

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Evaluace, komparace a vztahy vybraných silových parametrů  
dolních končetin a trupu u hráčů basketbalu**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

**PhDr. Tomáš Gryc Ph.D.**

Vypracoval:

**Bc. Vojtěch Vyhnálek**

Praha, květen 2024

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou 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 diplomanta

## Poděkování

Rád bych poděkoval panu PhDr. Tomášovi Grycovi Ph.D. za rady, vedení a finalizaci diplomové práce, za jeho čas a optimismus, bez kterého bych tuto práci nedokončil. Zároveň děkuji panu PhDr. Mikuláši Hankovi, Ph.D. za pomoc při měření a sestavování metodiky a Mgr. Lukášovi Michalovi za pomoc se statistickou analýzou.

## Abstrakt

**Název:** Evaluace, komparace a vztahy vybraných silových parametrů dolních končetin a trupu u hráčů basketbalu

**Cíle:** Cílem této diplomové práce je hodnocení úrovně vybraných silových parametrů trupu a dolních končetin a jejich vzájemných vztahů u hráčů basketbalu amatérské úrovně.

**Metody:** Experimentu se zúčastnilo 8 basketbalistů (muži). Síla flexe a extenze v kolenním kloubu byla zaznamenána izokinetickým dynamometrem Cybex Humac Norm v úhlové rychlosti  $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ . Stejným přístrojem byla zjištěna síla trupu v rotaci. K diagnostice abdukce, addukce v kyčli a interní, externí rotace v rameni byl použit přístroj ForceFrame™. Měření byla jednorázová. Vybrané vztahy byly interpretovány pomocí Pearsonova korelačního koeficientu a párového t-testu.

**Výsledky:** V této práci se prokázaly signifikantní ( $p < 0,05$ ) vztahy mezi silovými parametry trupu a dolních končetin. Silové rozdíly mezi pravou a levou stranou nebyly statisticky významné. Výsledky naznačují, že u hráčů basketbalu amatérské úrovně vznikají typické vztahy mezi jednotlivými silovými parametry, ale je otázkou budoucích výzkumů, zdali bude evidence na toto téma dále rozvinuta.

**Klíčová slova:** dynamometrie, asymetrie, silové schopnosti, amatérský sport

## **Abstract**

**Title:** Evaluation, comparison and relationships of selected strength parameters of lower limbs and trunk in basketball players

**Objectives:** The objective of this thesis is to evaluate the relationships between the selected forces trunk parameters and selected strength parameters of the lower limbs. Eight probands aged 33–45 who play second grade Prague championship in basketball were tested.

**Methods:** 8 basketball players participated in the experiment. Flexion and extension strength in the knee joint was recorded with a Cybex Humac Norm isokinetic dynamometer at an angular velocity of  $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ . The same device was used to determine the strength of the trunk in rotation. The ForceFrame™ device was used to diagnose abduction, adduction at the hip, and internal and external rotation at the shoulder. The measurements were one-time. Selected relationships were interpreted using Pearson's correlation coefficient and paired t-test.

**Results:** In this work, significant ( $p < 0,05$ ) relationships between the strength parameters of the trunk and the lower limb were demonstrated. Strength differences between the right and left sides were not statistically significant. The results suggest that typical relationships between strength parameters emerge in amateur level basketball players, but it is a question for the future whether the evidence on this topic will be further developed.

**Keywords:** dynamometry, asymmetry, strength abilities, amateur sport

## Obsah

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA .....</b>	<b>9</b>
2.1 BASKETBAL JAKO SPORTOVNÍ HRA .....	9
2.2 POHYBOVÉ ZATÍŽENÍ HRÁČE BASKETBALU .....	9
2.2.1 <i>Basketbalové role</i> .....	9
2.2.2 <i>Herní činnosti</i> .....	10
2.2.3 <i>Silové schopnosti ve sportovních hrách</i> .....	12
2.2.4 <i>Vztah mezi silovými parametry trupu a končetin</i> .....	13
2.2.5 <i>Silové schopnosti dolních končetin z hlediska pohybu hráče basketbalu</i> .....	14
2.2.6 <i>Silové schopnosti trupu z hlediska pohybu hráče basketbalu</i> .....	14
2.3 SILOVÉ ASYMETRIE .....	15
2.3.1 <i>Unilaterální silové asymetrie</i> .....	16
2.3.2 <i>Bilaterální silové asymetrie</i> .....	16
2.4 SVALOVÝ KOMPLEX .....	18
2.4.1 <i>Struktura a funkce nervo-svalového systému</i> .....	18
2.4.2 <i>Adaptační mechanismy nervo-svalového mechanismu na zátěž</i> .....	23
2.5 SILOVÉ SCHOPNOSTI .....	25
2.5.1 <i>Dělení silových schopností</i> .....	25
2.5.2 <i>Silové schopnosti a trénink jako prevence zranění</i> .....	26
2.6 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ .....	28
<b>3. PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>29</b>
3.1 CÍLE, HYPOTÉZY A ÚKOLY .....	29
3.2 METODY .....	30
3.3 VÝSLEDKY .....	34
3.3.1 <i>Vztahy vybraných silových parametrů u dolních končetin</i> .....	34
3.3.2 <i>Vztahy vybraných silových parametrů dolních končetin a trupu</i> .....	35
3.3.3 <i>Vztahy vybraných silových parametrů trupu</i> .....	37
3.3.4 <i>Porovnání síly levé a pravé strany</i> .....	38
3.4 DISKUZE .....	40
<b>4 ZÁVĚR .....</b>	<b>43</b>
<b>5 SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>44</b>
<b>6 SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>58</b>
<b>7 SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>59</b>
<b>8 PŘÍLOHY .....</b>	<b>60</b>

## **Seznam zkratek**

FLEX – síla flexe v kolenním kloubu

EXT – síla extenze v kolenním kloubu

ABD – síla abdukce dolní končetiny

ADD – síla addukce dolní končetiny

RK INT – síla interní rotace v ramenním kloubu

RK EXT – síla externí rotace v ramenním kloubu

TRUP – síla rotace trupu

DK – dolní končetiny

KK – kolenní kloub

P – pravá strana

L – levá strana

SD – směrodatná odchylka

Kg – kilogram

Nm/Kg – newton-meter na kilogram

# 1 ÚVOD

Jednou z nejrozšířenějších a velice populárních sportovních her v Americe, ale i na celém světě je basketbal (Borowski et al., 2008; Liu & Hodgins, 2018; Grundy et al., 2014). Jde o sport, ve kterém proti sobě stojí dva týmy, jejichž cílem je opakovaně dostat míč do soupeřova koše a zároveň zabránit průniku míče jejich košem. V dnešním světě kondičního tréninku již existuje nespočet metod, jak rozvíjet explozivní sílu, maximální sílu či specifické činnosti jednotlivce tak, aby je byl hráč schopen vykonávat na maximum.

Při jednom basketbalovém utkání vykoná hráč okolo 990 metrů sprintu či jakýchkoli jiných rychlých pohybů, mezi 40 až 60 maximálními výskoky a až šedesátkrát změni směr a rychlost pohybu (McInnes et al. 1995). V průběhu veškerého tohoto pohybu musí hráč ještě manipulovat s míčem, což z basketbalu činní velice komplexní sport (Andreoli et al., 2018). V průběhu hráčské kariéry je těchto pohybů provedeno obrovské množství a tělo každého hráče v sobě bude mít zafixovaný jistý vzor či svalovou souhru (Zenovia et al., 2016).

Práce je zaměřena na silové schopnosti, jejich úroveň a vzájemné vztahy u hráčů basketbalu amatérské úrovně. Jedná se o průřezovou studii (Kesmodel, 2018).



## **2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA**

### **2.1 Basketbal jako sportovní hra**

Basketbal je kolektivní sportovní hra invazivního typu, ve které proti sobě soupeří dva týmy o celkovém počtu deseti hráčů, o co nejvyšší bodový zisk. Body se získávají vstřelením míče do soupeřova koše. Herní děj je rozdělen na dva poločasy, které se dělí na čtyři čtvrtiny, kde každá čtvrtina trvá 10 minut (ČBF, 2022). V průběhu hry se lze s míčem pohybovat pouze pomocí driblinku, a jelikož se jedná o invazivní sportovní hru probíhá zde nespočet fyzických kontaktů. Krom tvrdých kontaktů při obraně, clonění a nájezdech na koš je třeba zmínit obrovský počet výskoků, změn směru či změn rychlostí, které za herní děj musí hráči snášet a vykonat. Z těchto důvodů jsou, krom dovednostní složky, silové schopnosti nepostradatelnou částí každého basketbalisty.

### **2.2 Pohybové zatížení hráče basketbalu**

Basketbal vyžaduje specifické dovednosti, které se v průběhu hry neustále dynamicky mění. Ve většině případů hra probíhá při pohybu vysokou rychlostí a obsahuje časté změny směru. Bylo změřeno, že hráči tráví aktivními pohyby (běh a skákání) průměrně 34 % celého herního děje (Abdelkrim et al., 2007). Ve výsledku musí úspěšní basketbaloví sportovci disponovat velkou silou, rychlostí a obratností. Hráč basketbalu průměrně urazí okolo 4500–5000 m za 48 minut utkání (Crisafulli, 2002). Z důvodu takového charakteru zatížení jsou aerobní i anaerobní systémy hojně využívány v průběhu celého herního děje (Ziv a Lidor, 2009). Díky rozdílným postům a herním úlohám je však obtížné souhrnně definovat pohybové zatížení všech hráčů. Současný stav poznání však potvrzuje, že se basketbalisté na různých herních pozicích vyznačují různým charakteristickým profilem (Ferioli et al. 2018).

#### **2.2.1 Basketbalové role**

Z hlediska antropometrických údajů jsou v basketbalu velmi rozlišní hráči, kteří svým tělesným složením odpovídají dané hráčské roli (postu). Nejjednodušeji můžeme hráče rozdělit do tří skupin. Jsou to rozehrávači, křídla a pivoti (podkošovní hráči).

- Rozehrávači – jejich základním úkolem je přenést míč z rozehrávky do útočné poloviny, kde zakládají útok. Hráči na tomto postu jsou oproti ostatním menšího vzrůstu s menším procentem podkožního tuku. Jsou rychlí a jejich driblink je na vysoké úrovni. Rozehrávači typicky zaujímají prostor kolem středu v útočné polovině a jejich úkolem je zakončovat, ať už z dálky nebo nájezdem do dvojtaktu, či vytvářet situace, ze kterých umožní zakončení ostatním hráčům na jiných postech. Rozehrávač (point guard) je ve hře jeden.
- Křídla – herní činností je velice podobný rozehrávači. S rozehrou často pomáhá, nicméně není to jeho hlavním úkolem. Tito hráči jsou vyšší než rozehrávači, jsou rychlí a též jsou vybavení vynikajícím driblinkem a střelbou. Svými parametry jsou pozice na křídlech schopni zakončovat i ze středních či krátkých vzdáleností. Křídla jsou dvě a dělí se na menší křídlo (shooting guard) a vyšší křídlo (small forward).
- Pivoti – též označování jako podkošovní hráči jsou nejtěžší a jedná se o nejvyšší hráče v poli. Hrají nejbližší koši a nejběžněji zakončují z krátké vzdálenosti, blokují a doskakují odražené míče. Dělí se na menšího pivota (power forward) a vyššího pivota (center, center pivot). Menší pivot je herními činnostmi podobný křídlu, ale převyšuje ho svou hmotností a výškou. Pobývá v oblasti čáry trestného hodu. Vyšší pivot je nejtěžší, méně hbitý, ale svou silou v podkošové oblasti při doskocích a hře zády ke koši (Heidler, 2020).

### 2.2.2 Herní činnosti

Přestože se vzhledem k rozdílnosti herních pozic nedá přesně charakterizovat typická basketbalová postava, úkony na herní ploše lze definovat souhrnně a pro potřebu přiblížení v této práci postačí pouze rozdělení na ofensivní a defenzivní činnosti.

#### 2.1.2.1 Ofensivní činnosti

Základní basketbalové dovednosti jsou driblink, střelba, přihrávka a dvojtakt. Základní dovedností pro pohyb v poli s míčem je driblink. Driblink je nejčastější možností uvolnění a pohybu hráče s míčem a lze ho definovat jako odražení míče o zem jednou rukou. Nelze driblovat oběma rukama najednou, avšak ruce v průběhu lze střídat.

Jakmile hráč provádějící driblink chytne míč do obou rukou, považuje se driblink za ukončený (Velenský, 1999). V driblinku je zásadní udržet vlastní těžiště nízko u země ve stoji rozkročeném na šíři ramen a driblovat rozevřenými dlaněmi se zpevněnými prsty tak, aby se míč sotva dotýkal středu dlaně. V této dovednosti je klíčový síla, rytmus a rychlost driblinku. Zvládnutí těchto proměnných pak rozlišuje amatérskou třídu od profesionálů (Dong, 2023). Po ukončení driblinku může hráč buď přihrát nebo vystřelit. Přihrávky rozděluje Velenský (1999) na trčení obouruč, trčení jednoruč, vrchní přihrávka jednoruč a vrchní přihrávka obouruč. Můžeme rozdělovat na přihrávky vzduchem a o zem, či na krátkou a dlouho vzdálenost. Po přihrávce může spoluhráč zahájit znovu driblink anebo zakončovat střelbou. Střelba na koš je další z herních činností jednotlivce a jedná se o jediný způsob, jak je možné docílit zisku bodu. Střílet je možné z místa či v pohybu. Samotné střely pak můžeme dělit dle vzdálenosti na dlouhé (trojka), střední (oblast čáry trestného hodu) nebo krátké (pod košem) (Velenský, 1999). U střelby z pravé ruky je postoj na šíři ramen, ruce jsou zvednuty, kdy levá ruka stabilizuje míč ze strany a pravá je střílející. Míč se dostane nad pravé rameno a pomocí extenze v lokti se souběžnou prací zápěstí a konečků prstů je míč vystřelen. Pravá ruka by po vystřelení měla zůstat zdvižená s relaxovaným zápěstím směrem dolů. Dvojtakt je kombinací driblinku a střelby, takže hráč může v pohybu vystřelit míč z relativně krátké vzdálenosti na koš. Je proveden nájездem na koš driblinkem, zastavením driblinku, provedením dvou kroků a následné střelby (Dong, 2023).

#### 2.2.2.2 Defenzivní činnosti

Při defenzivě vykonává tým v obraně hned několik činností. Základní činnost je krytí útočníka. Toto krytí obránce vykonává za každé situace, tzn. pokud má míč i pokud míč nemá. Pro obrané postavení je charakteristický široký postoj v mírném podřepu s rozpaženými rukama v případě, že hráč nemá míč. Pokud hráč disponuje míčem je jedna ruka v upažení, aby bránila přihrávce a jedna ve vzpažení, aby zabránila případné střele. Pokud se bránícímu hráči podaří zabránit ve střele, jedná se o blok.

Blokování lze provádět oběma rukama ve vzpažení, nejčastěji však jednou. Je často doprovázeno výskokem pro dosažení vystřeleného míče. Pokud se nepodaří míč blokovat, nastává poslední obranná činnost a tím je doskok.

Doskok je možné provádět v ofenzivě i defenzivě. V obranném případě je potřeba zajistit hráče v útoku a zamezit jim v jejich útočném doskoku (tzv. vzít si hráče na záda). Po tomto kontaktu je možné s hráčem na zádech sledovat míč a provést obranný doskok. V útočném doskoku je nutné uniknout obraně a doskočit odražený míč (Velenský, 1999).

