabulka 25 H/Q poměr při rychlosti $300^{\circ}\cdot s^{-1}$ – kontrolní skupina. Hodnoty uvedené v procentech.	45
Graf 1 Porovnání svalové síly extenzorů – experimentální skupina.	50
Graf 2 Porovnání svalové síly flexorů– experimentální skupina.	50
Graf 3 Porovnání H/Q poměrů obou skupin.	51
9.2 Ostatní přílohy	
Příloha 1 Žádost o vyjádření etické komise	62
Příloha 2 Vzor informovaného souhlasu	64

Příloha 1

Žádost o vyjádření etické komise

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Silový intervenční program použitý jako prevence zranění kolene u hráčů fotbalu

Forma projektu: výzkumná práce – bakalářská práce

Období realizace: únor 2024–březen 2024

Předkladatel: Jakub Lejbl (UK FTVS, Laboratoř sportovní motoriky)

Hlavní řešitel: Jakub Lejbl (UK FTVS, Laboratoř sportovní motoriky)

Místo výzkumu (pracoviště): Laboratoř sportovní motoriky UK FTVS, sportoviště FK Viktoria Žižkov

Spoluřešitel(é): -

Vedoucí práce (v případě studentské práce): PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Finanční podpora: -

Popis projektu: Cílem této práce je zjistit účinnost silového intervenčního programu jakožto možnost prevence zranění kolenního kloubu, kterého se zúčastní hráči fotbalu. Všichni sportovci nejdříve podstoupí antropometrické měření na přístroji Tanita a měření svalové síly dolních končetin na izokinetickém dynamometru Cybex Humac Norm (použitím standardizovaného protokolu pro danou kategorii) v Laboratoři sportovní motoriky. Polovina náhodně vybraných sportovců se v rámci experimentální skupiny zúčastní intervenčního programu. Program bude obsahovat dvě tréninkové jednotky týdně po dobu 6 týdnů v rámci svých obvyklých tréninků. Tréninkové jednotky intervence budou složeny z jednoduchých posilovacích cviků zejména na posílení svalů dolních končetin, se kterými se hráči mohli potkat v běžných či kondičních trénincích. Obsah intervenčního programu se zakládá na preventivním programu FIFA 11+. Navíc je doplněn o mnou zvolené cviky, jejichž zařazení bylo prodiskutováno s konzultantem práce, kterým je Mgr. Petr Mířáský, Ph.D. Po ukončení programu opět proběhne měření tělesného složení a svalové síly dolních končetin jak kontrolní, tak experimentální skupiny. Kontrolní skupina absolvuje pouze testování v laboratoři. Výsledky obou skupin budou následně porovnány. Standardní fotbalový trénink není součástí výzkumu pouze u experimentální skupiny, probíhal by i mimo výzkum. Součástí výzkumu jsou jen posilovací cvičení, o který je trénink doplněn.

Charakteristika účastníků výzkumu: Předpokládaný počet účastníků výzkumu: 20 hráčů sportovního klubu FK Viktoria Žižkov ve věku 13-14 let. Hráči budou rozděleni do dvou skupin: „kontrolní“ a „experimentální“. Kontrolní skupina podstoupí pouze měření tělesného složení a svalové síly dolních končetin. Experimentální skupina navíc podstoupí intervenční program. Všichni účastníci budou mít platnou zdravotní prohlídku bez omezení způsobilosti k pohybovým aktivitám a díky trénovanosti ve svém sportovním odvětví by měli být schopni výzkum podstoupit. Do projektu nemůže být zařazen proband, který bude mít zranění, akutní zejména infekční onemocnění nebo proband s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu. Všechny kontraindikace, potažmo zdravotní stav, bude pokaždé prodiskutován s hlavním trenérem. Hlavní řešitel a vedoucí práce bude probandy vybírat do výzkumu. Probandi budou vybíráni podle výše uvedených kontraindikací a budou z výše uvedeného klubu.