### **2.2.3 Silové schopnosti ve sportovních hrách**

Posilování se stalo nedílnou součástí fyzické přípravy pro zvýšení sportovního výkonu ve sportovních hrách (Young, 2006). Bylo prokázáno, že silový nebo odporový trénink zlepšil sílu, výkon a rychlost u mnoha sportovců z řad atletů i hráčů sportovních her (fotbal, ragby, basketbal a jiné) (McGuigan et al., 2012). V těchto běžných sportovních hrách můžeme najít společné pohyby jako jsou skoky, sprinty či rychlé změny směru. Provádění těchto pohybů efektivně a dynamicky může zásadně ovlivnit výkon jednotlivců či celého týmu. Síla se zde ukázala jako zásadní determinant výkonu a samotného provedení (Suchomel et al. 2016). Kromě zlepšení těchto pohybů má silový trénink pro sportovce také značné benefity z hlediska nárůstu svalové hmoty a prevence zranění. Vzhledem k množství výzkumů, které prokazují pozitivní dopad silového tréninku na tyto fyzické schopnosti a úroveň hry, můžeme usuzovat, že silový trénink má pozitivní přínos pro výkon sportovce. (McGuigan et al., 2012). Ve studii s dospívajícími fotbalisty Christou et al. (2006) pozorovali výrazné zlepšení ve výšce výskoku v důsledku silového tréninku, který charakterově nebyl určen pro zlepšení tohoto parametru. K podobnému zlepšení došel i Sander et. al (2013), který u dospívajících fotbalistů zaznamenal 6% zlepšení ve sprintu u skupiny, která po dva roky prováděla dvakrát týdně právě silový trénink. Také bylo zjištěno, že výkon jednoho maximálního úsilí na zadní dřep je v silné korelaci se sprintem, což je v kontextu sportovních her a silového tréninku zásadním zjištěním (Comfort et al., 2012). Hlavním cílem tohoto tréninku ve sportovních hrách je zlepšení specifické a relevantní herní aktivity hráčů, které jsou vlastní jejich sportu (Ronnestad et al., 2010). Zároveň je třeba brát v potaz i morfologické změny, které jsou spojené se zlepšením silových schopností. Robustnost a celková síla organismu je velmi důležitá ve sportovních hrách, ve kterých dochází ke kontaktu, jako například ragby, fotbal či basketbal. Konkrétní tělesné složení nemusí být základním faktorem úspěchu v basketbalu či v jiných sportech, přestože často určuje pozici hráče. Rozehrávač se obvykle vyznačuje nižší tělesnou hmotností, nižším procentuálním zastoupením

tělesného tuku a menším vzrůstem, zatímco hráči na pozici křídla a pivoti jsou charakteristicky obvykle vyšší, těžší a mají vyšší procento tělesného tuku (Sallet et al. 2005). Proto je u stimulace silových schopností nutné dbát i na vedlejší produkty, které vznikají jejich zvyšováním.

#### **2.2.4 Vztah mezi silovými parametry trupu a končetin**

Trupu spojuje horní a dolní končetiny a je nedílnou součástí a původcem téměř všech pohybů. Již základní neurologická souvislost je naznačena ze studie Sasaki et al. (2018), která dodává evidenci o facilitaci svalů na horních i dolních končetinách v průběhu volní kontrakce svalstva trupu. Důležitou úlohou trupu je také vytvoření solidní a stabilní základny pro ostatní pohyby (Kane & Barden, 2012). Nejčastěji se o trupové stabilitě mluví v kontextu každodenních činností či zvyšování výkonu. Tato oblast slouží k přenosu energie v průběhu házení, kopání či běhání (Saeterbakken et al. 2011). Proces vytváření energie a její přenos do daných končetin se nazývá serape efekt. (Konin et al. 2003). Tento efekt můžeme pozorovat na basketbalové přihrávce, kde se břišní svalstvo, zejména m. transversus abdominis zapojuje dříve, než je vůbec zahájen pohyb horní končetinou (Hodges et al. 1996). Po zapojení trupových svalů je později energie přenesena skrz rameno, loket až do zápěstí a konců prstů, kde dojde k odhodu míče. Při unilaterálních pohybech jako je již zmíněná střelba či přihrávka se zapojují svaly trupu kontralaterálně. Konkrétně je možné říct, že při hodu pravou rukou je posilováno více svalstvo na levé straně trupu a obráceně (Stan et al., 2016).

Plyometrický trénink se ukázal být velmi efektivní prevencí svalových a šlachových zranění, a proto je potřeba mít na paměti, že trup jakožto silová základna každého sportovce musí být pevná, aby efektivně fungovala v průběhu tohoto tréninku a později v závodním provedení (Bliss & Teeple, 2005).

### **2.2.5 Silové schopnosti dolních končetin z hlediska pohybu hráče basketbalu**

Síla dolních končetin se ukázala jako důležitý prediktor času stráveného na hřišti (Hoffman et al. 1996). Společně se silou horní poloviny těla umožňuje hráčům lepší exekuci pohybu v prostoru pod košem. Silové schopnosti dolních končetin jsou pro hráče zásadní, protože většina pohybu charakteristického pro basketbal vychází právě odspoda. Výskoky, bloky, změny pohybu či nájezdy na koš jsou pohyby, ve kterých je důležité mít nohu zpevněnou a připravenou na případné změny směru, proto je třeba stimulovat sílu zejména stabilizátorů kolene, které nastaví a podpoří stabilitu kolenního kloubu, což sníží namáhání vazů a riziko jejich možného zranění (Wojtys, 2002). Vyšší síla může též pozitivně ovlivnit koordinaci mezi kyčlí, kolenem a kotníkem. Fungující a plně koordinované pohyby v těchto kloubech pomáhají provést výskok, a hlavně bezpečný doskok, bez nestability či kolapsu dolní končetiny (Decker, 2003). Studie Maffiulettiho et al. (2000) zkoumala účinky elektrostimulace flexoru kolene. Ve čtyřtýdenním protokolu došlo ke zlepšení v izometrii, nárůstu síly v excentrické i koncentrické fázi a vyšší výšce výskoku ve čtyřtýdenním protokolu. Zkoumána byla také souvislost explozivní síly s hráčským postem. Zde nebyl zjištěn žádný signifikantní rozdíl mezi výškou vertikálního výskoku a hráčským postem (Mancha-Triguero, 2020).

### **2.2.6 Silové schopnosti trupu z hlediska pohybu hráče basketbalu**

Síla a vytrvalost v oblasti trupu jsou v basketbalu jedny z nejdůležitějších. Slouží k udržení funkční stability při pohybu horních a dolních končetin a umožňuje tak dynamické a bezpečné provádění specifických herních operací (Radwan et al. 2014). Střed těla též spojuje horní a dolní polovinu těla, a kromě stabilizace funguje také jako distributor energie generované horními či dolními končetinami (Sannicandro et al., 2020). Ve sportu se vlastně oblast středu těla řadí na přední příčky významnosti, především kvůli zajištění vnitřní stability, díky které můžeme vykonávat silné dynamické pohyby kteroukoli končetinou (Akuthota et al., 2008). Stejný autor také tvrdí, že posilování středu těla nejen zlepšuje stabilitu, ale také snižuje bolestivost v oblasti zad. Práce Arora et al. (2021) potvrdila, že lepší aktivace trupového svalstva zvyšuje stabilitu a mobilitu hráčů basketbalu v průběhu testu na horní končetiny. Pokud však tyto svaly zajišťující pevnou oporu pro pohyby ostatními končetinami zeslabí, jsou unavené či nedostatečně aktivované, ovlivní to individuální výkon, a to zejména u basketbalu. (Liveris et al., 2021;

Luo et al., 2023). Silový trénink zaměřený na střed těla zvyšuje stabilitu v oblasti páteře a snižuje nežádoucí účinky jako nedostatečný přenos energie během zatížení. Zlepšení tohoto parametru by mělo sportovcům pomoci k dosažení lepšího výkonu při soutěžním zatížení (Luo et al. 2022).

## 2.3 Silové asymetrie

Symetrie je dle Rynkiewiczze et al. (2013) definována jako rovnováha a harmonie mezi dvěma prvky. Pokud se tato harmonie a rovnováha změní či naruší, stane se asymetrií. Asymetrii v kontextu svalu poté Sinacore et al., (2017) definuje jako selhání vztahu agonista-antagonista. Asymetrii, tedy nesouměrnost, lze v lidském těle najít téměř všude. Důvodem je to, že se v průběhu evoluce člověka vyvíjela lateralita, která má genetický základ a určuje, zda budeme mít tendenci k většímu využívání strany levé, pravé či obou. Pokud přihlídneme do sportovního odvětví, setkáme se zde se sporty, které jsou asymetricky zaměřené a logicky mohou být původcem nějakého druhu asymetrie. Například ve fotbalu, ve kterém hráči pravděpodobně častěji střílí a přihrávají dominantní končetinou se ve velké míře vyskytuje silová asymetrie dolních končetin (Tsepis et al., 2006). Silové asymetrie jsou u lidského těla běžné, ještě víc u sportovců, kteří jsou vystaveni velkému objemu tréninků či utkání, kde je preferovaná dominance jedné strany. Existuje spousta sportů, u kterých dochází k asymetrickému provádění pohybu, jako například fotbal, házená nebo basketbal (Bromley et al., 2021). Podobný fakt zjistil Hart et al. (2016) který konstatoval, že morfologické asymetrie jsou adaptačním důsledkem, umocněným dlouhodobou a intenzivní činností ve vybrané sportovní specializaci, která nebyla kompenzována, byť odlišným sportem v době volna. Výrazné asymetrie byly zjištěny i u běžců na dlouhé tratě. V tomto případě se však jednalo o důsledek asymetrického zatížení holenní kosti při běhu. Asymetrické zatěžování končetin při sportovní aktivitě může mít za následek vznik anatomických zvláštností, jako je různý tvar kloubních jamek, artróza či jiné anomálie v pohybovém systému (Ueberschär et al. 2019). V lidském těle obvykle zvažujeme bilaterální symetrii, která zkoumá tělo rozdělené dle sagitální roviny na levou a pravou polovinu a unilaterální symetrii, která se zabývá silovým poměrem mezi agonistou a antagonistou. I když bylo široce tvrzeno, že bilaterální asymetrie jsou škodlivé pro sportovní výkony (Bishop et al. 2017), výzkum tuto asociaci zcela nepodporuje (Maloney, 2018).

### 2.3.1 Unilaterální silové asymetrie

Na rozdíl od bilaterální asymetrie, která zkoumá stranovou podobnost z morfologické či silové stránky, se unilaterální asymetrie zabývá vztahem mezi agonistou a antagonistou. Ve sportovních hrách jako je fotbal, basketbal či americký fotbal je jedním z nejčastějších zranění ruptura předního zkříženého vazů (Della Villa et al., 2020). Coratella et al. (2018) ve své studii zjišťuje, že asymetrie mezi flexory a extensory kolene koreluje se sprintem na krátkou vzdálenost a schopností změny směru. Zároveň může být silový poměr mezi extensory a flexory ukazatelem možných svalových zranění či přetržení předního zkříženého vazů (Weiss a Whatman, 2015). Tento poměr síly flexorů a extensorů, též nazývaný jako H:Q ratio, je používán k posouzení silové rovnováhy mezi přední a zadní stranou stehna (Deletrat et al. 2010).

Dle kritéria síly flexorů a extensorů kolene došel ve své studii Beato et al. (2021) k faktu, že elitní hráči fotbalu většinou disponují větší silou v porovnání s hráči univerzitní či akademické ligy. Monitoring síly DK tak může být dodatečně využit k efektivnějšímu silovému rozvoji hráčů univerzitních lig pro lepší dosažení elitní úrovně v pozdějším věku (Paul & Nassis, 2015).

### 2.3.2 Bilaterální silové asymetrie

Bilaterální silové asymetrie můžeme též nazývat jako nevyváženosti mezi levou a pravou polovinou těla. U sportovců se na tento aspekt nejčastěji zaměřujeme hlavně z důvodu zvýšení výkonu a prevence zranění (Dashnejoo et al., 2013). Ukazuje se, že již asymetrie dolních končetin v rozmezí 6 a 8 % má vliv na výšku výskoku (Bailey et al., 2013) a též na specifické dovednosti jako například přesnost střely na bránu ve fotbalu (Hart et al., 2014). Největší asymetrie nacházíme u dolních končetin a nabývají přes 15 %, rizikový práh zde byl stanoven na úrovni mezi 10 a 15 % (Bishop et al. 2018). U sportů či sportovních her, které jsou charakteristické rychlými změnami směru a obsahují výskoky, můžeme nalézt zvýšený výskyt neuromuskulárních asymetrií dolních končetin. Tyto neuromuskulární asymetrie souvisejí s asymetrií silovou a jsou popisovány jako důležitý rizikový faktor související s úrazy ve sportu (Newton et al., 2006; Hewit et al., 2012;). Studie s cílem prokázání či odhalení bilaterální asymetrie jsou prováděny pomocí



izokinetiky, izometrie či pomocí vertikálních výskoků. U sportovních her se velmi osvědčily testy výskoku v unilaterální verzi, která je víc reprezentativní pro konkrétní sport, například basketbal (Benjanuvatra et al. 2013). U napravování bilaterálních asymetrií bychom však měli mít vždy na paměti, zda je cílený trénink pro sportovce vhodný vzhledem k jejich sportu, který je svým charakterem z podstaty asymetrický (Bishop et al., 2018).

## 2.4 Svalový komplex

Bez svalstva by člověk nikdy nefungoval. Svalová hmota tvoří 36-40% tělesné hmotnosti. Umožňuje člověku nejen pohyb, ale také zajištění základních bazálních funkcí. Je původcem veškeré aktivní tenze v organismu a je tedy nezbytná pro všechny pohyby umožňující lidskou práci a komunikaci, současně se však podílí například na cirkulaci krve či transportu potravy. Pokud hovoříme o svalstvu, nebereme v potaz pouze samotný sval, nýbrž i nervovou soustavu a mechanismy jejího řízení. Bavíme se tedy o svalovém komplexu.

### 2.4.1 Struktura a funkce nervo-svalového systému

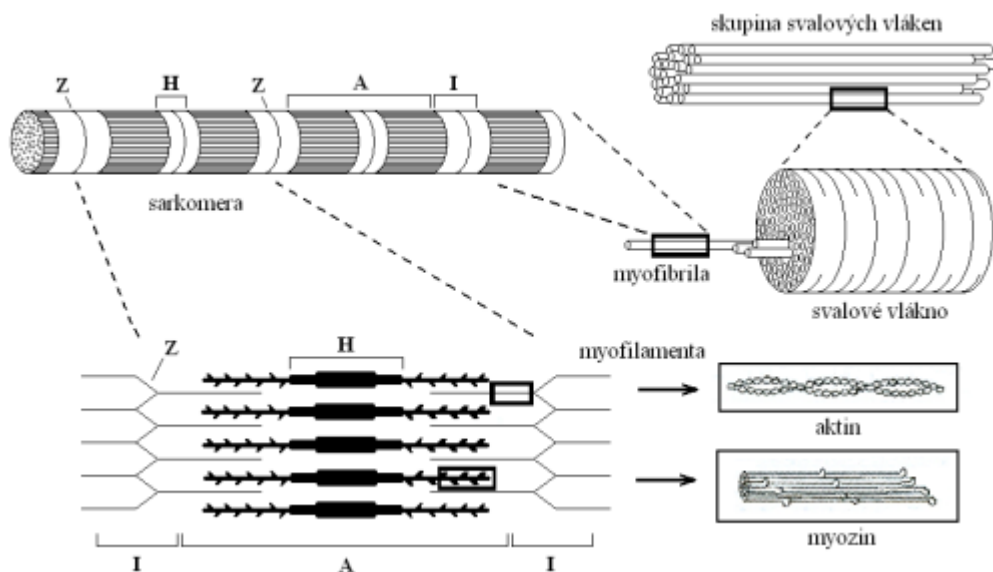
Jedna z typických a charakteristických vlastností svalstva je schopnost kontrakce a relaxace. Při kontrakci se začátek a úpon svalu přibližují a za doprovodného děje mnoha chemických reakcí se právě chemická energie přeměňuje na mechanickou (Trojan, 2003). Podle struktury a funkčních vlastností pak rozlišujeme tři typy svaloviny. Kosterní (příčně pruhovanou), hladkou, srdeční. Svaly dále můžeme dělit na fázické a tonické (posturální). Fázické svaly odpovídají za většinu aktivního pohybu. Jsou vývojově mladší, mají horší cévní zásobení, horší schopnost regenerace a zejména větší unavitelnost. Důležitou vlastností fázického svalstva je potom sklon k ochabování. Naopak tonické (posturální) svaly odpovídají za vzpřímené držení těla. Jsou fylogeneticky starší, velmi vytrvalé a odolné vůči škodlivým vlivům, navíc disponují lepší regenerační schopností. Jejich typickou vlastností je tendence ke zkracování.

Žádný sval ale není čistě fázický či tonický. Je to patrné již z rozdílné klasifikace jednotlivých svalů dle Jandy (1984), Lewita (2003) a Koláře (2002), kde u autorů nedochází ke shodě. Daná problematika není zcela prozkoumána a měla by být podrobena detailnějšímu prozkoumání dalšími odborníky. (Schlegel, 2022). Jako obecné rozdělení v kontextu teoretického obsahu této práce však toto rozdělení postačí.

### 2.4.1.1 Složení svalu

Sval samotný je tvořen začátkem, svalovým bříškem a úponem. Svalové bříško se potom skládá hned z několika částí. Pro přiblížení použijeme příčně pruhovaný sval jako modelový typ svaloviny. Za základní jednotku považujeme svalové vlákno. Určitý počet svalových vláken spojený a obklopený vrstvou vaziva nazýváme svalovým snopcem a jednotlivé snopce se stejným koncem a začátkem tedy nazýváme svalovým bříškem. Svalové vlákno je složeno z myofibril, tedy svalových vláček, které dále můžeme dělit na sarkomery, což jsou přepážky tvořené jednotlivými bílkovinami, které tvoří charakteristicky pruhovaný vzhled kosterní svaloviny. Dále sval obsahuje vazivo, které začíná a ukončuje sval a také utváří fascie, které obalují jednotlivá vlákna i celý sval. (Dylevský, 2003)

**Obrázek 1.** Složení a struktura svalu (převzato z Benešová, 2014)



Myofibrila se skládá z dvou rozdílných bílkovin – myofilament jež se nazývají aktin a myozin. Podstatou svalové práce je jejich vzájemný posun. Dle střídání jednotlivých bílkovin ve svalu vzniká již zmíněné typické pruhování, po kterém je tento typ svalové tkáně pojmenován. Rozlišujeme tři typy svaloviny. Příčně pruhovanou, hladkou a myokard.

- Příčně pruhovaná svalová tkáň je ovladatelná vůlí a nejčastěji ji nacházíme v podobě kosterního svalstva. Jde o tkáň vysoce dráždivou a oproti hladké svalovině snadno unavitelnou.
- Hladká svalovina je řízena autonomně, nemůžeme ji tedy volně kontrahovat či relaxovat. Stah provádí rytmicky a pomalu a je prakticky neunavitelná. Tvoří převážně stěny orgánů, ale nalezneme ji i v děloze či močovodu.
- Myokard je zvláštním druhem příčně pruhované svaloviny, která je hlavní složkou srdeční stěny. Buňky mají oválné jádro, které je stejně jako v případě příčně pruhované svaloviny obklopeno kontraktilními myofibrilami. Ani tento typ svalové tkáně nelze ovlivňovat vůlí (Dylevský, 2003)

#### 2.4.1.2 Řízení centrální nervové soustavy (CNS)

Činnost kosterního svalstva je vždy řízena CNS. Tuto strukturu chápeme jako jeden funkční celek, protože bez ohledu na typ nebo velikost jednotlivých oddílů se na řízení pohybu podílejí téměř všechny, od páteřní míchy až po mozkovou kůru. (Trojan, 2003). Motorický nervový systém zajišťuje tři věci. Jde o opěrnou motoriku, která zajišťuje nastavení a držení polohy jednotlivých segmentů těla, dále cílenou manipulační motoriku, která zodpovídá za cílený pohyb segmentů a sdělovací motoriku, které vděčíme za mimiku a řeč. Ač jsou tyto motorické systémy hierarchicky uspořádané, vzájemně mezi sebou kooperují a nejsou oddělené od ostatních složek nervové soustavy.

V řídicím systému rozdělujeme tyto hlavní útvary:

- Motorická jednotka – tvoří ji motoneuron a všechna svalová vlákna, která inervuje. Jedná se o periferní část motorického systému, který provádí svalovou kontrakci
- Přední míšní rohy – jde o oblast šedé míšní hmoty, kterou utvářejí těla motoneuronů, jde o součást reflexního oblouku a procházejí tudy veškeré

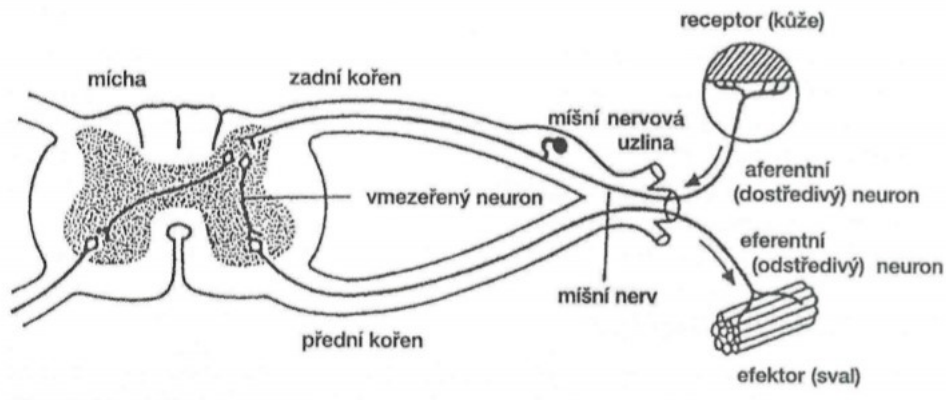
eferentní motorické signály jde o součást reflexních pohybů a pohybových programů uložené v reflexních obloucích šedé kůry mozkové

- Motorická centra mozkového kmene – řídí tonus, koordinaci opěrné a cílené motoriky, kontrolu opěrné motoriky
- Mozeček – také řídí svalový tonus, koordinuje pohyb a zajišťuje opěrnou motoriku
- Bazální ganglia – jde o jádra tvořená šedou mozkovou kůrou, která jsou zanořena do kůry bílé, díky aferentním a eferentním spojením zajišťují řízení rychlosti, směru a síly pohybu.
- Motorická kůra hemisfér – je rozdělená do mnoha oblastí, pro řízení pohybu je stěžejní primární a sekundární motorická oblast, premotorická oblast a frontální okohybné pole. Její hlavní činností je plánování a programování jemných, cílených pohybů.

Funkční jednotkou nervové soustavy je reflex a slouží jako odpověď na podnět, podráždění či změnu homeostázy. Jedná se o automatickou a mimovolní odpověď na podnět.

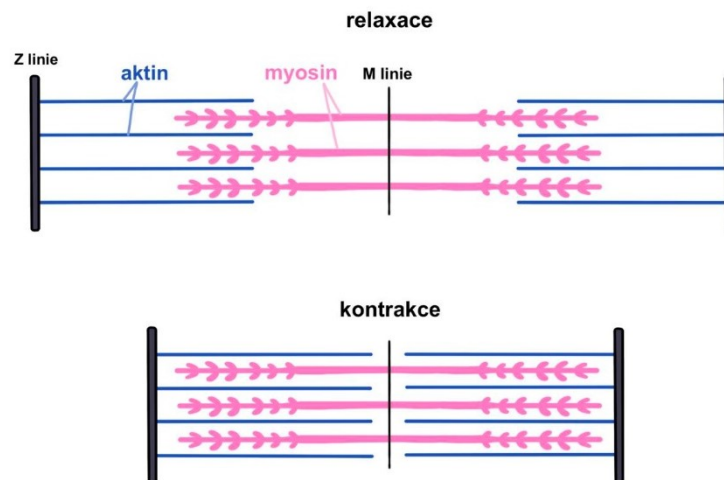
#### 2.4.1.3 Reflexní oblouk

Reflexní oblouk je funkční celek skládající se z receptoru, aferentní dráhy, centra, eferentní dráhy a efektoru. Na reálném příkladu to vypadá tak, že receptor zaznamená nějaký podnět, který cestuje aferentní drahou do centra. V centru (např. v míše, která je nejnižší reflexní strukturou), se zpracuje informace z receptoru a na základě potřeby organismu vydá odpověď. Informace poté cestuje po eferentní dráze k efektoru (např. svaly) a ten vykoná kontrakci. Hlavní úkolem reflexů je ochrana či korekce homeostázy.



**Obrázek 2.** Reflexní oblouk (převzato z Wikiskripta, 2007)

Každý svalový stah je mechanickou podobou elektrického signálu tzv. akčního potenciálu, v jehož podobě putuje informace z centrální nervové soustavy k výkonnému orgánu. Tento signál způsobí změnu napětí na nervosvalové ploténce a spustí tak mechanismus svalové kontrakce. Celý akt kontrakce/relaxace vychází z faktu, že příčně pruhovaná svalovina je tvořena různými bílkovinami (podle kterých vzniká na svalu charakteristické pruhování). Na kontrakci se podílí dvě hlavní bílkoviny. Aktin a myozin. Bylo zjištěno, že vzájemná interakce těchto dvou bílkovin vytváří za podmínek dostatku energie z ATP svalovou kontrakci. Kontrakce je děj, kdy se začátek a úpon svalu přibližují. Prakticky se vlákna zkracují, což je důsledek zasouvání vláken aktinu mezi vlákna myozinu při spotřebě energie z ATP. Dochází zde tedy k přeměně chemické energie na mechanickou (Kittnar, 2020).



**Obrázek 3.** Kontrakce a relaxace (vlastní tvorba)

#### 2.4.1.4 Typy svalové kontrakce

Dle rozdílného napětí a změny délky svalu rozlišujeme několik typů kontrakcí:

- Koncentrická – konec a začátek svalu se přibližují. Charakteristická vlastnost této kontrakce je taková, že se u ní zvětšuje objem svalového bříška.
- Excentrická – konec a začátek svalu se oddaluje. Jedná se tedy o opak koncentrické kontrakce
- Izometrická – kontrakce, kde je stejná délka svalu, ale mění se napětí (Bernaciková et al., 2010).

#### 2.4.2 Adaptační mechanismy nervo-svalového mechanismu na zátěž

V širokém slova smyslu znamená adaptace u člověka přizpůsobení se organismu prostředí kolem něj. Změní-li se prostředí, změní se i organismus, aby lépe přežil v nových podmínkách. V biologii je děj adaptace považován za jeden z hlavních rysů živých druhů (Zatsiorsky, Kraemer, Fry, 2020).

Svaly a prakticky celý organismus mají schopnost adaptace na jakýkoli druh stresu. Pokud se budeme bavit konkrétně o pohybové zátěži, bude nastávat mnoho adaptačních procesů na více úrovních, a díky rozdílné metodice tréninku (intenzita, odlišné počty opakování, odpočinek) můžeme tuto adaptaci rozdělovat na metabolickou a nervovou (Petr, Šťastný, 2012).

##### 2.4.2.1 Adaptace metabolická

Využitím různě velkého odporu či různého počtu opakování (ve výsledku tedy různého celkového množství vykonané svalové práce), se v organismu mění množství energie dostupné pro syntézu svalových proteinů, což se projevuje během tréninkové jednotky i odpočinku.

Mezi adaptační metabolické změny patří také proces hypertrofie. Hypertrofii můžeme rozdělit na sarkoplazmatickou a myofibrilární. Proces sarkoplazmatické hypertrofie má za důsledek zvětšení objemu svalové buňky pomocí navýšení množství sarkoplazmy a ostatní pojivové tkáně ve svalu. Tím, že tento typ zvětšuje objem svalu a nijak zvlášť se nepodílí na zvýšení síly, není ve sportu příliš praktický. Na druhou stranu

myofibrilární hypertrofie se vyznačuje zvětšením objemu samotných kontraktilních myofibril, což zvyšuje svalovou sílu a je pro sport žádoucí. Je záležitostí nastavení silového tréninku, aby nastal první či druhý typ hypertrofie.

Hypertrofie je tedy adaptační mechanismus na silový trénink, jehož progres je nejrychlejší v prvních 2-3 týdnech trénování. Spolu s hypertrofií dochází také k nervové adaptaci a nárůstu síly (Erskine et al., 2014). Tyto děje jsou spolu svázány, avšak nemusí být v kauzálním vztahu. Dle Brucknera et al. (2016) stále neexistuje dostatek relevantních studií s cílenou metodikou, které by tento vztah mohly bezpečně potvrdit. Adaptační děj, který neztvrdňuje objem svalových vláken, nýbrž jejich počet, se nazývá hyperplazie.

#### 2.4.2.2 Adaptace nervová

Následkem nervové adaptace se zlepšuje schopnost kontroly svalové kontrakce, což zvyšuje efektivitu svalové práce. Děje se tak díky přesnější synchronizaci a koordinaci impulzů přicházejících ke svalu. Rovněž se zvyšuje nábor motorických jednotek při maximálních úsilích, zatímco při nižší zátěži je využíváno pouze tolik MJ, kolik je potřeba.

Tyto adaptace však u člověka nastávají velice individuálně. Existuje řada faktorů, které ovlivňují míru adaptace jako třeba vhodná strava, psychosomatika či genová variace, která procentuálním zastoupením červených a bílých vláken určuje, zda a v jaké míře jsme schopni dosáhnout svalové hypertrofie či zvýšení svalové síly (Hubal et al. 2005).



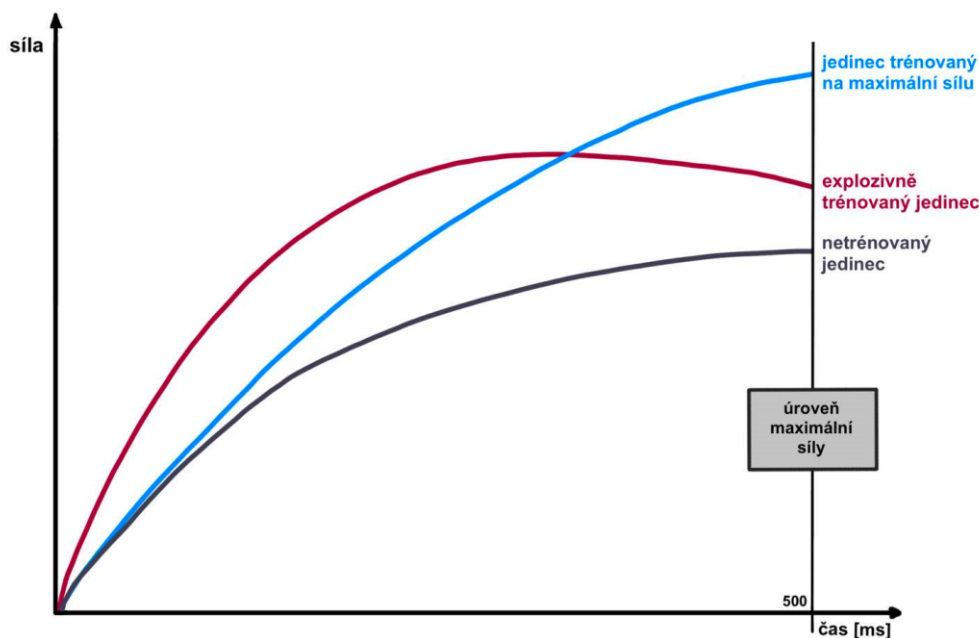
## 2.5 Silové schopnosti

Silové schopnosti jsou v basketbalu neodmyslitelně jedním z hlavních pilířů podílejících se na herním výkonu. Basketbal jakožto invazivní sportovní hra předpokládá rozvinutý silový potenciál, a to na všech hráčských postech. Silové schopnosti jsou definovány jako schopnosti odolávat vnějšímu odporu pomocí svalové síly (Měkota a Novosad, 2005). Podle Vanderky (2013) a Dovalila (2007) se silové schopnosti rozdělují na následující části, na které je výhodné brát ohled také při pozdějším specifickém silovém či kondičním tréninku.

### 2.5.1 Dělení silových schopností

- **Maximální síla** – tedy produkce maximálního sílového potenciálu jedince. Můžeme ji změřit pomocí izometrické kontrakce, kdy jedinec produkuje maximální volní úsilí proti nepřekonatelnému odporu, anebo pomocí opakovacího maxima, kdy se jedinec snaží překonat daný odpor. Opakovací maximum je praktické a specifické, avšak jeho limitou oproti izometrické metodě je technické provedení a nestabilní břemeno.
- **Rychlá síla** – je charakteristická nemaximální intenzitou, která se běžně pohybuje okolo 50 % opakovacího maxima. Kontrakce v ní probíhají opakovaně, proto zde neprobíhá maximální zrychlení z důvodu brzdění pohybu v jeho závěru.
- **Explozivní síla** – je typická pro acyklický pohyb s maximálním zrychlením za co nejkratší čas
- **Vytrvalostní síla** – vyskytuje se u dlouhodobě trvajících opakovaných úsilích s nízkou intenzitou. (Jebavý, 2017)

Hlavní rozdíl mezi těmito typy síly je tedy v produkci síly za určitý čas. Jak je vidět na Obrázku č.4, nejrychleji dosáhne na své maximální úsilí explozivně trénovaný jedinec, zatímco jedinci trénovanému na maximální sílu trvá dosažení svého maxima o víc jak polovinu času déle než explozivně trénovanému jedinci.



Obrázek 4. Silové křivky (vlastní tvorba)

## 2.5.2 Silové schopnosti a trénink jako prevence zranění

Rozvinuté silové schopnosti jsou výrazně spojeny s vyšší kvalitou života v dospělosti. Například zvýšení maximální či explozivní síly, může zlepšit mobilitu a celkovou lokomoci člověka v kterékoli fázi života (Caserotti et al. 2008; Husby et al. 2009). Silové schopnosti rozvíjíme silovým tréninkem. Lze tvrdit, že silový trénink má mnohem větší preventivní účinek, než jakékoli jiné alternativní či lékařské metody (Lauersen et al. 2018). Obecným cílem silového tréninku je zvětšit sílu a nabrat svalovou hmotu pro zkvalitnění zdraví a tělesné kondice. Přesněji řečeno, tento druh tréninku se využívá buď ke zlepšení výkonu, nebo k prevenci zranění v určitém sportu (např. fotbal, baseball, fotbal, plavání) (Lavallo & Balam, 2010). Benefity svalové síly zdůrazňuje i Suchomel et al. (2016), který podotýká, že silnější jedinci mají zvýšenou odolnost vůči zranění. Spojitost se snížením rizika zranění zmiňuje i Harper et al., (2021) po výzkumu na vzorku fotbalistů, u kterých testoval flexi a extenzi v kolenním kloubu. V závěru práce konstatuje, že lepší schopnost decelerace pohybu je spojena s vyšším tlumením nárazů, a tedy sníženému namáhání tkání a opotřebování pohybového aparátu. Souhlasí s ním také Gabbett (2016), který došel k závěru, že lepší kondice a vysoká úroveň silových schopností při správně nastaveném silovém tréninku je účinným způsobem, jak zabránit zranění. Jako efektivní se ukázal také vliv neuromuskulárního warm-upu před utkáním, který u hráček basketbalu a fotbalu snížil rizika zranění dolních končetin (Labella et al., 2012).

Každá prevence a správně nastavený tréninkový plán zaměřený tímto směrem předpokládá odborný přístup celého realizačního týmu. Příčina může být multifaktoriální, a proto je třeba efektivní komunikace mezi hlavním trenérem, kondičním trenérem a zdravotnickým týmem, aby byly nastaveny správné parametry a u daného sportovce nedošlo k přetížení (Talpey & Siesmaa, 2017). Zranění chronického typu bývají způsobena přetížením a představují přibližně 30 % zranění spojených se silovým tréninkem (Raske & Norlin, 2002). Nezbytné je proto monitorovat izometrickou, dynamickou a reaktivní sílu, aby mohl být nastaven optimální trénink pro každého jedince a vyhnout se tak zdravotním komplikacím (Suchomel et al. 2016).

## 2.6 Současný stav poznání

Síla, která je produkována na střelbu trestného hoďu je produkována z dolních končetin a skrz svalstvo trupu je přenášena do horních končetin až konečků prstů, kde je střela dokončena (Nakano, 2020). Střed těla poskytuje pevnou oporu pro produkování síly dolními končetinami a též zajišťuje efektivní kontrolu ostatního pohybu těla (Rivera, 2016). U sportovců může nedostatečná síla či nerovnováha ve středu těla snížit vytrvalost a zvýšit únavu a riziko zranění (Rivera, 2016). Stabilita středu těla a jeho síla utváří základ každého pohybu ve sportech vycházejících z rotací a úklonů těla. Je třeba mít na paměti, že při rotaci trupu dochází k největšímu zatížení na kolenní kloub a dle studie Critchley et al. (2020) je nutné dbát na dostatečnou specifickou přípravu pro předejití možným úrazům. Ukázalo se, že lepší neuromuskulární kontrola středu těla významně přispívá efektivitě specifických pohybů v daných sportech (basketbal, fotbal, hokej, tenis) (Zemková, Zapletalová, 2022). V těchto sportech je zásadní změna směru. Vztah mezi obratností a silovým tréninkem sice není lineární, nicméně rozvíjení síly dolních končetin zlepšuje provádění rychlých změn směru (Nimphius et al., 2010; Spiteri et al., 2014). Pokud přihlédneme k úspěšnosti ve střelbě, nebyl zde zjištěn signifikantní vztah mezi maximální silou horních či dolních končetin a úspěšností ve střelbě na koš (Čabarkapa et al. 2022). Přestože se může zdát, že jsou hráči basketbalu velice kvalitně vybaveni svalstvem na dolních končetinách, studie Nurhayati et al. (2019) neprokázala signifikantní rozdíl mezi silou musculus gastrocnemius u aktivních basketbalistů a běžnou populací. Ferioli et al. (2018) uvádí, že basketbalisté vykazují lepší zapojení extenzorů kolene při opakovaných náhlých změnách směru.

Závěrem, nedávno zveřejněná studie Čabarkapy et al. (2020) shledala, že síla dolních končetin hráčů univerzitních lig souvisí s lepším uplatněním hráčů ve vyšších basketbalových soutěžích po ukončení studia.

## 3. PRAKTICKÁ ČÁST

### 3.1 Cíle, hypotézy a úkoly

#### *Cíle*

Cílem této diplomové práce je hodnocení úrovně vybraných silových parametrů trupu a dolních končetin a jejich vzájemných vztahů u hráčů basketbalu amatérské úrovně.

#### *Hypotézy*

*H1:* Předpokládáme velmi silný korelační vztah ( $r > 0,80$ ) mezi maximální silou flexe v kolenním kloubu na odrazové končetině a rotací trupu na dominantní straně.

*H2:* Předpokládáme velmi silný korelační vztah ( $r > 0,80$ ) mezi silou rotace trupu napravo a interní rotací v ramenním kloubu napravo.

*H3:* Předpokládáme velmi silný korelační vztah ( $r > 0,80$ ) mezi silou rotace trupu napravo a abdukci levé dolní končetiny.

*H4:* Předpokládáme signifikantně větší sílu interní rotace v ramenním kloubu na pravé straně než na straně levé.

#### *Úkoly práce*

1. Zpracování teoretických východisek.
2. Výběr probandů.
3. Výběr vhodné výzkumné metody.
4. Sběr dat.
5. Výběr statistické metody pro zpracování výsledků.
6. Zpracování diplomové práce.

## 3.2 Metody

### *Výzkumný soubor*

Výzkumný soubor tvořilo 8 probandů, kteří se aktivně věnují basketbalu na amatérské úrovni (muži,  $n = 8$ ; věk =  $39,1 \pm 3,7$  let; hmotnost =  $103 \pm 19,4$  kg; výška =  $188,5 \pm 4,7$  cm; zkušenost =  $26,8 \pm 6,9$  let) a dobrovolně se účastnili této studie. Dominantní ruka byla zvolna preferovaná ruka na driblink ( $n = 8$ ; pravá = 8; levá = 0), dominantní nohou byla noha odrazová noha ( $n = 8$ ; pravá = 0; levá = 8). Probandi v době testování netrpěli žádnou nemocí ani zraněním či omezením pohybového aparátu, které by jim subjektivně hodnoceno bezprostředně bránilo v účasti na měření. Popisná statistika souboru je uvedena v tabulce.

*Tabulka 1 - Statistika výzkumného souboru*

	<b>Průměr</b>	<b>Směrodatná odchylka</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Věk	39,1	3,7	33,0	45,0
Výška (cm)	188,5	4,7	178,1	196,0
Hmotnost (kg)	103,0	19,4	79,9	149,0
Zkušenost (roky)	26,8	6,9	15,0	39,0

### *Organizace měření*

Jednotliví probandi dorazili do prostoru laboratoře v odpoledních hodinách v době, která se shodovala s pravidelnou tréninkovou jednotkou. Po příchodu byli probandi seznámeni s testovacím protokolem a byly jim zodpovězeny všechny dotazy. Každý proband následně absolvoval okruh měření. Nejprve byla probandům změřena tělesná výška pomocí stadiometru a pomocí bioimpedanční váhy bylo naměřeno tělesné složení. Poté proběhlo rozcvičení a měření na izokinetických a izometrických dynamometrech. Všechny měření a cvičení byly prováděny pod dozorem odborného a proškoleného pracovníka laboratoře. Získaná data byla zpracována a jsou popsána v této práci. Tento výzkum byl schválen Etickou komisí FTVS UK její žádost je přiložena v kapitole *Přílohy* v závěru práce.

### *Přístrojové vybavení*

Tělesná výška byla změřena pomocí stadiometru (SECA220 ©, Hamburg, Germany). Hmotnost byla naměřena elektronickou váhou (Soehnle ©, Germany) a tělesné složení bylo zjištěno díky bioimpedanční váze Tanita MC-980MA (Tanita Corporation, Japan). Síla flexe a extenze v kolenním kloubu byla zaznamenána izokinetickým dynamometrem Cybex Humac Norm (Cybex NORM ®, Humac, CA, USA) v úhlové rychlosti  $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ . Stejným přístrojem byla zjištěna síla trupu v rotaci. K diagnostice abdukce, addukce v kyčli a interní, externí rotace v rameni byl použit přístroj ForceFrame™ (Vald Performance, Australia).

### *Měření síly flexorů a extenzorů kolenního kloubu (KK)*

Před měřením flexe a extenze KK provedl každý proband minutový běh na běhacím ergometru, kde absolvoval po dobu 30 sekund běh rychlostí 10 km/h a běh 30 sekund rychlostí 12 km/h. Specifický rozvíčovací protokol obsahoval 10 výpadů vpřed, 10 glutebridge a 10 dřepů. Následně proband sedl na křeslo dynamometru a vše bylo nastaveno na jeho individuální proporce. Probandův trup připevněn pomocí pásů a popruhů k dynamometru a měl k dispozici madla na opření horních končetin. Končetina, která nebyla měřena byla zapřena za zarážku v oblasti nad kotníkem. Měřená končetina byla připevněna pásem na suchý zip v polovině stehna, která připevňovala nohu k sedadlu a též pásem na suchý zip v oblasti nad kotníkem, kde byla noha připevněna k ramenu dynamometru. Nejprve proband provedl 5 kontrolních extenzí a flexí jako zkušební pokus. Poté byly naměřeny dva pokusy v úhlové rychlosti  $30^{\circ}\cdot s^{-1}$  na pravou a následně na levou nohu.

### *Měření síly trupu v rotaci*

Další měřenou partií byl trup. Před měřením provedl každý proband rozvíčovací protokol, který obsahoval 15 sekund v podporu ležmo, 10 extenzí trupu vleže na břiše, 10 sed-lehů a 5 pallof pressů na obě strany. Tato sestava byla prováděna třikrát za sebou. Poté proběhlo nastavení dynamometru na každého probanda. Ten byl připevněn pomocí změkčených zarážek v horní třetině obou bérců pod kolenním kloubem (KK) a také v pomoci stejných zarážek v dolní třetině stehna nad KK. Dolní končetiny byly v mírném

pokrčení a proband byl fixován tak, že od pasu vzhůru mohl provádět volný pohyb. Základní poloha byla podřep, mírný stoj rozkročný, předpažit. Do předpažených horních končetin proband dostal madlo od dynamometru, které bylo kovovým lankem připevněno k dynamometru. Madlo proband uchopil tím způsobem, že ruka na straně odkud vycházel tažný kabel držela madlo první a druhá ruka uchopila madlo rukou přes ruku první. Dynamometr byl nastaven v izometrickém modu. Následně byly naměřeny dva cvičné pokusy do 50 % subjektivně maximálního zatížení. Po cvičných pokusech proběhly dva pokusy maximální intenzitou. Mezi každým pokusem následovala 30 sekund pauza. Pod doměření jedné strany bylo provedeno identické měření na stranu druhou.

#### *Měření síly abdukce a addukce v kyčelním kloubu, interní a externí rotace v ramenním kloubu (RK)*

Předposlední měření probíhalo na izometrickém dynamometru vleže. První měření bylo soustředěno na dolní končetiny, druhé měření na horní končetiny. Před každou partií proběhla specifická rozcvička. Před měřením dolních končetin si proband vleže mezi pokrčené nohy do oblasti kolen vložil gymnastický míč a prováděl jeho stlačení na 50 % subjektivně maximálního úsilí. Poté ve stoji v podřepu, s rukama položenýma na vnější straně kolen prováděl abdukci proti svým dlaním. Oba cviky byly prováděny po deseti opakováních a ve dvou sériích. Měření probíhalo vleže na zádech s pokrčenýma nohama a úhel v kolenu byl 45°. Testovací pokusy byly dva a následovaly ihned za sebou. Proband měl za úkol provést 2x abdukci a addukci na 50 % subjektivně maximální intenzity. Opakovaly se tři měření na maximální abdukci a maximální addukci vždy s pauzou tři sekundy mezi abdukci a addukcí.

Rozcvičení pro horní končetiny se skládalo z interních a externích rotací v RK vestoje s lehkým expandérem vždy 10 opakování každého cviku na obě ruce ve dvou sériích. Proband byl vleže na zádech s pokrčenými koleny s měřenou paží v 90° úhlu od trupu a s 90° úhlu v lokti, kde předloktí směřovalo vzhůru. Proběhly dva testovací pokusy na 50 % subjektivní maximální intenzity na interní i externí rotaci. Poté proběhly tři měření na maximální interní a maximální externí rotaci v RK vždy s pauzou tři sekundy mezi interní i externí rotací. Stejný průběh měření byl poté proveden na druhou horní končetinu.

#### *Statistická analýza*



K charakterizování výzkumného souboru ( $n = 8$ ) byly naměřené hodnoty vyjádřeny pomocí základních matematicko-statistických metod: průměr, směrodatná odchylka, minimum a maximum. Všechny další získané parametry byly vzájemně hodnoceny pomocí Pearsonovy korelace ( $r$ ). Výsledné korelační vztahy byly hodnoceny dle Evanse (1996) znázorněné v *Tabulce 2*. Hladina signifikance byla stanovena na  $p \leq 0,05$ . Výsledky abdukce a addukce, externí a interní rotace byly naměřeny v absolutních hodnotách a přepočítány dle vzorce  $\left(\frac{\text{výsledná hodnota}}{\text{tělesná hmotnost}}\right)$  do relativních hodnot. K určení rozdílu mezi levou a pravou stranou byl použit párový t-test s hladinou signifikance  $p \leq 0,05$ . Ke statistické analýze byl použit program Jamovi (The Jamovi Project, 2022, verze 2.3.28).

*Tabulka 2 - Velikost korelačního koeficientu (Evans, 1996)*

<b>Interval</b>	<b>Míra korelace</b>
0,00 - 0,19	velmi slabá
0,20 - 0,39	slabá
0,40 - 0,59	střední
0,60 - 0,79	silná
0,80 - 1,00	velmi silná

### 3.3 Výsledky

Výzkum byl dokončen se všemi probandy. V kapitole *Metody* bylo zmíněno veškeré měření, které každý proband absolvoval. Jednotlivé vztahy jsou rozděleny do tří skupin, ve kterých se prokázal vztah. Popsány jsou výsledné vztahy, které byly signifikantní ( $p < 0,05$ ) a velmi silné ( $r > 0,80$ ). Všechny výsledky jsou dostupné v přílohách této práce. Na začátku každé kapitoly je uvedena souhrnná tabulka obsahující průměry a směrodatné odchylky měření u daných segmentů. V další části jsou výsledky výzkumného souboru postaveny statistické analýze a popsány vzájemné vztahy mezi parametry. Závěrem jsou vypočítány a popsány rozdíly mezi pravou a levou stranou u daných parametrů.

#### 3.3.1 Vztahy vybraných silových parametrů u dolních končetin

Tabulka 3 – Silové parametry dolních končetin

	EXT L (Nm/Kg)	EXT P (Nm/Kg)	FLEX L (Nm/Kg)	FLEX P (Nm/Kg)	ADD L (N/Kg)	ADD P (N/Kg)	ABD L (N/Kg)	ABD P (N/Kg)
Průměr	2,49	2,64	1,41	1,38	4,72	4,83	4,55	4,71
SD	0,36	0,47	0,31	0,33	1,22	1,31	1,12	1,18

Legenda: EXT L/P – relativní hodnota maximální síly extenze v kolenním kloubu na levé/pravé dolní končetině; FLEX L/P – relativní hodnota maximální síly flexe v kolenním kloubu na levé/pravé dolní končetině; ADD L/P – relativní hodnota maximální síly addukce dolní končetiny na levé/pravé dolní končetině; ABD L/P – relativní hodnota maximální síly abdukce dolní končetiny na levé/pravé dolní končetině; SD – směrodatná odchylka

Tabulka 4 – Vztahová analýza vybraných vztahů dolních končetin

	r	p
EXT L – FLEX P	0,82	$p < 0,05$
FLEX L – ABD L	0,94	$p < 0,05$
FLEX L – ABD P	0,91	$p < 0,05$
FLEX P – ABD L	0,83	$p < 0,05$

Legenda: EXT L/P – extenze v kolenním kloubu na levé/pravé dolní končetině; FLEX L/P – flexe v kolenním kloubu na levé/pravé dolní končetině; ADD L/P – addukce dolní končetiny na levé/pravé straně; ABD L/P – abdukce dolní končetiny na levé/pravé straně; r – hodnota Pearsonova korelačního koeficientu; p – p-hodnota

V Tabulce 3 jsou uvedeny souhrnné výsledky relativních hodnot u naměřených parametrů dolních končetin. Vztahová analýza vybraných silových parametrů dolních končetin je uveden v Tabulce 4.

Významný vztah byl nalezen mezi maximální silou extenze v kolenním kloubu (KK) na levé dolní končetině a maximální silou flexe v KK na pravé dolní končetině ( $r = 0,82$ ;  $p < 0,05$ ). Dalším významný vztah byl mezi maximální silou flexe KK na levé dolní končetině a maximální silou abdukce levé dolní končetiny ( $r = 0,94$ ;  $p < 0,05$ ). Významný vztah byl nalezen mezi maximální silou flexe KK na levé dolní končetině a maximální silou abdukce na pravé dolní končetině ( $r = 0,91$ ;  $p < 0,05$ ). Poslední významný vztah byl nalezen mezi maximální silou flexe KK na pravé dolní končetině a maximální silou abdukce levé dolní končetiny ( $r = 0,83$ ;  $p < 0,05$ ).

### 3.3.2 Vztahy vybraných silových parametrů dolních končetin a trupu

Tabulka 5 – Silové parametry dolních končetin

	EXT L	EXT P	FLEX L	FLEX P	ADD L	ADD P	ABD L	ABD P
	(Nm/Kg)	(Nm/Kg)	(Nm/Kg)	(Nm/Kg)	(N/Kg)	(N/Kg)	(N/Kg)	(N/Kg)
Průměr	2,49	2,64	1,41	1,38	4,72	4,83	4,55	4,71
SD	0,36	0,47	0,31	0,33	1,22	1,31	1,12	1,18

Legenda: EXT L/P – relativní hodnota maximální síly extenze v kolenním kloubu na levé/pravé dolní končetině; FLEX L/P – relativní hodnota maximální síly flexe v kolenním kloubu na levé/pravé dolní končetině; ADD L/P – relativní hodnota maximální síly addukce dolní končetiny na levé/pravé straně; ABD L/P – relativní hodnota maximální síly abdukce dolní končetiny na levé/pravé straně; SD – směrodatná odchylka

Tabulka 6 - Silové parametry trupu

	TRUP L (N/Kg)	TRUP P (N/Kg)	RK INT L (N/Kg)	RK INT P (N/Kg)	RK EXT L (N/Kg)	RK EXT P (N/Kg)
Průměr	2,44	2,37	1,56	1,51	1,60	1,63
SD	0,86	0,76	0,33	0,37	0,35	0,36

Legenda: TRUP L/P – relativní hodnota maximální síly rotace trupu napravo/nalevo; RK INT L/P – relativní hodnota maximální síly interní rotace v ramenním kloubu na levé/pravé horní končetině; RK EXT L/P – relativní hodnota maximální síly externí rotace v ramenním kloubu na levé/pravé horní končetině;

Tabulka 7 - Vztahová analýza vybraných vztahů trupu a dolních končetin

	r	p
FLEX L – TRUP L	0,96	p < 0,05
FLEX L – TRUP P	0,93	p < 0,05
FLEX P – TRUP L	0,83	p < 0,05
FLEX P – TRUP P	0,87	p < 0,05
TRUP L – ADD L	0,90	p < 0,05
TRUP L – ADD P	0,91	p < 0,05
TRUP L – ABD L	0,91	p < 0,05
TRUP L – ABD P	0,94	p < 0,05
TRUP P – ADD L	0,87	p < 0,05
TRUP P – ADD P	0,97	p < 0,05
TRUP P – ABD L	0,96	p < 0,05
TRUP L – ADB P	0,90	p < 0,05

Legenda: TRUP L/P – rotace trupu napravo/nalevo; FLEX L/P – flexe v kolenním kloubu na levé/pravé dolní končetině; ABD L/P – abdukce na levé/pravé dolní končetině; ADD L/P – addukce na levé/pravé dolní končetině; r – hodnota Pearsonova korelačního koeficientu, p – p-hodnota

V Tabulce 5 jsou uvedeny relativní hodnoty u naměřených parametrů dolních končetin. Tabulka 6 obsahuje relativní hodnoty u naměřených parametrů trupu a vztahová analýza mezi vybranými parametry dolních končetin a trupu je uvedena v Tabulce 7.

Významný vztah byl nalezen mezi maximální silou flexe v kolenním kloubu na levé dolní končetině (FLEX L) a maximální silou rotace trupu nalevo (TRUP L) ( $r = 0,96$ ;  $p < 0,05$ ). Další významný vztah byl nalezen mezi FLEX L a maximální silou rotace trupu napravo (TRUP P) ( $r = 0,93$ ;  $p < 0,05$ ). Mezi FLEX P a FLEX L byl nalezen významný

vztah ( $r = 0,83$ ;  $p < 0,05$ ). Významný vztah byl nalezen mezi FLEX P a TRUP P ( $r = 0,87$ ;  $p < 0,05$ ). Mezi TRUP L a maximální silou addukce levé dolní končetiny (ADD L) byl nalezen vztah ( $r = 0,90$ ;  $p < 0,05$ ). Mezi TRUP L a maximální silou addukce na pravé dolní končetině (ADD P) byl nalezen vztah ( $r = 0,91$ ;  $p < 0,05$ ). Významný vztah byl nalezen u TRUP L a ABD L ( $r = 0,91$ ;  $p < 0,05$ ). Mezi TRUP L a ABD P byl nalezen vztah ( $r = 0,94$ ;  $p < 0,05$ ). Mezi TRUP P a ADD L vyšel významný vztah ( $r = 0,87$ ;  $p < 0,05$ ). Významný vztah vyšel mezi TRUP P a ADD P ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,05$ ). Vztah TRUP P a ABD L byl významný s hodnotou ( $r = 0,96$ ;  $p < 0,05$ ). Významný vztah byl nalezen mezi TRUP L a ABD P ( $r = 0,90$ ;  $p < 0,05$ ).

### 3.3.3 Vztahy vybraných silových parametrů trupu

Tabulka 8 - Silové parametry trupu

	TRUP L (N/Kg)	TRUP P (N/Kg)	RK INT L (N/Kg)	RK INT P (N/Kg)	RK EXT L (N/Kg)	RK EXT P (N/Kg)
Průměr	2,44	2,37	1,56	1,51	1,60	1,63
SD	0,86	0,76	0,33	0,37	0,35	0,36

Legenda: TRUP L/P – relativní hodnota maximální síly rotace trupu napravo/nalevo; RK INT L/P – relativní hodnota maximální síly interní rotace v ramenním kloubu na levé/pravé straně; RK EXT L/P – relativní hodnota maximální síly externí rotace v ramenním kloubu na levé/pravé straně

Tabulka 9 - Vztahová analýza vybraných silových parametrů trupu

	r	p
TRUP L – RK INT L	0,86	$p < 0,05$
TRUP L – RK INT P	0,97	$p < 0,05$
TRUP L – RK EXT P	0,82	$p < 0,05$
TRUP P – RK INT L	0,82	$p < 0,05$
TRUP P – RK INT P	0,97	$p < 0,05$
TRUP P – RK EXT L	0,84	$p < 0,05$
TRUP P – RK EXT P	0,99	$p < 0,05$

Legenda: TRUP L/P – rotace trupu na levou/pravou stranu; RK INT L/P – interní rotace v ramenním kloubu na levé/pravé straně; RK EXT L/P – externí rotace v ramenním kloubu na levé/pravé straně; r – hodnota Pearsonova korelačního koeficientu; p – p-hodnota

V Tabulce 8 jsou uvedeny relativní hodnoty u naměřených parametrů trupu. V Tabulce 9 je uvedena vztahová analýza mezi vybranými parametry trupu.

Významný vztah byl nalezen mezi maximální silou rotace trupu nalevo (TRUP L) a maximální silou interní rotace v ramenním kloubu nalevo (RK INT L) ( $r = 0,86$ ;  $p < 0,05$ ). Mezi TRUP L a maximální silou interní rotace v ramenním kloubu napravo (RK INT P) byl nalezen vztah ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,05$ ). Vztah mezi TRUP L a maximální silou externí rotace v ramenním kloubu napravo byl významný ( $r = 0,82$ ;  $p < 0,05$ ). Významný byl také vztah mezi maximální silou rotace trupu napravo (TRUP P) a RK INT L ( $r = 0,82$ ;  $p < 0,05$ ). Mezi TRUP P a RK INT P byl významný vztah ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,05$ ). Významný vztah byl mezi TRUP P a RK EXT L ( $r = 0,84$ ;  $p < 0,05$ ). Mezi TRUP P a RK EXT P byl nalezen vztah ( $r = 0,99$ ;  $p < 0,05$ ).

### 3.3.4 Porovnání síly levé a pravé strany

Tabulka 10 – Rozdíl mezi pravou a levou stranou

		t	p	rozdíl průměrů	SD
EXT P	EXT L	1,46	$p > 0,05$	0,15	0,10
FLEX P	FLEX L	-0,56	$p > 0,05$	-0,04	0,06
TRUP P	TRUP L	-0,55	$p > 0,05$	-0,07	0,13
ADD P	ADD L	1,34	$p > 0,05$	0,11	0,08
ABD P	ABD L	1,56	$p > 0,05$	0,15	0,10
RK INT P	RK INT L	-1,27	$p > 0,05$	-0,05	0,04
RK EXT P	RK EXT L	0,42	$p > 0,05$	0,03	0,06

Legenda: EXT L/P extenze v kolenním kloubu na levé/pravé dolní končetině FLEX L/P – flexe v kolenním kloubu na levé/pravé dolní končetině; ADD L/P – addukce dolní končetiny na levé/pravé straně; ABD L/P abdukce dolní končetiny na levé/pravé straně TRUP L/P – rotace trupu na levou/pravou stranu; RK INT L/P – interní rotace v ramenním kloubu na levé/pravé straně; RK EXT L/P – externí rotace v ramenním kloubu na levé/pravé straně; t – hodnota t-testu; p – p-hodnota; SD – směrodatná odchylka

Rozdíl mezi extenzí v kolenním kloubu na pravé a levé straně byl  $0,15 \pm 0,10$  Nm/Kg. Hodnota  $t = 1,46$  s  $p > 0,05$  a rozdíl byl nesignifikantní. Při porovnání flexe v kolenním kloubu na pravé straně a na levé straně byl zjištěn rozdíl  $-0,4 \pm 0,06$  Nm/Kg s  $t = -0,56$  a  $p > 0,05$  a tudíž byl tento výsledek nesignifikantní. U rozdílu mezi rotací na pravou a levou stranu vyšel rozdíl  $-0,07 \pm 0,13$  N/Kg s  $t = -0,55$  a  $p > 0,05$ , tedy nesignifikantním výsledkem. Při porovnávání addukce pravé dolní končetiny s levou dolní končetinou

vyšel rozdíl  $0,11 \pm 0,08$  N/Kg s  $t = 1,34$  a  $p > 0,05$ , též nesignifikantní výsledek. Rozdíl mezi abdukci pravé dolní končetiny a levé dolní končetiny měl hodnotu  $0,15 \pm 0,10$  N/Kg s  $t = 1,56$  a  $p > 0,05$  a rozdíl je tedy nesignifikantní. Rozdíl mezi interní rotací v ramenním kloubu na pravé a levé straně měl hodnotu  $-0,05 \pm 0,04$  N/Kg s  $t = -1,27$  a  $p > 0,05$ , rozdíl byl nesignifikantní. Poslední posouzení proběhlo mezi externí rotací v ramenním kloubu mezi pravou a levou stranou. Tento rozdíl  $0,03 \pm 0,06$  N/Kg s  $t = 0,42$  s  $p > 0,05$  vyšel jako nesignifikantní.

### 3.4. Diskuze

Cílem této diplomové práce bylo hodnocení úrovně vybraných silových parametrů trupu a dolních končetin (DK) a jejich vzájemných vztahů u hráčů basketbalu na amatérské úrovni.

První hypotéza předpokládala velmi silný korelační vztah ( $r > 0,80$ ) mezi maximální silou flexe v kolenním kloubu na odrazové končetině (FLEX L) a silou rotace trupu na pravou stranu (TRUP P). Při vzájemném porovnání parametrů se tato hypotéza potvrdila ( $r = 0,93$ ;  $p < 0,05$ ). Potvrzenou hypotézu lze podpořit faktem, že při doskoku či přihrávce dochází ke stahování míče do pozice trojího ohrožení, a též dochází k rotaci trupu na levou či pravou stranu se souběžným flektováním obou DK (Dobry & Velenský, 1980). Tato dodatečná rotace a dynamické stabilizování trupu také pomáhá k lepší kontrole energie, která na hráče působí při dopadu zpět na zem (Kiber et al., 2006). Rotace trupem je u basketbalu velmi častá. Nejen při pivotování či statických polohách, ale i při driblinku, kde u zkušenějších hráčů dochází k větší rotaci ramen a trupu než u amatérů (Fujii et al., 2010). Při hodnocení FLEX L u studie Thomas et al. (2017) byla zjištěna  $1,71 \pm 0,17$  Nm/Kg síla flexorů kolene. Toto bylo zjištěno na kohortě probandů  $17,5 \pm 0,8$  let. Naše kohorta  $39,1 \pm 3,7$  let dosáhla výsledků FLEX L  $1,41 \pm 0,31$  N/Kg. Otázkou nadcházejících výzkumů by bylo možné zjišťování síly dolních končetin u basketbalistů amatérské úrovně v průběhu let. Z těchto výzkumů by následně mohly být formulovány závěry a rady do silové přípravy hráčů basketbalu.

Druhá hypotéza se týkala souvislosti mezi silou interní rotace v ramenním kloubu na pravé straně (RK INT P) a TRUP P. Tato hypotéza vycházela z faktu, že stranová preference povede k zvětšení síly na dominantní končetině a zároveň bude souviset s točivostí na preferovanou stranu (Peters et al. 1983). Hypotéza H2 byla potvrzena s výsledkem  $r = 0,97$ ;  $p < 0,05$ . K podobným závěrům došel Nadeem et al. (2023), který dospěl k signifikantním výsledkům ( $p < 0,05$ ) mezi souvislostí dominantní horní končetiny a natočením hlavy a pánve. Častější driblink a lepší ball control na dominantní straně zmiňuje i Tousi et al. (2017), což by podporovalo souvislost mezi TRUP P a RK INT P. Giovanni et al. (2020) nezjistil u hráčů NBA signifikantní rozdíly mezi preferovanou stranou a driblinkem při vyšší intenzitě utkání, ale intenzita navýšila preferenci přihrávek dominantní končetinou. Stockel & Weigeltzkoumal (2012) zkoumal preferenci dominantní a nedominantní končetiny v basketbalu mezi profesionály a amatéry. Ve výsledku docházelo k 49 % využití dominantní končetiny u profesionálů a



59 % u amatérů. Ve většině případů se však hráči basketbalu uchylují k užívání ruky dominantní, tedy ruky preferované ke každodenním činnostem (Gualdi-Russo et al., 2019).

Třetí hypotéza předpokládala velmi silný vztah mezi TRUP P a silou abdukce levé dolní končetiny (ABD L). I tato hypotéza se opírala o fakt, že praváci budou spíše preferovat pravou stranu a budou volit častěji dvojtakt zprava, který je nejčastějším způsobem zakončení v basketbalu (Wan, Liu, Moffit, 2009). Při startu z pozice trojího ohrožení do dvojtaktu začíná pohyb extenzí se souběžnou abdukci levé končetiny a natočení trupu do směru pohybu, tedy na pravou stranu a zahájení driblinku pravou rukou (Velenský, 1999). Hypotéza H3 byla potvrzena s  $r = 0,96$ ;  $p < 0,05$ . Při hodnocení síly abdukce levé DK jsme v naší kohortě ( $n = 8$ , věk =  $39,1 \pm 3,7$  let) naměřili ABD L  $4,55 \pm 1,12$  N/Kg. Stejné měření prováděli u basketbalistů ( $n = 14$  věk =  $23,6 \pm 4,4$  let) ve studii Krolikowska et al. (2023) s výsledky ABD L  $3,77 \pm 1,23$  N/Kg. Dále Masuda et al. (2008) zjišťuje signifikantní korelaci mezi silou abduktorů a flexí kyčelního a kolenního kloubu. Vztahy mezi silou abdukce a flexe v KK se zabývali i Kim & Jee (2018), kteří potvrzují vzájemnou silnou korelaci. Bohužel, při rešerši nebyla nalezena žádná studie, která by dávala přímo do vztahu sílu rotace trupu a sílu abdukce dolní končetiny, což by mohlo být předmětem dalšího zkoumání.

Poslední hypotéza H4 se zabývala asymetrií mezi RK INT na levé a pravé straně. Výzkumný soubor ( $n=8$ ) v naprosté většině preferoval driblink a střelbu pravou rukou, z čehož lze předpokládat, že interní rotace na pravé straně bude silnější než na straně nedominantní. Laterální asymetrii ve prospěch dominantní strany u horní končetiny zjišťuje i Gojanovic et al. (2009) u hráčů tenisu. Ke stejnému zjištění dochází Chandler (1992), který zaznamenal signifikantně silnější interní rotaci v ramenním kloubu na dominantní straně než na straně nedominantní. V této studii jsme došli k rozdílu mezi pravou a levou stranou  $-0,05 \pm 0,04$  N/Kg;  $p > 0,05$ , což by vypovídalo o mírně silnější interní rotaci v ramenním kloubu na nedominantní, tedy levé straně, nicméně naměřený rozdíl nepřekročil hladinu signifikance ( $p < 0,05$ ) tudíž je hypotéza H4 zamítnuta. Pontaga & Zidens (2014) ve své studii na zjištění asymetrií mezi dominantní a nedominantní externí a interní rotací také nezjišťují signifikantní výsledky, které by podpořili hypotézu H4. Naopak Van Clingel et al. (2006) zjišťuje signifikantní ( $p < 0,01$ ) výsledky u elitních hráčů volejbalu, u kterých je interní rotace v ramenním kloubu na dominantní straně silnější než na straně nedominantní. Interní rotace u hráčů badmintonu

( $n = 19$ ; věk =  $17,1 \pm 1,6$ ) nabývala hodnot  $1.40 \pm 0.30$  Nm/Kg na dominantní končetině. Rozdíl mezi nedominantní a dominantní končetinou nebyl signifikantní u mužů, ale u žen se projevil signifikantně ( $p < 0,05$ ) (Couppé et al., 2012).

Při porovnávání levé a pravé strany byly výsledky v naprosté většině statisticky nevýznamné. Rozdíl mezi extenzí pravé DK a levé DK se sice ukázal jako statisticky nevýznamný ( $p > 0,05$ ), nicméně se  $p$ -hodnota pohybovala v blízkosti signifikance  $p = xxx$ . Lze uvažovat, že pravá DK zde byla v průměru o  $0,15 \pm 0,10$  N/Kg silnější než levá DK. S tímto zjištěním souhlasí Oshita & Yano (2010), kde se ukazuje silová převaha na dominantní straně DK, a ne na straně odrazové nohy. Signifikantní asymetrie mezi extenzory kolenního kloubu mohou být příčinou špatné stability u starších lidí, které se spolu s rostoucím věkem dále zhoršuje (Chon et al., 2018). Jako statisticky nevýznamný ( $p > 0,05$ ), ale opět blízko u hladiny signifikance ( $p = xxx$ ) se dále ukázal rozdíl mezi abduktory dolních končetin. Na pravé straně nacházíme o  $0,15 \pm 0,10$  N/Kg silnější abduktory než na straně levé. Krolikowska et al. (2023) ve své studii podporuje toto zjištění a též sledává silnější DK na dominantní straně.

Jedná se o případovou studii (Kesmodel, 2018), ve které tvořil výzkumný soubor 8 probandů ( $n=8$ ). Data, která zde jsou interpretována mohou být zkreslena právě tímto malým výzkumným souborem. Průměrný věk probandů se rovnal  $39,1 \pm 3,7$  let. Probandi podobný typ měření nikdy neabsolvovali, takže laboratorní podmínky a složité měření mohlo způsobit, že se zaznamenaný výkon mohl odchýlit od reality. Vzhledem k relativně profesionálnímu měření nebylo možné najít dostatek studií, které by se zabývaly podobným vzorkem z basketbalového prostředí a podobné výkonnosti. Při interpretaci dat z jiných studií je proto uvedeno prostředí házené, volejbalu či elitního basketbalu, ve kterém podobné výzkumy probíhají. Bylo by otázkou následujících studií naměřit a komparovat více týmů stejné úrovně, či komparovat toto měření v různých věkových kategoriích napříč basketbalovou sférou. Přestože bylo měření prováděno proškolenými pracovníky laboratoře, mohlo dojít ke zkreslení výsledků pomocí souhybů při měření každého probanda. Náchylné bylo k těmto odchýlkám zejména měření rotace trupu, kde byl proband fixován pouze za dolní končetiny v oblasti bérce a kolen, a tudíž mohl kyčlemi a pánví vykonávat pomocný pohyb, který mohl zkreslit výsledky. V poslední řadě je nutno zmínit, že všichni probandi byli mužského pohlaví, a proto je tento výzkum nepřenositelný na ženy.

## 4 Závěr

Práce byla zaměřena na evaluaci, komparaci a vyhledání vztahů vybraných silových parametrů u hráčů basketbalu amatérské úrovně. Celkově byly stanoveny čtyři hypotézy, ze kterých byly tři hypotézy potvrzeny. Tyto hypotézy se týkaly silových souvislostí mezi parametry trupu a dolních končetin. Jedna hypotéza týkající se asymetrie mezi pravou a levou interní rotací v ramenním kloubu byla zamítnuta. Tato práce naznačuje, že mohou vznikat určité vztahy mezi silovými parametry trupu a dolních končetin typické pro basketbal. Díky nedostatečné evidenci je však nemožné tyto vztahy dostatečně porovnávat a je otázkou nadcházejících výzkumů, zda bude téma silových vztahů dále rozvíjeno. Budoucí výzkumy by se měly zaměřit na větší velikost výzkumného souboru či provést vztahovou analýzu na různých věkových úrovních.

## 5 Seznam literatury

Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T., & Fredericson, M. (2008). Core stability exercise principles. *Current Sports Medicine Reports*, 7(1), 39–44. <https://doi.org/10.1097/01.csmr.0000308663.13278.69>

Andreoli, C., Chiamonti, B., Biruel, E., Pochini, A., Ejnisman, B., & Cohen, M. (2018). Epidemiology of sports injuries in basketball: integrative systematic review. *BMJ Open Sport — Exercise Medicine*, 4. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000468>.

Arora, C., Singh, P., & Varghese, V. (2021). Biomechanics of core musculature on upper extremity performance in basketball players. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 27, 127–133. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.02.023>

Bailey, C., Sato, K., Alexander, R., Chiang, C.-Y., & H. Stone, M. (2013). Isometric force production symmetry and jumping performance in collegiate athletes. *Journal of Trainology*, 2(1), 1–5. [https://doi.org/10.17338/trainology.2.1\\_1](https://doi.org/10.17338/trainology.2.1_1)

Ben Abdelkrim, N., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2006). Time–motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69–75. <https://doi.org/10.1136/bjsem.2006.032318>

Benešová, E. (2014). Stručný přehled bílkovin kosterního svalu [Brief overview of skeletal muscle proteins]. Bakalářská práce [Bachelor's thesis], Univerzita Karlova, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, Katedra biochemických věd.

Benjanuvatra, N., Lay, B. S., Alderson, J. A., & Blanksby, B. A. (2013). Comparison of ground reaction force asymmetry in one- and two-legged countermovement jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2700–2707. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318280d28e>

Bernaciková et al. (2010) *Základy sportovní kineziologie*. Fakulta sportovních studií, Masarykova univerzita [online]. [cit. 2024-04-21]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/druhy\\_svalove\\_kontrakce.html](https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/druhy_svalove_kontrakce.html)

- Bishop, C., Turner, A., & Read, P. (2017). Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 36(10), 1135–1144. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1361894>
- Bishop, C., Turner, A., & Read, P. (2018). Training methods and considerations for practitioners to reduce Interlimb asymmetries. *Strength & Conditioning Journal*, 40(2), 40–46. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000354>
- Bliss, L. S., & Teeple, P. (2005). Core stability. *Current Sports Medicine Reports*, 4(3), 179–183. <https://doi.org/10.1097/01.csmr.0000306203.26444.4e>
- Borowski, L., Yard, E., Fields, S., Comstock, R., & Comstock, R. (2008). The Epidemiology of US High School Basketball Injuries, 2005–2007. *The American Journal of Sports Medicine*, 36, 2328 - 2335. <https://doi.org/10.1177/0363546508322893>.
- Bromley, T., Turner, A., Read, P., Lake, J., Maloney, S., Chavda, S., & Bishop, C. (2021). Effects of a competitive soccer match on jump performance and Interlimb asymmetries in Elite Academy soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(6), 1707–1714. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002951>
- Buckner, S. L., Dankel, S. J., Mattocks, K. T., Jessee, M. B., Mouser, J. G., Counts, B. R., & Loenneke, J. P. (2016). The problem of muscle hypertrophy: Revisited. *Muscle & Nerve*, 54(6), 1012–1014. <https://doi.org/10.1002/mus.25420>
- Caserotti, P., Aagaard, P., Buttrup Larsen, J., & Puggaard, L. (2008). Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: Changes in rapid muscle force, strength and power. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(6), 773–782. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2007.00732.x>
- Comfort, P., Bullock, N., & Pearson, S. J. (2012). A comparison of maximal squat strength and 5-, 10-, and 20-meter sprint times, in athletes and recreationally trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 937–940. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31822e5889>
- Coratella, G., Beato, M., & Schena, F. (2018). Correlation between quadriceps and hamstrings inter-limb strength asymmetry with change of direction and sprint in U21 Elite Soccer-Players. *Human Movement Science*, 59, 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.03.016>

- Couppé, C., Thorborg, K., Hansen, M., Fahlström, M., Bjordal, J. M., Nielsen, D., ... Magnusson, S. P. (2012). Shoulder rotational profiles in young healthy elite female and male badminton players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(1), 122–128. doi:10.1111/j.1600-0838.2012.01480.x
- Crisafulli, A., F. Melis, F. Tocco, P. Laconi, C. Lai, and A. Concu (2002). External mechanical work versus oxidative energy consumption ratio during a basketball field test. *J. Sports Med. Phys. Fit.* 42:409–417.
- Critchley, M. L., Davis, D. J., Keener, M. M., Layer, J. S., Wilson, M. A., Zhu, Q., & Dai, B. (2019). The effects of mid-flight whole-body and trunk rotation on landing mechanics: Implications for anterior cruciate ligament injuries. *Sports Biomechanics*, 19(4), 421–437. <https://doi.org/10.1080/14763141.2019.1595704>
- Cuiti, C., C. Marcello, C. Macisa, C. Onnisa, E. Solinasa, R. Laia, and C. Concu (2004). Improved aerobic power by detraining in basketball players mainly trained for strength. *Res. Sport. Med.* 6:325-3335.
- Čabarkapa, D., Eserhaut, D. A., Fry, A. C., Philipp, N. M., Whiting, S. M., & Downey, G. G. (2022). Relationship between upper and lower body strength and basketball shooting performance. *Sports*, 10(10), 139. <https://doi.org/10.3390/sports10100139>
- Čabarkapa, D., Fry, A. C., Lane, M. T., Hudy, A., Dietz, P. R., Cain, G. J., & Andre, M. J. (2020). The importance of lower body strength and power for future success in professional men's basketball. *Спортске Науке и Здравље - АПЕИРОН*, 19(1). <https://doi.org/10.7251/ssh2001010c>
- Česká basketbalová federace. (2023). Interpretace pravidel 2023 [PDF]. Získáno z [https://cz.basketball/upload/docs/1693559697\\_Interpretace%20pravidel%202023\\_Y.pdf](https://cz.basketball/upload/docs/1693559697_Interpretace%20pravidel%202023_Y.pdf)
- Daneshjoo, A., Rahnama, N., Mokhtar, A. H., & Yusof, A. (2013). Bilateral and unilateral asymmetries of isokinetic strength and flexibility in male young professional soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 36(1), 45–53. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0005>
- Decker, M, Torry, M, Wyland, D, Sterett, W, and Richard, SJ. (2003) Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clin Biomech* 18: 662-669

- Delextrat, A., Gregory, J., & Cohen, D. (2010). The use of the functional H:Q ratio to assess fatigue in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31(03), 192–197. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1243642>
- Della Villa, F., Buckthorpe, M., Grassi, A., Nabiuzzi, A., Tosarelli, F., Zaffagnini, S., & Della Villa, S. (2020). Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): Injury Mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. *British Journal of Sports Medicine*, 54(23), 1423–1432. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101247>
- Dobry, L., & Velenský, E. (1980). *Košíková: (teorie a didaktika)*. 1. vydání. Praha: SPN.
- Dong, P. (2023a). Postural analysis in basketball based on sports skills. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 29. [https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022\\_0529](https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0529)
- Dylevský, I. (2003). *Základy kineziologie*. Praha: Vysoká škola tělesné výchovy a sportu PALESTRA, spol. s r.o.
- Erskine, R. M., Fletcher, G., & Folland, J. P. (2014). The contribution of muscle hypertrophy to strength changes following resistance training. *European Journal of Applied Physiology*, 114(6), 1239–1249. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2855-4>
- Evans, J. D. (1996). *Straightforward statistics for the Behavioral Sciences*. Pacific Grove: Brooks/Cole Pub. Co.
- Feroli, D., Rampinini, E., Bosio, A., La Torre, A., & Maffiuletti, N. A. (2019). Peripheral muscle function during repeated changes of direction in basketball. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(6), 739–746. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0366>
- Feroli, D., Rampinini, E., Bosio, A., La Torre, A., Azzolini, M., & Coutts, A. J. (2018). The physical profile of adult male basketball players: Differences between competitive levels and playing positions. *Journal of Sports Sciences*, 36(22), 2567–2574. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1469241>
- Fujii, K., Yamada, Y., & Oda, S. (2010a). Skilled basketball players rotate their shoulders more during running while dribbling. *Perceptual and Motor Skills*, 110(3), 983–994. <https://doi.org/10.2466/pms.110.3.983-994>

- Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273–280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- Giovanini, B., Marcori, A. J., Monteiro, P. H., & Okazaki, V. H. (2020). Does game pressure affect hand selection of NBA basketball players? *Psychology of Sport and Exercise*, 51, 101785. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2020.101785>
- Gojanovic, B., Waeber, B., Gremion, G., Liaudet, L., & Feihl, F. (2009). Bilateral symmetry of radial pulse in high-level tennis players: Implications for the validity of Central Aortic Pulse Wave Analysis. *Journal of Hypertension*, 27(8), 1617–1623. <https://doi.org/10.1097/hjh.0b013e32832bffc0>
- Grundy, P., Nelson, M., & Dyreson, M. (2014). The Emergence of Basketball as an American National Pastime: From a Popular Participant Sport to a Spectacle of Nationhood. *The International Journal of the History of Sport*, 31, 134 - 155. <https://doi.org/10.1080/09523367.2013.865016>.
- Gualdi-Russo, E., Rinaldo, N., Pasini, A., & Zaccagni, L. (2019). Hand preference and performance in basketball tasks. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22), 4336. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224336>
- Harper, D. J., Jordan, A. R., & Kiely, J. (2021). Relationships between eccentric and concentric knee strength capacities and maximal linear deceleration ability in male academy soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(2), 465–472. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002739>
- Hart, N. H., Nimphius, S., Spiteri, T., Cochrane, J. L., & Newton, R. U. (2016). Relationship between Leg Mass, Leg Composition and Foot Velocity on Kicking Accuracy in Australian Football. *Journal of sports science & medicine*, 15(2), 344–351.
- Hart, N. H., Nimphius, S., Weber, J., Spiteri, T., Rantalainen, T., Dobbin, M., & Newton, R. U. (2016). Musculoskeletal asymmetry in football athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(7), 1379–1387. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000897>
- Heidler, J. (2020). Basketbal - herní činnosti, kombinace a systémy + grafické značení, hráčské posty. UJEP. KTVS PF UJEP [online]. Citováno 6. března 2024. Dostupné z: [https://ktvs.ujep.cz/heidler/basketbal/basketbal\\_05-terminologie.pdf](https://ktvs.ujep.cz/heidler/basketbal/basketbal_05-terminologie.pdf)



- Hewitt, J. K., Cronin, J. B., & Hume, P. A. (2012). Asymmetry in multi-directional jumping tasks. *Physical Therapy in Sport*, 13(4), 238–242. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.12.003>
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. *Spine*, 21(22), 2640–2650. <https://doi.org/10.1097/00007632-199611150-00014>
- Hoffman, J., Stavsky, H., & Folk, B. (1995). The effect of water restriction on anaerobic power and vertical jumping height in basketball players. *International Journal of Sports Medicine*, 16(04), 214–218. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972994>
- Hubal, Monica & Gordish-Dressman, Heather & Thompson, Paul & Price, Thomas & Hoffman, Eric & Angelopoulos, Theodore & Gordon, Paul & Moyna, Niall & Pescatello, Linda & Visich, Paul & Zoeller, Robert & Seip, Richard & Clarkson, Priscilla. (2005). Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*. 37. 964-72. 10.1249/01.mss.0000170469.90461.5f.
- Husby, V. S., Helgerud, J., Bjørgen, S., Husby, O. S., Benum, P., & Hoff, J. (2009). Early maximal strength training is an efficient treatment for patients operated with total hip arthroplasty. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(10), 1658–1667. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.04.018>
- Chandler, T. J., Kibler, W. B., Stracener, E. C., Ziegler, A. K., & Pace, B. (1992). Shoulder strength, power, and endurance in college tennis players. *The American Journal of Sports Medicine*, 20(4), 455–458. doi:10.1177/036354659202000416
- Chon, J., Kim, H., Lee, J., Yoo, S., Yun, D., Kim, D., ... & Han, S. (2018). Association between asymmetry in knee extension strength and balance in a community-dwelling elderly population: a cross-sectional analysis. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 42(1), 113. <https://doi.org/10.5535/arm.2018.42.1.113>
- Christou, M., Smilios, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Pilianidis, T., & Tokmakidis, S. P. (2006). Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 783. <https://doi.org/10.1519/r-17254.1>
- Janda, V. (1984). *Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch: Určeno pro rehabilitační pracovníky. Ústav pro další vzdělávání stř. zdravot. pracovníků.*

- Jansa, P., & Dovalil, J. (2007). *Sportovní příprava: Vybrané teoretické obory, stručné dějiny tělesné výchovy a sportu, základy pedagogiky a psychologie sportu, fyziologie sportu, sportovní trénink, sport zdravotně postižených, sport a doping, úrazy ve sportu a první pomoc, základy sportovní regenerace a rehabilitace, sportovní management*. Q-art.
- Jebavý, R. (2017). *Rozvoj silových schopností na nestabilních plochách*. Karolinum. ISBN 978-80-246-3683-2.
- Kane, K., & Barden, J. (2012). Contributions of trunk muscles to anticipatory postural control in children with and without developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 31(3), 707–720. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.08.004>
- Kesmodel, U. S. (2018). Cross-Sectional studies – what are they good for? *Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica*, 97(4), 388–393. <https://doi.org/10.1111/aogs.13331>
- Kibler, WB., Press, J., & Sciascia A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Med*, 36(3), pp.189-98
- Kim, Y. H., & Jee, H. M. (2018a). Assessment and comparison of isokinetic strength of hip, knee and ankle joints in young adults. *Journal of International Academy of Physical Therapy Research*, 9(1), 1426–1434. <https://doi.org/10.20540/jiaptr.2018.9.1.1426>
- Kittnar, O. (2020). *Lékařská Fyziologie (2. vydání)*. Grada Publishing. ISBN 978-80-247-1963-4.
- Kolář, P. (2002). Vadné držení těla z pohledu posturální ontogeneze. *Pediatric pro praxi*, 3, 106–109.
- Konin, J. G., Konin, J. G., Beil, N., & Werner, G. (2003). Facilitating the serape effect to enhance extremity force production. *Athletic Therapy Today*, 8(2), 54–56. <https://doi.org/10.1123/att.8.2.54>
- Krolikowska, P., Rodak, P., Papla, M., Grzyb, W., & Golas, A. (2023a). Analysis of the adductors and abductors' maximum isometric strength on the level of speed and agility in basketball players. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 15(1). <https://doi.org/10.29359/bjhpa.15.1.03>
- LaBella, C. R., Huxford, M. R., Grissom, J., Kim, K.-Y., Peng, J., & Christoffel, K. K. (2011). Effect of neuromuscular warm-up on injuries in female soccer and basketball

athletes in urban public high schools. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 165(11), 1033. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2011.168>

Lauersen, J. B., Andersen, T. E., & Andersen, L. B. (2018). Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: A systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(24), 1557–1563. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099078>

Lavallee, M. E., & Balam, T. (2010). An overview of strength training injuries. *Current Sports Medicine Reports*, 9(5), 307–313. <https://doi.org/10.1249/jsr.0b013e3181f3ed6d>

Lewit, K. (2003). *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně* (5th ed.). Sdělovací technika. Sdělovací technika ve spolupráci s Českou lékařskou společností J.E. Purkyně

Liu, L., & Hodgins, J. (2018). Learning basketball dribbling skills using trajectory optimization and deep reinforcement learning. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 37, 1 - 14. <https://doi.org/10.1145/3197517.3201315>.

Liveris, N. I., et al. (2021). Evaluating the effects of match-induced fatigue on landing ability: The case of the basketball game. *International Journal of Exercise Science*, 14(6), 768.

Luo, S., Soh, K. G., Soh, K. L., Sun, H., Nasiruddin, N. J., Du, C., & Zhai, X. (2022). Effect of core training on skill performance among athletes: A systematic review. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.915259>

Luo, S., Yan, Y., Li, X., Zhou, Y., & Huang, J. (2023). Effect of core training on athletic and skill performance of basketball players: A systematic review. *PLOS ONE*, 18(6), e0287379. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287379>

Maffiuletti, N. A., Gometti, Amiridis, Martin, Pousson, & Chatard. (2000). The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *International Journal of Sports Medicine*, 21(6), 437–443. <https://doi.org/10.1055/s-2000-3837>

Maloney, S. J. (2018). The Relationship Between Asymmetry and Athletic Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1. doi:10.1519/jsc.0000000000002608

Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., Antúnez, A., & Ibáñez, S. J. (2020). Physical and physiological profiles of aerobic and anaerobic capacities in young basketball players.

International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(4), 1409.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph17041409>

Masuda, K., Kikuhara, N., Takahashi, H., & Yamanaka, K. (2003a). The relationship between muscle cross-sectional area and strength in various isokinetic movements among soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 21(10), 851–858.  
<https://doi.org/10.1080/0264041031000102042>

McGuigan, M. R., Wright, G. A., & Fleck, S. J. (2012). Strength training for athletes: Does it really help sports performance? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(1), 2–5. <https://doi.org/10.1123/ijsp.7.1.2>

McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13(5), 387–397. <https://doi.org/10.1080/02640419508732254>

Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti* (1st ed.). Univerzita Palackého v Olomouci.

Nadeem, T., Manzoor, N., Asghar, M., Zaman, S., Awan, M., Iftikhar, F., & Ali Naqvi, F. (2023). Exploring the Association Between Trunk Asymmetry and Dominance Preference. *Journal of Health and Rehabilitation Research*, 3(2), 265–271.  
<https://doi.org/10.61919/jhrr.v3i2.98>

Nakano, N., Inaba, Y., Fukashiro, S., & Yoshioka, S. (2020). Basketball players minimize the effect of motor noise by using near-minimum release speed in free-throw shooting. *Human Movement Science*, 70, 102583. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2020.102583>

Newton, R. U., Gerber, A., Nimphius, S., Shim, J. K., Doan, B. K., Robertson, M., Pearson, D. R., Craig, B. W., Häkkinen, K., & Kraemer, W. J. (2006). Determination of functional strength imbalance of the lower extremities. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 971. <https://doi.org/10.1519/r-5050501x.1>

Nimphius, S., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Relationship between strength, power, speed, and change of direction performance of female softball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 885–895.  
<https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181d4d41d>

- Nurhayati, T., Mohanan, S., & Prananta, M. S. (2019). Comparison of gastrocnemius muscle strength between basketballs and non-basketball player. *Althea Medical Journal*, 6(4), 192–195. <https://doi.org/10.15850/amj.v6n4.1724>
- Oshita, K., & Yano, S. (2010). Asymmetry of Force Fluctuation in Knee Extension. *International Journal of Sports Medicine*, 31(05), 342–346. doi:10.1055/s-0030-1247594
- Paul, D. J., & Nassis, G. P. (2015). Testing strength and power in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1748–1758. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000807>
- Peters, M., Porac, C., & Coren, S. (1983). Lateral Preferences and Human Behavior. *The American Journal of Psychology*, 96(2), 296. doi:10.2307/1422823
- Petr, M., & Šťastný, P. (2012). *Funkční silový trénink*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.
- Pontaga, I., & Zidens, J. (2014). Shoulder Rotator Muscle Dynamometry Characteristics: Side Asymmetry and Correlations with Ball-Throwing Speed in Adolescent Handball Players. *Journal of Human Kinetics*, 42(1), 41–50. doi:10.2478/hukin-2014-0059
- Radwan, A., Francis, J., Green, A., Kahl, E., Maciurzynski, D., Quartulli, A., Schultheiss, J., Strang, R., Weiss, B., (2014). Is there a relation between shoulder dysfunction and core instability? *Int. Journal of Sports Physio Therapy*, 9, 8e13.
- Ransone, J. (2017). Physiologic profile of basketball athletes. Gatorade Sports Science Institute.[cit. 1.3.2024] <https://www.gssiweb.org/sports-science-exchange/article/physiologic-profile-of-basketball-athletes>
- Raske, Å., & Norlin, R. (2002). Injury incidence and prevalence among elite weight and Power Lifters. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(2), 248–256. <https://doi.org/10.1177/03635465020300021701>
- Rivera, C. E. (2016). Core and Lumbopelvic Stabilization in runners. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 27(1), 319–337. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.09.003>
- Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2017). Traditional vs. sport-specific vertical jump tests: Reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in

adult and teen soccer and basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(1), 196–206. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001476>

Rønnestad, B. R., Nymark, B. S., & Raastad, T. (2011). Effects of in-season strength maintenance training frequency in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2653–2660. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31822dcd96>

Rynkiewicz, M., Rynkiewicz, T., & Starosta, W. (2013). Asymmetry of spinal segments mobility in canoeists and its relationship with Racing Speed. *Journal of Human Kinetics*, 36(1), 37–43. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0004>

Saeterbakken, A. H., van den Tillaar, R., & Seiler, S. (2011). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 712–718. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181cc227e>

Sallet, P., D. Perrier, J.M. Ferret, V. Vitelli, and G. Baverel (2005). Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *J. Sports Med. Phys. Fit.* 45:291-294.

Sander, A., Keiner, M., Wirth, K., & Schmidtbleicher, D. (2012). Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players. *European Journal of Sport Science*, 13(5), 445–451. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.742572>

Sannicandro, I., Cofano, G., & Piccinno, A. (2020). Can the core stability training influences sprint and jump performances in young basketball players? *Advances in Physical Education*, 10(03), 196–206. <https://doi.org/10.4236/ape.2020.103017>

Sasaki, A., Milosevic, M., Sekiguchi, H., & Nakazawa, K. (2018). Evidence for existence of trunk-limb neural interaction in the corticospinal pathway. *Neuroscience Letters*, 668, 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2018.01.011>

Schiltz, M., Lehance, C., Maquet, D., Bury, T., Crielaard, J.-M., & Croisier, J.-L. (2009). Explosive strength imbalances in professional basketball players. *Journal of Athletic Training*, 44(1), 39–47. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.1.39>

Schlegel, P. (2022). (PDF) Analýza Teorie tonických a fázických svalů -Morfologické a funkční vlastnosti. Researchgate. [cit. 2024-01-16]

[https://www.researchgate.net/publication/360241192\\_Analyza\\_teorie\\_tonickych\\_a\\_fazickych\\_svalu\\_morfologicke\\_a\\_funkcni\\_vlastnosti](https://www.researchgate.net/publication/360241192_Analyza_teorie_tonickych_a_fazickych_svalu_morfologicke_a_funkcni_vlastnosti)

Sinacore, J. A., Evans, A. M., Lynch, B. N., Joreitz, R. E., Irrgang, J. J., & Lynch, A. D. (2017). Diagnostic accuracy of handheld dynamometry and 1-repetition-maximum tests for identifying meaningful quadriceps strength asymmetries. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 47(2), 97–107. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.6651>

Spiteri, T., Nimphius, S., Hart, N. H., Specos, C., Sheppard, J. M., & Newton, R. U. (2014). Contribution of strength characteristics to change of direction and agility performance in female basketball athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2415–2423. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000547>

Stan, Z., Bastiurea, E., Mihaila, I., & Marian Crelu. (2016). Correlation between the muscle strengths of the trunk and upper limbs. *Journal of Physical Education and Sport*, 2016(04). <https://doi.org/10.7752/jpes.2016.04206>

Stöckel, T., & Weigelt, M. (2012). Plasticity of human handedness: Decreased one-hand bias and inter-manual performance asymmetry in expert basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 30(10), 1037–1045. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.685087>

Struzik, A., Pietraszewski, B., & Zawadzki, J. (2014). Biomechanical analysis of the jump shot in basketball. *Journal of Human Kinetics*, 42(1), 73–79. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0062>

Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419–1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>

Talpey, S. W., & Siesmaa, E. J. (2017). Sports injury prevention: The role of the strength and conditioning coach. *Strength & Conditioning Journal*, 39(3), 14–19. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000301>

Thomas, C., Comfort, P., Dos'Santos, T., & Jones, P. (2017). Determining Bilateral Strength Imbalances in Youth Basketball Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 38(09), 683–690. doi:10.1055/s-0043-112340

Tousi, M., Emami, T., & Hoseini, S. (2017). The Effect of Initial Practice with Dominant and Non-Dominant Hand on Acquisition, Retention and Transfer of A Complex Motor

Task. *Biosciences, Biotechnology Research Asia*, 14, 1067-1074.  
<https://doi.org/10.13005/BBRA/2543>.

Trojan, S. (2003). *Lékařská Fyziologie*. Grada. ISBN 8024705125.

Tsepis, E., Vagenas, G., Ristanis, S., & Georgoulis, A. D. (2006). Thigh Muscle Weakness in ACL-deficient Knees Persists without Structured Rehabilitation. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 450, 211–218.  
[doi:10.1097/01.blo.0000223977.98712.30](https://doi.org/10.1097/01.blo.0000223977.98712.30)

Ueberschär, O., Fleckenstein, D., Warschun, F., Kränzler, S., Walter, N., & Hoppe, M. W. (2019). Measuring biomechanical loads and asymmetries in junior elite long-distance runners through triaxial inertial sensors. *Sports Orthopaedics and Traumatology*, 35(3), 296–308. <https://doi.org/10.1016/j.orthtr.2019.06.001>

Van Cingel, R., Kleinrensink, G., Stoeckart, R., Aufdemkampe, G., de Bie, R., & Kuipers, H. (2006). Strength Values of Shoulder Internal and External Rotators in Elite Volleyball Players. *Journal of Sport Rehabilitation*, 15(3), 236–245. [doi:10.1123/jsr.15.3.236](https://doi.org/10.1123/jsr.15.3.236)

Vanderka, M. (2013). *Silový tréning pre výkon*. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport. ISBN 978-80-8-9075-40-9.

Velenský, M., & Karger, J. (1999). *Basketbal*. Grada. ISBN 8071698342.

Wang, J., Liu, W., & Moffit, J. (2009). Skills and offensive tactics used in pick-up basketball games. *Perceptual and Motor Skills*, 109, 473–477.  
[doi:10.2466/pms.109.2.473-477](https://doi.org/10.2466/pms.109.2.473-477)

Wikiskripta. (2007). Reflexní oblouk [online]. [cit. 2024-04-21]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/M%C3%AD%C5%A1n%C3%AD\\_reflexy#/media/Soubor:Anatomy\\_and\\_physiology\\_of\\_animals\\_A\\_reflex\\_arc.jpg](https://www.wikiskripta.eu/w/M%C3%AD%C5%A1n%C3%AD_reflexy#/media/Soubor:Anatomy_and_physiology_of_animals_A_reflex_arc.jpg)

Weiss, K., & Whatman, C. (2015). Biomechanics associated with patellofemoral pain and ACL injuries in sports. *Sports Medicine*, 45(9), 1325–1337.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-015-0353-4>

Wojtys, E. M., Ashton-Miller, J. A., & Huston, L. J. (2002). A gender-related difference in the contribution of the knee musculature to sagittal-plane shear stiffness in subjects with similar knee laxity. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*, 84(1), 10–16. <https://doi.org/10.2106/00004623-200201000-00002>



Young, W. B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(2), 74–83. <https://doi.org/10.1123/ijsp.1.2.74>

Zatsiorsky, V. M., Kraemer, W. J., & Fry, A. C. (2020). *Science and practice of strength training*. Human Kinetics. ISBN 9781492592006.

Zemková, E., & Zapletalová, L. (2022). The role of neuromuscular control of postural and core stability in functional movement and athlete performance. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.796097>

Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine*, 39(7), 547–568. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939070-00003>

## 6 Seznam obrázků

<b>Obrázek 1.</b> Složení a struktura svalu (převzato z Benešová, 2014) .....	19
<b>Obrázek 2.</b> Reflexní oblouk (převzato z Wikiskripta, 2007).....	22
<b>Obrázek 3.</b> Kontrakce a relaxace (vlastní tvorba) .....	22
<b>Obrázek 4.</b> Silové křivky (vlastní tvorba) .....	26

## 7 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Statistika výzkumného souboru.....	30
Tabulka 2 - Velikost korelačního koeficientu (Evans, 1996) .....	33
Tabulka 3 – Silové parametry dolních končetin .....	34
Tabulka 4 – Vztahová analýza vybraných vztahů dolních končetin .....	34
Tabulka 5 – Silové parametry dolních končetin .....	35
Tabulka 6 - Silové parametry trupu .....	36
Tabulka 7 - Vztahová analýza vybraných vztahů trupu a dolních končetin.....	36
Tabulka 8 - Silové parametry trupu .....	37
Tabulka 9 - Vztahová analýza vybraných silových parametrů trupu .....	37
Tabulka 10 – Rozdíl mezi pravou a levou stranou .....	38

## 8 Přílohy

### I. – Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

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:** Evaluace, komparace a korelační závislost vybraných silových parametru dolních končetin a trupu u hráčů basketbalu

**Forma projektu:** výzkumná práce - diplomová práce

**Období realizace:** duben 2023 – květen 2023

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

**Předkladatel:** Vojtěch, Vyhnálek, Bc.

**Hlavní řešitel:** Vojtěch, Vyhnálek, Bc.

**Místo výzkumu (pracoviště):** Laboratoř sportovní motoriky, FTVS UK

**Spoluřešitel(é):** -

**Vedoucí práce (v případě studentské práce):** PhDr. Míkuláš Hank, Ph.D.

**Finanční podpora:** -

**Popis projektu:** Cílem této diplomové práce je vyhodnotit souvislosti mezi silovými schopnostmi svalstva dolních končetin a svalstva trupu u neelitních basketbalistů 2. C třídy. Tento projekt bude mít formu přehledové studie. Sběr dat bude zajištěn výhradně laboratorně na FTVS UK v Laboratoři sportovní motoriky pod dohledem odborného a proškoleného personálu laboratoře. Sběr dat silových parametrů flexe a extenze v kolenním kloubu a rotace v trupu bude prováděn na standardizovaném izokinetickém dynamometru (Cybex NORM, Humac, CA, USA). Sběr dat z addukce a abdukce v kyčelním kloubu bude proveden na izometrickém dynamometru systémem ForceFrame™ (Vald Performance, Australia).

**Charakteristika účastníků výzkumu:** Předpokládaný počet účastníků je  $n = 10$ . Předpokládaný věk probandů bude mezi 26 – 49 let. Všichni probandi prošli sportovní lékařskou prohlídkou a nemají žádná omezení způsobilosti ke sportovním aktivitám. Jedná se o aktivní hráče 2. C třídy basketbalu. Probandi budou osloveni osobním kontaktem v průběhu tréninkové jednotky nebo telefonním kontaktem. Kontakty poskytnete basketbalový klub BK Meteor Praha B (viz pozvání do výzkumu níže).

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.

**Zajištění bezpečnosti:** Bezpečnost v procesu testování bude zajištěna dohledem odborných a proškolených laboratorních pracovníků s minimální zkušeností tři roky a vedoucího práce. Jako odpovědný pracovník bude vždy přítomen PhDr. Míkuláš Hank, Ph.D. Všichni probandi budou poučeni o přesném průběhu testu. Test budou všichni účastníci podstupovat po individuálním rozcvičení a bude probíhat v prostorách LSM, dobře větrané místnosti o teplotě cca 21°C. Jedná se o neinvazivní metodu výzkumu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

**Etické aspekty výzkumu:** Nejedná se o výzkum vulnerabilních skupin.

**Potenciální střet zájmů:** Výzkum není prováděn pro žádnou instituci či organizaci. Nejsm v pracovně právním (ani rodinném) vztahu k žádnému účastníkovi výzkumu ani k danému klubu. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit objektivitu výzkumu. Nemám soukromý zájem na výsledku výzkumu a ani výzkum nevede k osobnímu prospěchu. Vedoucí práce bude dohlížet nad korektností a nestranností posuzování výsledků výzkumu mou osobou. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ohrozit integritu a důvěryhodnost výzkumu.

**Ochrana osobních dat:** 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: věk, hmotnost a výška, data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány v heslem chráněném počítači v uzamčeném prostoru. Přístup k nim bude mít pouze řešitel, vedoucí diplomové práce. 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 14 dnů po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

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

**Požíování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků:** Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznamy.

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

**Text informovaného souhlasu (IS):** příložen.

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebecenzuru, 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: 23.3.2023

Podpis předkladatele:

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

### Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

**Členové:** prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 028/2023

dne: 4.4.2023

Etická komise UK FTVS rozhodla předložený projekt a neshledala rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici 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  
Etická komise UK FTVS  
- 20 -

podpis předsedkyně EK UK FTVS

## II. Informovaný souhlas k žádosti 028/2023

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

### INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 28/2023

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 Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové práce s názvem: „Evaluace, komparace a korelační závislost vybraných silových parametrů dolních končetin a trupu u hráčů basketbalu“ prováděné v Laboratoři Sportovní Motoriky FTVS UK.

Projekt bude probíhat v období: duben 2023 – květen 2023

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Projekt není nijak financován

Cílem výzkumného projektu je zjistit souvislosti mezi silovými schopnostmi svalstva dolních končetin a svalstva trupu.

Způsob zásahu bude neinvazivní. Budete se účastnit testování síly dolních končetin a trupu v Laboratoři Sportovní Motoriky FTVS UK. Testování bude složeno ze tří částí: 1. test silových schopností flexe a extenze kolenního kloubu bude prováděn na izokinetickém dynamometru vsedě. 2. test silových schopností trupu bude prováděn na izokinetickém dynamometru ve stoji a 3. test síly abdukce a addukce v kyčelním kloubu bude prováděn na izometrickém dynamometru vleže. Časová náročnost projektu bude cca 60 minut.

V průběhu testu budete v přítomnosti odborných a proškolených laborantů, kteří s Vámi provedou rozcvičení a já sám budu celou dobu přítomen testování. Rizika testování nebudou větší než běžně očekávaná rizika u aktivit toho typu výzkumu. Laboratorní test může způsobit určité nepohodlí např. bolestí nohou, únava. Protokoly na izokinetickém a izometrickém dynamometru jsou individualizované a počet opakování je minimalizován na počet 6. Z tohoto důvodu neočekáváme žádné větší bolesti dolních končetin. Bezpečnost v procesu testování bude zajištěna dohledem odborných a proškolených laboratorních pracovníků s minimální zkušeností tři roky a vedoucího práce. Jako odpovědný pracovník bude vždy přítomen PhDr. Mikuláš Hank, Ph.D. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

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.

Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás bude detailní analýza silových schopností dolních končetin, trupu a vztahu mezi nimi. Výsledky testování budou zaslány nejpozději do 14-ti dnů po datu měření, poté budou data anonymizována a jednotlivci již nebudou rozeznatelní.

Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci v studentském informačním systému (SIS), nebo na e-mail adrese: vyhnaek12@seznam.cz

Ochrana osobních dat: 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: věk, hmotnost a výška, data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány v heslem chráněném počítači v uzamčeném prostoru.

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

Přístup k nim bude mít pouze řešitel, vedoucí diplomové práce. 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 14 dnů po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Pořizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznamy.

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

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Bc. Vojtěch Vyhnálek  
Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Vojtěch Vyhnálek

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 mám platnou zdravotní prohlídku od sportovního lékaře bez omezení způsobilosti k pohybovým 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: .....

### III. Korelace, výsledky

Proband	EXT L	EXT P	FLEX L	FLEX P	TRUP L	TRUP P	ADD L	ADD P	ABD L	ABD P	RK INT L	RK INT P	RK EXT L	RK EXT P
1	2,62	2,41	1,55	1,34	2,41	2,02	3,69	3,77	4,59	5,26	1,4	1,35	1,18	1,19
2	2,89	3,13	1,31	1,52	1,7	2,2	3,42	3,78	4,23	4,07	1,3	1,34	1,4	1,41
3	2,56	2,53	2,03	1,91	4,05	3,56	6,04	6,3	6,68	6,66	2,16	2,15	2,17	1,84
4	2,74	2,71	1,58	1,49	3,11	3,45	6,01	6,33	5,91	6,21	1,83	1,64	2,08	2,27
5	2,71	2,95	1,34	1,43	2,53	2,33	5,17	5,04	4,39	4,79	1,75	1,86	1,62	1,64
6	1,64	1,55	0,89	0,63	0,99	1,05	2,61	2,36	2,98	3,01	1,02	0,84	1,16	1,11
7	2,41	3,04	1,16	1,37	2,03	2,03	5,13	5,37	3,76	3,82	1,59	1,6	1,54	1,65
8	2,38	2,83	1,43	1,31	2,67	2,29	5,7	5,67	3,9	3,85	1,44	1,33	1,67	1,92
průměr	2,49	2,64	1,41	1,38	2,44	2,37	4,72	4,83	4,55	4,71	1,56	1,51	1,6	1,63
SD	0,36	0,47	0,31	0,33	0,86	0,76	1,22	1,31	1,12	1,18	0,33	0,37	0,35	0,36

DK - DK		
{'(x60_EXTL, x60_EXTP)'} }	0.8692	
{'(x60_EXTL, x60_FLEXL)'} }	0.5564	p<0.05
{'(x60_EXTL, x60_FLEXP)'} }	0.8214	p<0.05
{'(x60_EXTL, DKADDL)'} }	0.5035	p<0.05
{'(x60_EXTL, DKADDP)'} }	0.5846	p<0.05
{'(x60_FLEXL, x60_FLEXP)'} }	0.8807	
{'(x60_FLEXL, DKADDL)'} }	0.7605	p<0.05
{'(x60_FLEXL, DKADDP)'} }	0.7928	p<0.05
{'(x60_FLEXL, DKABDL)'} }	0.9410	p<0.05
{'(x60_FLEXL, DKABDP)'} }	0.9066	p<0.05
{'(x60_FLEXP, DKADDL)'} }	0.7124	p<0.05
{'(x60_FLEXP, DKADDP)'} }	0.7815	p<0.05
{'(x60_FLEXP, DKABDL)'} }	0.8258	p<0.05
{'(x60_FLEXP, DKABDP)'} }	0.7941	p<0.05
{'(DKADDL, DKADDP)'} }	0.9877	
{'(DKADDL, DKABDL)'} }	0.7003	
{'(DKADDL, DKABDP)'} }	0.7269	
{'(DKADDP, DKABDL)'} }	0.7484	
{'(DKADDP, DKABDP)'} }	0.7630	
{'(DKABDL, DKABDP)'} }	0.9893	

DK - TRUP		
{'(x60_EXTL, TRUPL)'} }	0.5074	
{'(x60_EXTL, TRUPP)'} }	0.6760	
{'(x60_FLEXL, TRUPL)'} }	0.9627	p<0.05
{'(x60_FLEXL, TRUPP)'} }	0.9328	p<0.05
{'(x60_FLEXL, RKINTL)'} }	0.8828	p<0.05
{'(x60_FLEXL, RKINTP)'} }	0.8210	
{'(x60_FLEXL, RKEXTL)'} }	0.9246	p<0.05
{'(x60_FLEXP, TRUPL)'} }	0.8327	p<0.05
{'(x60_FLEXP, TRUPP)'} }	0.8680	p<0.05
{'(x60_FLEXP, RKINTL)'} }	0.8527	
{'(x60_FLEXP, RKINTP)'} }	0.8897	
{'(x60_FLEXP, RKEXTL)'} }	0.7928	p<0.05
{'(x60_FLEXP, RKEXTP)'} }	0.9332	
{'(TRUPL, DKADDL)'} }	0.8975	p<0.05
{'(TRUPL, DKADDP)'} }	0.9104	p<0.05
{'(TRUPL, DKABDL)'} }	0.9057	p<0.05
{'(TRUPL, DKABDP)'} }	0.9418	p<0.05
{'(TRUPP, DKADDL)'} }	0.8704	p<0.05
{'(TRUPP, DKADDP)'} }	0.9653	p<0.05
{'(TRUPP, DKABDL)'} }	0.9612	p<0.05
{'(TRUPP, DKABDP)'} }	0.9024	p<0.05
{'(DKADDL, RKINTL)'} }	0.8574	p<0.05
{'(DKADDL, RKINTP)'} }	0.7813	p<0.05
{'(DKADDL, RKEXTL)'} }	0.8864	p<0.05
{'(DKADDL, RKEXTP)'} }	0.9109	p<0.05
{'(DKADDP, RKINTL)'} }	0.8717	p<0.05
{'(DKADDP, RKINTP)'} }	0.7991	p<0.05
{'(DKADDP, RKEXTL)'} }	0.9088	p<0.05
{'(DKADDP, RKEXTP)'} }	0.9237	p<0.05
{'(DKABDL, RKINTL)'} }	0.8963	
{'(DKABDL, RKINTP)'} }	0.8078	p<0.05
{'(DKABDL, RKEXTL)'} }	0.9430	p<0.05
{'(DKABDL, RKEXTP)'} }	0.9163	p<0.05
{'(DKABDP, RKINTL)'} }	0.9163	p<0.05
{'(DKABDP, RKINTP)'} }	0.8275	p<0.05
{'(DKABDP, RKEXTL)'} }	0.9472	
{'(DKABDP, RKEXTP)'} }	0.7204	p<0.05

TRUP TRUP		
{'(TRUPL, TRUPP)'} }	0.8921	
{'(TRUPL, RKINTL)'} }	0.8646	p<0.05
{'(TRUPL, RKINTP)'} }	0.9684	p<0.05
{'(TRUPL, RKEXTL)'} }	0.7860	p<0.05
{'(TRUPL, RKEXTP)'} }	0.8220	p<0.05
{'(TRUPP, RKINTL)'} }	0.8159	p<0.05
{'(TRUPP, RKINTP)'} }	0.9738	p<0.05
{'(TRUPP, RKEXTL)'} }	0.8387	p<0.05
{'(TRUPP, RKEXTP)'} }	0.9877	p<0.05
{'(RKINTL, RKINTP)'} }	0.9651	p<0.05
{'(RKINTL, RKEXTL)'} }	0.9255	p<0.05
{'(RKINTL, RKEXTP)'} }	0.7114	p<0.05
{'(RKINTP, RKEXTL)'} }	0.8105	p<0.05
{'(RKEXTL, RKEXTP)'} }	0.8651	p<0.05