Zajištění bezpečnosti: Jedná se o neinvazivní metodu. Rizika zranění nebudou větší než u běžné tréninkové zátěže. Tréninková jednotka intervence bude probíhat v rámci tréninkové jednotky klubu, tudíž bude bezpečnost zajištěna obvyklým způsobem, na který jsou jak hráči, tak zástupci klubu, zvyklí. Na bezpečnost probandů budu dbát nejen já, ale i ostatní trenéři kategorie. Před každou tréninkovou jednotkou proběhne zahřátí a představení obsahu tréninkové jednotky. Před každým cvikem proběhne důkladný popis techniky, který budu provádět já. Mezi cviky budu dbát na dostatečný interval odpočinku, korekci chyb, asistenci a doplňování tekutin. Závěrečná část každé tréninkové jednotky bude obsahovat strečink. Průběh testování v laboratoři bude pod dozorem školených pracovníků laboratoře sportovní motoriky UK FTVS a zároveň vedoucím práce. Rizika během testování a diagnostiky nejsou větší než u běžného tréninkového a diagnostického procesu v rámci tréninkových jednotek v klubu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

Etické aspekty výzkumu: Výzkum zahrnuje vulnerabilní skupinu nezletilých osob, protože současně se v mládežnických kategoriích často dbá zejména na specifický trénink a jakákoli prevence zranění bývá opomenuta. Tato práce by tak mohla být důkazem, že diagnostika a intervence je v tomto věku důležitá z hlediska prevence pozdějších zdravotních potíží a zranění kolenního kloubu u hráčů fotbalu. V případě kladných výsledků by mohlo dojít k zařazení tréninkových jednotek s podobným obsahem jako zmíněný intervenční program nejen do přípravného, ale i do soutěžního období z důvodu prevence zranění kolene. Pro tuto vulnerabilní skupinu by tak výzkum přinesl především zlepšení zdraví a povědomí o způsobu prevence, což by mohlo vést ke zlepšení kvality tréninkového procesu a osobního života.

Potenciální střet zájmů: V klubu FK Viktoria Žižkov trénuji a s účastníky výzkumu běžně spolupracuji. Ovšem od klubu ani zákonných zástupců hráčů nedostanu žádné finanční ohodnocení či jinou odměnu. Stejně tak ani klub, hráči, zástupci hráčů ani ostatní trenéři nebudou nijak ohodnoceni. Data a výsledky výzkumu budou sloužit pouze pro tvorbu mé bakalářské práce. U mého výzkumu a testování bude asistovat nestranná osoba Lukáš Václavík, který bude dohlížet na správnost testování, korektnost zapsaných výsledků a nestrannost posuzování výsledků výzkumu mou osobou. Zapsané hodnocení bude pevně zapsáno v tabulce, kterou budeme sdílet s Lukášem Václavíkem a vedoucím práce, aby nedošlo k upravování bodového výsledku.

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 110/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jméno, příjmení, hmotnost, výška, tělesné složení, síla dolních končetin a data získaná výše uvedenými metodami (jméno a příjmení budou získávána z důvodu přiřazení čísla, pod kterým bude sportovec evidován v průběhu výzkumu). Všechny údaje budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít pouze řešitel bakalářské práce a vedoucí bakalářské práce, a to po dohodě s řešitelem a v jeho přítomnosti. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v bakalářské práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Požizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků:

Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, videa ani audionahrávky. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Text informovaného souhlasu (IS): příložen

Povinnosti všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně. Potvrzují, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 12.2.2024

Podpis předkladatele:

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martinková, Ph.D.

Členové: prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 239/2023

dne: 13.2.2024

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směricemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

– 20 –

podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha 2

Vzor informovaného souhlasu

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 239/2023

Vážená paní, vážený pane,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s účastí Vašeho syna ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci bakalářské práce s názvem „Silový intervenční program použitý jako prevence zranění kolene u hráčů fotbalu“ prováděné v laboratoři sportovní motoriky UK FTVS a na sportovištích FK Viktoria Žižkov.

Projekt bude probíhat v období od února 2024 do března 2024.

Projekt nebude nijak financován.

Cílem výzkumného projektu je zjistit účinnost silového intervenčního programu jakožto možnost prevence zranění kolenního kloubu u hráčů fotbalu.

Výzkum bude probíhat po dobu šesti týdnů. V první řadě proběhne testování v laboratoři UK FTVS, poté bude probíhat intervenční program, po jehož ukončení se opět uskuteční testování v laboratoři UK FTVS.

Testování – vstupní laboratorní diagnostika

Váš syn se během výzkumu zúčastní testování v laboratoři sportovní motoriky UK FTVS, kde podstoupí testování síly dolních končetin na izokinetickém dynamometru **Cyberac Humac Norm** (testování na dynamometru spočívá v provedení extenze a flexe v kolenním kloubu ve třech různých rychlostech maximální možnou intenzitou) a měření tělesného složení na přístroji Tanita. Testování bude provedeno školenými pracovníky laboratoře sportovní motoriky.

Intervence

Hráči budou náhodně rozděleni do dvou skupin: experimentální a kontrolní. Následně, pokud bude součástí experimentální skupiny, absolvuje intervenční program složený zejména ze cviků na posílení svalů dolních končetin, se kterými se hráči mohli potkat v běžných či kondičních trénincích. Zároveň absolvuje i standardní fotbalové tréninky a utkání. Obsah intervenčního programu je založen na preventivním programu FIFA 11+. Navíc bude doplněn o mnou zvolené cviky, jejichž zařazení bude prodiskutováno s konzultantem práce, kterým je Mgr. Petr Mířáský, Ph.D. Intervenční program, který povedu já, bude obsahovat dvě hodinové tréninkové jednotky týdně po dobu šesti týdnů. Pokud se Váš syn nezapojí do intervenčního programu, bude součástí tzv. kontrolní skupiny, která bude pravidelně docházet pouze na obvyklé fotbalové tréninkové jednotky a utkání, a v rámci výzkumu absolvuje obě testování. Tréninkové jednotky intervence budou zahrnuty do fotbalových tréninkových jednotek klubu, které však nejsou součástí výzkumu, protože by probíhaly i mimo něj. Po ukončení intervence je potřeba udělat kontrolní testování všech účastníků v laboratoři, které by opět nemělo trvat déle než půl dne.

Testování – výstupní laboratorní diagnostika

Po ukončení intervence opět proběhne testování v laboratoři sportovní motoriky UK FTVS (identické testování jako v úvodním testování). Samotné testování všech účastníků by mělo proběhnout maximálně během půl dne. Testování bude provedeno školenými pracovníky laboratoře sportovní motoriky.

Rizika zranění nebudou větší než u běžné tréninkové zátěže. Tréninková jednotka intervence bude probíhat v rámci tréninkové jednotky klubu, tudíž bude bezpečnost zajištěna obvyklým způsobem, na který jsou jak hráči, tak zástupci klubu, zvyklí. Na bezpečnost probandů budu dbát nejen já, ale i ostatní trenéři kategorie. Před každou tréninkovou jednotkou proběhne zahřátí a představení obsahu tréninkové jednotky. Před každým cvikem provedu důkladný popis techniky. Mezi cviky budu dbát na dostatečný interval odpočinku, korekci chyb, asistenci a doplňování tekutin. Závěrečná část každé tréninkové jednotky bude obsahovat

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

strečink. Průběh testování bude pod dozorem školených pracovníků laboratoře sportovní motoriky UK FTVS a zároveň vedoucím práce. Rizika během testování a diagnostiky nejsou větší než u běžného tréninkového a diagnostického procesu v rámci tréninkových jednotek v klubu.

Do výzkumu nebude zařazen Váš syn, pokud bude mít zranění, akutní (zejména infekční) onemocnění nebo jakémkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Diagnostika a intervence je v tomto věku důležitá z hlediska prevence pozdějších zdravotních potíží a zranění kolenního kloubu u hráčů fotbalu. V případě pozitivních výsledků intervence by mohlo dojít k zařazení tréninkových jednotek s podobným obsahem jako zmíněný intervenční program mezi obvyklé tréninkové jednotky klubu, nebo samotnými hráči do své individuální přípravy.

Účast Vašeho syna na výzkumném projektu je dobrovolná, nemá žádné finanční ohodnocení a je včetně testování v laboratoři zcela zdarma.

Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jméno, příjmení, hmotnost, výška, tělesné složení, síla dolních končetin a data získaná výše uvedenými metodami (jméno a příjmení budou získávány z důvodu přiřazení čísla, pod kterým bude sportovec evidován v průběhu výzkumu). Všechny údaje budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít pouze řešitel bakalářské práce a vedoucí bakalářské práce, a to po dohodě s řešitelem a v jeho přítomnosti. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 1 dne po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v bakalářské práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

V průběhu výzkumu nebudou pořizovány fotografie, nahrávky ani videa.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit na e-mailové adrese jakub.lejbl@gmail.com

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Jakub Lejbl

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Jakub Lejbl Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že můj syn má platnou zdravotní prohlídku bez omezení způsobilosti k vybraným sportovním aktivitám.**

Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

Jméno a příjmení zákonného zástupce

Vztah zákonného zástupce k účastníkovi Podpis: