



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra tělesné výchovy a sportu

Diplomová práce

Zjištění vlivu herního zatížení na množství svalové hmoty a svalové síly jednotlivých končetin u tenistů

Vypracovala: Bc. Žaneta Maňhová

Vedoucí práce: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

České Budějovice, 2024



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

University of South Bohemia in České Budějovice

Faculty of Education

Department of Sports Studies

Graduation thesis

**Determining the effect of game load on
the amount of muscle mass and on muscle
mass strength of individual limbs of tennis
players**

Author: Bc. Žaneta Maňhová

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

České Budějovice, 2024

Bibliografická identifikace

Název diplomové práce: Zjištění vlivu herního zatížení na množství svalové hmoty a svalové síly jednotlivých končetin u tenistů

Jméno a příjmení autora: Bc. Žaneta Maňhová

Studijní obor: Tělesná výchova a Německý jazyk se zaměřením na vzdělávání

Pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu PF JU

Vedoucí diplomové práce: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2024

Abstrakt:

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, jaký vliv má jednostranné tenisové zatížení na tělo tenistů, především na množství svalové hmoty a síly jednotlivých končetin. V laboratoři zátěžové diagnostiky na KTVS Jihočeské univerzity bylo testováno 10 tenistů z klubu LTC Viton České Budějovice v průměrném věku $17,03 \pm 0,91$ let. Tenisté byli jednorázově testováni na nášlapné váze Tanita, ze kterého jsme zjistili složení jejich těla. Změřili jsme jim obvody horních a dolních končetin. Podrobili jsme je testu výskoku na reakční plošině LEM 10 with ProJump, Wingate testu na bicyklovém ergometru a měření síly stisku horních končetin ručním dynamometrem. Zjistili jsme, že držení rakety u dorostenců nemá významný vliv na rozdíl v množství svalové hmoty a svalové síly pravé a levé horní končetiny. Nebyl prokázán ani významný vztah mezi množstvím svalové hmoty a silou stisku. Množství svalové hmoty na dolních končetinách nekoresponduje s výškou výskoku ani s výkonem při Wingate testu. Analýza asymetrií svalů a síly končetin přináší cenné poznatky pro optimalizaci tréninkových metod, zlepšení výkonnosti a prevenci zranění.

Klíčová slova: tenis, laterálnita, asymetrie, svaly, síla, výkon

Bibliographical identification

Title of the graduation thesis: Determining the effect of game load on the amount of muscle mass and on muscle mass strength of individual limbs of tennis players

Author's first name and surname: Bc. Žaneta Mařhová

Field of study: Physical Education and German Studies

Department: Department of Sports studies

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

The year of presentation: 2024

Abstract:

This thesis aimed to find out what effect unilateral tennis load has on the body of tennis players, especially on the amount of muscle mass and strength of individual limbs. Ten tennis players from the LTC Viton České Budějovice club with an average age of 17.03 ± 0.91 years were tested in the stress diagnostics laboratory at the KTVS of the University of South Bohemia. Tennis players were tested once on a Tanita step-on scale, from which we found out their body composition. We measured the circumferences of their upper and lower limbs. We subjected them to a jump test on the reaction platform LEM 10 with ProJump, the Wingate test on a bicycle ergometer, and a measurement of upper limb grip strength with a hand dynamometer. We found out that holding a racket in adolescents does not have a significant effect on the difference in the amount of muscle mass and muscle strength of the right and left upper limbs. No significant relationship between the amount of muscle mass and grip strength was demonstrated either. The amount of muscle mass on the lower limbs does not correspond with the height of the jump or with the performance in the Wingate test. Analysis of muscle asymmetries and limb strength provides valuable insights for optimizing training methods, improving performance and preventing injuries.

Keywords: tennis, laterality, asymmetry, muscles, strength, performance

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorkou této diplomové práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Podpis studenta

Poděkování

Poděkování patří vedoucímu mé diplomové práce panu PhDr. Petru Bahenskému, Ph.D., za ochotu, odborné vedení, spolupráci a užitečné rady, které mi při zpracování této práce poskytl. Dále děkuji všem tenistům a tenistkám z klubu LTC Viton České Budějovice za absolvování testování v laboratoři.

Obsah

1 Úvod.....	6
2 Teoretická východiska.....	7
2.1 Charakteristika tenisu.....	7
2.1.1 Tenisové údery.....	7
2.1.2 Tenisový trénink.....	10
2.1.3 Etapy tréninkového cyklu	11
2.1.4 Roční tréninkový cyklus	12
2.1.5 Fyzické nároky v tenise	14
2.1.6 Zaměření tenisového tréninku	16
2.1.7 Kineziologická charakteristika tenisu.....	17
2.1.8 Tělesný a kondiční vývoj dorosteneckých hráčů	18
2.1.9 Morfofunkční charakteristika tenisty	21
2.2 Složení těla.....	21
2.2.1 Kosterní soustava.....	22
2.2.2 Tělesný tuk.....	22
2.2.3 Svalová soustava	23
2.3 Lateralita.....	24
2.3.1 Lateralita a dominance mozkových hemisfér	26
2.3.2 Lateralita ruky	26
2.3.3 Lateralita nohy	27
2.3.4 Lateralita oka	28
2.3.5 Přenos laterality.....	28
2.3.6 Diagnostika pohybové laterality	28
2.3.7 Leváci ve sportu	30
3 Cíl, úkoly a hypotézy	32
3.1 Cíl práce	32
3.2 Úkoly práce.....	32
3.3 Hypotézy.....	32
4 Metodika	33
4.1 Projekt experimentu, jeho organizace a průběh.....	33
4.2 Charakteristika souboru	34
4.3 Použité metody výzkumu	35
4.4 Použité testy	37
5 Výsledky	39
6 Diskuse	68
7 Závěr.....	72
Referenční seznam literatury.....	74

1 Úvod

Fyzická aktivita má v našem životě důležitý význam. Vytváří základ pro zdravý životní styl, zlepšuje fyzickou i psychickou kondici a slouží také k zábavě. Domnívám se, že jedním z nejoblíbenějších, nejhranějších a nejsledovanějších sportů je tenis. Jeho výhodou je, že se může hrát v jakémkoli věku. Řadí se mezi sporty s dynamickým charakterem, které kombinují rychlost, sílu i vytrvalost. Tak jako u každého sportu, i tenis může mít jak pozitivní, tak negativní vliv na lidské tělo.

Amatérští hráči si tenis užívají jako rekreační aktivitu, která jim pomáhá udržovat kondici a relaxovat. Profesionální tenisté se mu věnují s maximálním nasazením. Aby dosáhli optimální výkonnosti, často podstupují náročné tréninkové režimy. Herní zatížení, tedy délka a intenzita jednotlivých tréninků a zápasů, mohou ovlivňovat výkon tenistů a stav jejich těla. Tenis vytváří na tělo hráče jednostrannou zátěž. Údery se provádějí převážně jednou rukou, a tím dochází k asymetrickému zatěžování svalů, kloubů a šlach, což může vést k nerovnováze a přetížení. Je tedy zřejmé, že jednostranná zátěž způsobená hraním tenisu může mít negativní vliv na stav těla hráče. Kontrola stavu těla je klíčová pro přizpůsobení tréninkového režimu potřebám každého hráče. Individuálním přístupem můžeme minimalizovat riziko přetížení a předcházet možným zraněním, což je nezbytné pro dlouhodobé zdraví a výkonnost tenistů. Tato diplomová práce si klade za cíl prozkoumat zásadní aspekty a přinést užitečné poznatky pro efektivní tréninkové strategie v tenise. Konkrétně jsme se zaměřili na to, jaký vliv by mohlo mít herní zatížení v tenise na stav lidského těla, na množství svalů, tuku, sílu a výkony jednotlivých končetin.

Teoretická část práce se věnuje charakteristice tenisu a tenisových úderů s cílem pochopit jejich dopad na lidské tělo. Dále se zabývá popisem tréninku a jednotlivých tréninkových etap. Kromě toho je pozornost věnována lateralitě člověka a jejího vlivu na sportovní výkonnost. Součástí práce je i analýza tělesného složení, která přispívá k objasnění fyziologických aspektů ovlivňujících výkon a zdraví tenistů.

V laboratoři zátěžové diagnostiky jsme testovali 10 tenistů v dorostovém věku. Zjistili jsme jejich výšku, váhu a složení těla. Změřili jsme jim obvody horních a dolních končetin, sílu stisku horních končetin, dále výšku výskoku při Jumpmax testu a výkon dolních končetin při Wingate testu na bicyklovém ergometru.

2 Teoretická východiska

2.1 Charakteristika tenisu

Tenis je jedním z nejrozšířenějších sportů na světě. Jeho výhodou je, že se mu mohou věnovat ženy i muži v jakémkoli věku a na všech výkonnostních úrovních. Má pozitivní vliv na naše zdraví, koordinaci pohybu a na tělesnou i duševní kondici. Ve srovnání s ostatními sporty představuje jen malé riziko úrazu. Další předností je, že ho můžeme hrát celoročně, jak v létě na čerstvém vzduchu, tak v zimě v krytých halách. Hraje se na různých površích, například na antuce, betonu, trávě, umělé trávě nebo na asfaltu. Každý tenista si tak může vybrat povrch, na kterém se mu nejlépe hraje a je nejvhodnější pro jeho styl hry. Tenis je také snadno dostupný, protože tenisové kurty se nachází téměř všude (Jankovský, 2002).

Tenis je individuální sport. Je to hra jednotlivců a dvojic. Výhodou tedy je, že ke hře stačí pouze jediný partner. Řadí se k míčovým síťovým sportům a je pro něj charakteristický rychlý let malého míčku po dvorci s rychlým střídáním soupeřů ve styku s míčkem. Cílem hry je zahrát míček pomocí rakety přes síť do soupeřova pole tak, aby jej nebyl schopný vrátit zpět nebo mu jeho vrácení dělalo co největší problémy (Jankovský, 2002).

2.1.1 Tenisové údery

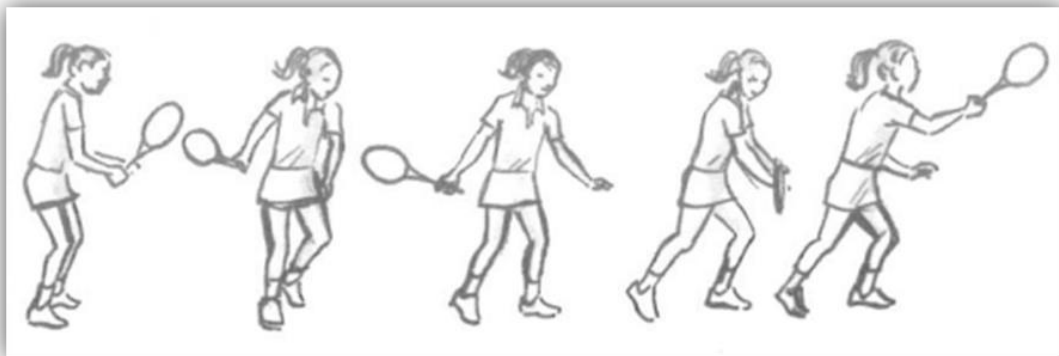
Tenisové údery jsou způsoby, jakými tenisté dostávají míček do soupeřova pole. Mezi základní tenisové údery řadíme forhend, bekhend, voleje, smeč a podání. Všechny údery, které budeme popisovat z pohledu pravorukých hráčů. Levorucí tenisté to mají naopak.

Forhend

Forhend je velmi důležitým úderem v tenise. Odehrává se až na některé výjimky jednou rukou. Při výměnách od základní čáry se používá nejvíce. Dobrý forhend bývá velkou zbraní většiny hráčů. Používá se, chce-li hráč zahrát vítězný úder nebo dostat soupeře pod tlak. Forhend je tzv. úder „po ruce“, pro hráče je přirozenější. Praváci jím odehrávají míčky, které letí vpravo od nich (leváci naopak). Praváci tedy stojí levým bokem k síti. Při výměnách často můžeme vidět, že pokud míček letí pomaleji do bekhendu hráče, tedy na levou stranu kurtu, hráči si míček oběhnou a raději zahrají forhend (Langerová & Heřmanová, 2005).

Forhend dělíme na tři fáze: přípravnou fázi, úderovou fázi a fázi protažení úderu. V přípravné fázi hráč ze základního postavení (hráč stojí čelem k síti a raketu drží před tělem v obou rukách) natáčí ramena i boky stranou a dostává se levým bokem k síti. Váha těla se přenáší na pravou dolní končetinu. Vytáčení ramen zahajuje nápřah, raketa jde obloučkem vzad a hlava rakety mírně klesá dolů pod výšku přilétajícího míče. Kolena jsou pokrčená, aby následně podpořila pohyb zdola nahoru potřebný k udělení rotaci míčku. Úderovou fázi zahajujeme švihem rakety vpřed proti míči. Míč zasahujeme hlavou rakety před tělem asi v úrovni pasu. Hlava rakety je v době zásahu míče kolmo k zemi. Celý švih je veden ve směru mírně zdola nahoru. V průběhu úderu přenášíme váhu těla z pravé dolní končetiny na levou. Po zásahu úderu následuje protažení dlouhým plynulým pohybem zdola nahoru ve směru za míčem. Při dokončení úderu se dostává loket přibližně do úrovně ramen, ohýbá se a paže se pak obtočí kolem ramen. Váhu těla přenášíme vpřed do úderu a chodidlo pravé nohy se nadzvedává. Trup se rychle vrací zpět do základního postavení (Jankovský, 2006).

Obrázek 1 *Forhend*

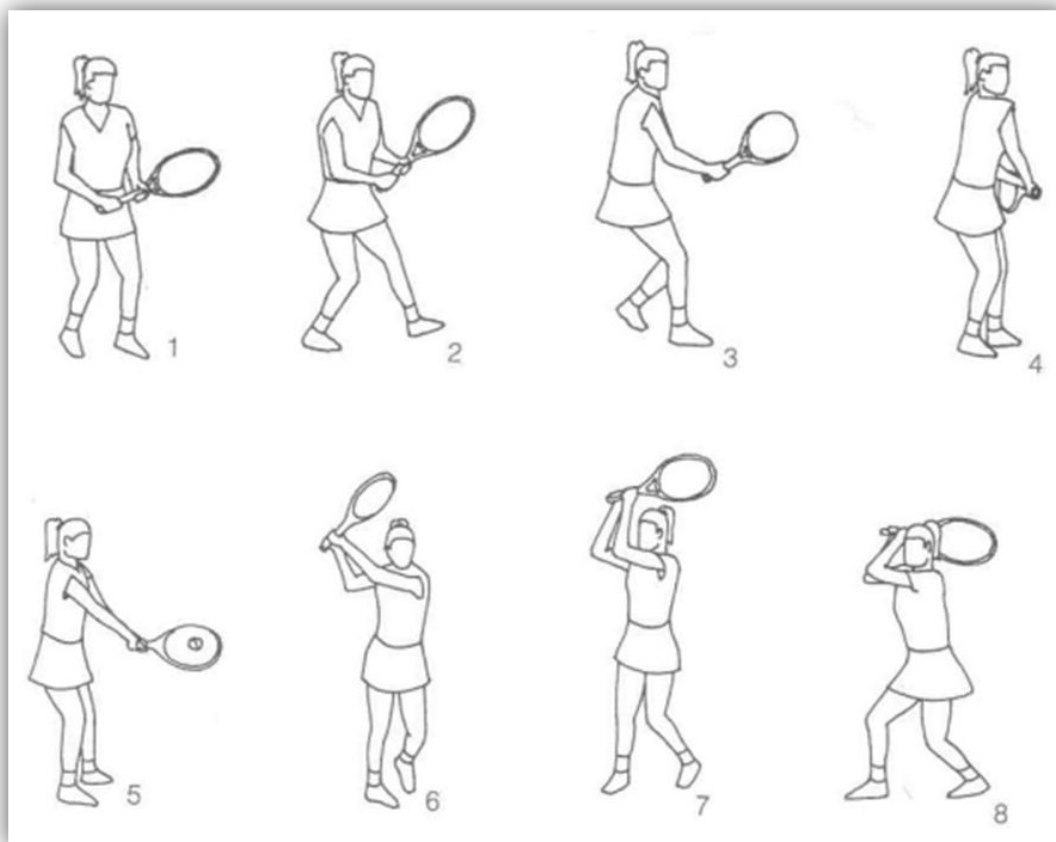


(Langerová & Heřmanová, 2005, s. 62)

Bekhend

Bekhend je tzv. úder „proti ruce“, někdy též nazývaný „přes ruku“. Pravoruký tenista jeho prostřednictvím odehrává míčky, které letí na levou stranu dvorce. Bekhend se může hrát jednoruč i obouruč, v současné době ale většina tenistů preferuje bekhend obouruč. Úder se provádí podobně jako forhend, hráč je ale otočen na druhou stranu dvorce. Raketu drží v obou rukách, které se vzájemně dotýkají (Langerová & Heřmanová, 2005).

Obrázek 2
Bekhend obouruč



(Jankovský, 2002, s. 32)

Podání (servis)

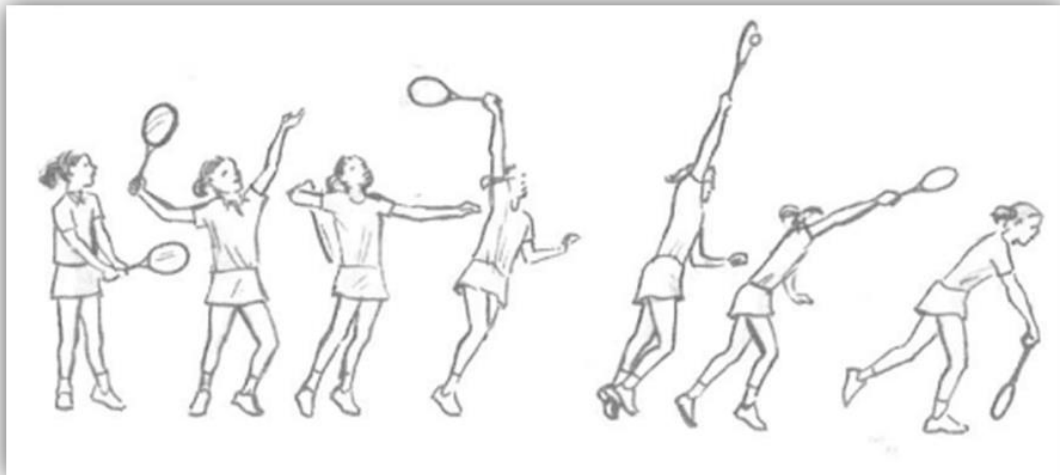
Podání je jedním z nejdůležitějších úderů. Uvádí míček do hry, je tedy prvním úderem ve výměně. V tenise je jediným úderem, který není přímo ovlivněn soupeřem. V současné době a zejména na rychlém povrchu je podání nejúčinnějším klíčem k vítězství. Je velice složité a náročné z koordinačního hlediska, protože vyžaduje rytmickou spolupráci všech částí těla i končetin. Je úderem, který se hraje nad hlavou (Langerová & Heřmanová, 2005).

Podávající hráč musí stát za základní čarou vpravo nebo vlevo od středové čáry a podání musí umístit do opačné poloviny tak, aby míč přeletěl síť a dopadl do pole na podání. Pokud se hráči míč do pole umístit nepodaří, má ještě jednu možnost (první a druhé podání).

Před podáním hráč zaujme boční postavení vzhledem k síti. Nohy má mírně rozkročené s levou nohou vpřed u praváků a pravou nohou vpřed u leváků. Raketu a míček drží hráč před tělem. Levou rukou vyhazuje míč do vzduchu před tělo v ose nad

levou nohou. Současně pravou rukou provádí dolní nápřahový oblouk. Váha těla se plynule přenáší na přední nohu. Po nadhozu se tělo začíná natáčet dopředu a ruka s raketou provádí smyčku za zády. Odtud se prudkým zrychlením dostane nahoru do místa kontaktu s míčem. Míč musí být nadhozen dostatečně vysoko tak, aby to usnadnilo zásah míče raketou v momentě úplného natažení hrající paže. K zásahu míče by mělo dojít co nejvýše, proto je hráč v době zásahu míče ve výskoku. Při kontaktu s míčem se tělo vytáčí do směru letu míče. Raketa švihem opisuje velký oblouk a končí vedle levého boku. Váha těla je úplně přenesena na nohu vpřed a druhá končetina je ve vzduchu (Jankovský, 2006).

Obrázek 3
Podání



(Langerová & Heřmanová, 2005, s. 71)

2.1.2 Tenisový trénink

Trénink je systematický proces, jehož cílem je dosáhnout individuálně maximální sportovní výkonnosti jedince ve vybraném sportovním odvětví. Je to vysoce organizovaný a náročný proces, který vyžaduje od sportovce pevnou disciplínu, odhodlání a trpělivost. Trénink funguje na principu adaptace organismu. Adaptace, tj. přizpůsobení organismu na změny prostředí, je obecný biologický děj, který představuje soubor morfologických, biochemických, funkčních i psychologických změn v organismu jako celku, ale i v jednotlivých orgánech. Tyto změny označujeme jako adaptační činitele neboli stresory. Stresory působí na organismus různou intenzitou, vychylují různé orgánové funkce a narušují tak homeostázu. Při dlouhodobém

a opakovaném působení těchto stresorů přestává být pro organismus výhodné na tyto podněty reagovat, ale je účelnější se jim přizpůsobit, neboli adaptovat se. Na každé narušení homeostázy tedy reaguje organismus regulačními mechanismy, které změní orgánovou funkci tak, aby se narušení minimalizovalo. Tyto změny jsou pro organismus biologicky výhodné a vedou k zachování homeostatické rovnováhy za různých vnějších podmínek. Ve sportovním tréninku se tyto podněty označují jako zatížení. Tělo při tréninku reaguje na určitou zátěž a následně se na tuto zátěž adaptuje tak, aby bylo schopno lépe zvládnout podobné stresory v budoucnosti (Havlíčková et al., 2004; Perič & Dovalil, 2010).

Adaptace organismu začíná tím, že je sportovec při tréninku vystaven stresovým faktorům nebo zátěži. To zahrnuje například fyzickou aktivitu, jako je běhání, silový trénink, kondiční cvičení, nebo také technický, taktický či psychický trénink. Když je sportovec tomuto stresu vystaven, tělo na něj reaguje různými způsoby. Například během fyzického tréninku může docházet ke zvýšení srdečního tepu, zvýšení tělesné teploty a svalovému stresu. Po zátěži se tělo snaží obnovit rovnováhu a adaptovat se na stresor. Během této fáze dochází ke změnám a vylepšením na úrovni výkonnosti, svalů a fyzické kondice. Adaptace organismu je založena na principu superkompenzace, kdy se tělo snaží dosáhnout vyšší úrovně výkonnosti, než byla před zátěží. To znamená, že po adaptaci by měl být sportovec schopen lépe zvládat podobné nebo vyšší úrovně zátěže. Aby byla dosažena další úroveň adaptace, je potřeba postupně zvyšovat zátěž nebo stres. Tak se tělo učí reagovat na nový stres a adaptovat se znovu, což zvyšuje úroveň výkonnosti. Princip adaptace je základním kamenem tréninku ve všech sportech. Nesprávný tréninkový plán může vést k nadměrnému stresu a přetížení, což může způsobit zranění a snížení výkonnosti. Proto je důležité, aby hráči měli vytvořený kvalitní tréninkový plán, který jim bude individuálně přizpůsoben (Bartůňková, 2013).

2.1.3 Etapy tréninkového cyklu

Sportovní trénink je dlouhodobý proces, který se v podstatě týká celého aktivního života sportovce. První etapou tréninkového procesu je základní trénink. Je zaměřen na trénování všestrannosti sportovce, kdy je všestrannou zátěží vhodného objemu zvyšována celková zdatnost organismu. Cílem tedy není aktuální výkon, ale předpoklady pro výkony v budoucnosti. Je potřeba dbát na to, aby tréninkové dávky

odpovídaly věku dítěte. Velké tréninkové dávky vedou u dětí dříve k akutní či chronické únavě než u dospělého organismu. Musí se brát v potaz, že při zatěžování nerozhoduje ani tak kalendářní věk, ale věk biologický. Tato etapa by neměla být kratší než dva až tři roky. Na základě zvýšené zdatnosti organismu sportovec přechází k druhé etapě tréninku, tedy od všestrannosti ke zdůrazněné specializaci. Druhá etapa sportovního tréninku se označuje jako specializovaný trénink. Cílem této fáze je především zdokonalovat schopnosti a dovednosti, které jsou bezprostředním obsahem daného výkonu, ale také alespoň v některých obdobích ročního cyklu pokračovat s rozvojem všestrannosti. Poslední etapou tréninkové přípravy hráče je etapa vrcholového tréninku, jejímž úkolem je dosáhnout vrcholné výkonnosti. Týká se pouze vybraného počtu sportovců, kteří mají předpoklady pro určitou specializovanou činnost. Ve většině sportů se s touto etapou začíná ve věkovém období okolo 18. roku sportovce (Havlíčková et al., 2004).

2.1.4 Roční tréninkový cyklus

Tenisová kariéra hráče by se měla odvíjet podle dlouhodobého plánu. Rozvoj hráče může být optimální, pokud je naplánován krok po kroku od samotného začátku. K tomu slouží periodizace tréninků. Periodizace tréninků je strategický přístup k rozvržení a organizaci tréninkových cyklů a fází během určitého období. Cílem je dosáhnout maximální výkonnosti v předem určeném časovém úseku, obvykle během vrcholné části sezóny nebo turnaje (Crespo & Miley, 1998).

Periodizace pomáhá vyhnout se únavě, snižuje riziko vyčerpání a přetrénování a z toho plynoucí zranění. Odstraňuje monotónnost tréninku a zvyšuje motivaci hráče i trenéra. Napomáhá vytvořit tréninkový plán podle individuálních potřeb jednotlivých hráčů. Každý hráč je jedinečný, má jiné cíle, a proto je individuální přístup pro úspěšný tenisový trénink klíčový (Crespo & Miley, 1998).

Crespo & Miley (1998) dělí roční tréninkový cyklus na čtyři období:

1. přípravné období,
 - fáze všeobecné přípravy,
 - fáze specifické přípravy,
2. předsoutěžní období,
3. soutěžní období,
4. přechodné období,

- fáze pasivního odpočinku,
- fáze aktivního odpočinku.

1. Přípravné období

Přípravné období v tenise je klíčovou fází v tréninkovém cyklu, která předchází turnajové části sezóny. Během této fáze hráči připravují své tělo a dovednosti na soutěžní období.

Obecná přípravná fáze

Obecná přípravná fáze může trvat 5 až 6 týdnů, nikdy však není kratší než 4 týdny. Začíná po skončení sezóny. Hlavním cílem této fáze je obnovit fyzickou kondici a získat základní sílu a vytrvalost. Tréninky jsou založeny na velkém objemu s nízkou intenzitou. Hráči mohou také pracovat na technických dovednostech a vyhodnocovat svou herní strategii. V tomto období je prostor pro seznámení se s novými dovednostmi, jak technickými i taktickými. Primárně se pracuje na zlepšení slabín, ale i na rozvoji silných stránek. Důležité je rozvíjet hráčovu snahu a motivaci se zlepšovat. V tomto období se tenista neúčastní tenisových soutěží nebo pouze výjimečně. Zápasy mají tréninkový charakter, kdy není pohlíženo na výsledek (Crespo & Miley, 1998).

Specifická přípravná fáze

Specifická přípravná fáze následuje po přípravné fázi obecné a trvá přibližně stejnou dobu. Hráči se zaměřují na specifické aspekty hry, jako je zlepšení techniky úderů, taktiky a herního plánu. Zmenšuje se objem tréninků a zvyšuje se jejich intenzita. Hráči pracují na svých silných stránkách. Zaměřují se na své mentální schopnosti, například na způsoby zvládnání chyb mezi jednotlivými body. Dále se adaptují na stresové situace, budují sebedůvěru a stanovují si cíle do další sezóny (Crespo & Miley, 1998).

2. Předsoutěžní období

Předsoutěžní období trvá několik týdnů a předchází oficiálnímu začátku turnajové sezóny. Hráči se připravují na konkrétní turnaje, pracují na své herní formě a taktice. Předsoutěžní období může zahrnovat hraní přátelských zápasů nebo klubových turnajů. V tomto období se hráči účastní tenisových družstev, která slouží jako příprava na samotný start letní turnajové sezóny. Testují zde své dovednosti v soutěžních situacích a vyladují zápasové schopnosti a dovednosti. Trénink se stává velmi specifickým, s vysokou intenzitou a nízkými objemy. Zátěž se pomalu snižuje

s blížícími se turnaji. V tomto období je také důležité budovat psychickou stránku hráče. Vytvářet mu pozitivní prostředí, chválit ho za dobře provedenou práci a zdůrazňovat jeho silné stránky. Získaná sebedůvěra bude pro hráče v dalším průběhu sezóny velmi potřebná (Crespo & Miley, 1998).

3. Soutěžní období

Soutěžní období může trvat několik měsíců a zahrnuje oficiální turnaje a soutěže. Hlavním cílem této fáze je soutěžit, získávat zkušenosti a aplikovat dovednosti a strategie, které hráči natrénovali v předchozích fázích. Cílem hráčů a trenérů je vypracovat celoroční tréninkový plán, ve kterém si stanoví vrcholy sezóny na soutěžní období a k tomuto období se snaží směřovat vrchol výkonnosti. Skutečného vrcholu výkonnosti je možné dosáhnout třikrát až čtyřikrát do roka. Tuto výkonnost je hráč schopný udržet od několika týdnů až po několik měsíců (Crespo & Miley, 1998).

4. Přechodné období

Přechodné období následuje po skončení soutěžní části sezóny a trvá od 1 do 4 týdnů. Můžeme ho rozdělit na fázi pasivního a aktivního odpočinku. Hráči mají možnost zotavit se z fyzického a mentálního stresu soutěže. Tráví čas se svou rodinou a přáteli. Nyní je vhodný čas na provozování ostatních sportů, například kopané, basketbalu, hokeje či nohejbalu, které hráči obstarají všestranný trénink a vhodnou přípravu pro tenisovou sezónu. Hráči využívají čas také k prodiskotování oblastí hry, které budou vyžadovat pozornost v příští přípravné fázi. Odpočinek a zotavení sil po náročné sezóně jsou velmi důležité, přesto bývají často opomíjené. Proto bývá toto období označováno za nejvíce podceňovanou fázi v tenisovém tréninku (Crespo & Miley, 1998).

2.1.5 Fyzické nároky v tenise

Tenis představuje dynamickou fyzickou aktivitu, kde převažují acyklické činnosti. Spektrum pohybových činností je velmi rozmanité. Fyzické nároky na přípravu hráče se neustále zvyšují (Heller, 2018). Tenis vyžaduje všestrannou fyzickou zdatnost, ohebnost, koordinaci, sílu, rychlost i vytrvalost. V porovnání s ostatními sporty se hraje tenis se střední intenzitou. Hovoříme o něm jako o „intervalovém“ typu sportu. Zápas může trvat desítky minut, ale i několik hodin (Linhartová, 2009).

Energetická náročnost tenisového zápasu závisí nejen na délce a intenzitě zápasu, ale na mnoha dalších faktorech, například na věku, hráčské úrovni, herním stylu, klimatických podmínkách nebo typu povrchu (Heller, 2018).

Jednotlivé povrchy kurtů ovlivňují také styl předváděné hry. Antukové kurty umožňují delší výměny než tvrdé dvorce, někdy až o dvacet procent. Pokud tedy hrají tenisté častěji na antukových dvorcích, zaměřují trénink na vytrvalost, především dolní polovinu těla. Pokud hráči upřednostňují tvrdé dvorce, bude pro ně vhodnější svalový a dynamický trénink. Stejný princip platí i pro horní polovinu těla, jen v menší míře. Při výměnách hráči pravděpodobně udeří do míče stejnou silou jak na pomalém, tak na rychlém dvorci, ale vytrvalost svalů je důležitější při delších výměnách (Roetert & Kovacs, 2014).

Roetert a Kovacs (2014) rozdělují hráče do čtyř skupin podle herního stylu:

1. hráče spoléhajícího na servis a volej,
2. agresivního hráče hrajícího na základní čáře,
3. defenzivního hráče hrajícího na základní čáře,
4. hráče, který se pohybuje po celém kurtu.

Hráč, který spoléhá na podání a volej ovládá hru servisem, po němž sprintuje dopředu k síti. Podstatná je pro něj vynikající síla svalstva dolních končetin, zvláště čtyřhlavého svalu stehenního, velkého svalu hýžděového a dvojhavého svalu lýtkového. Silné svalstvo dolních končetin je důležité především pro nízký volej, protože hráč je během zápasu mnohokrát nucen snížit se k zemi (Roetert & Kovacs, 2014).

Agresivní hráč, který hraje na základní čáře, se snaží tlačit protihráče tvrdými a agresivními údery. Cílem hráče je pohybovat se méně než defenzivní hráč a odpalovat míčky co nejdříve, aby zkrátil čas soupeře na přípravu mezi jednotlivými údery. Hlavní fyzickou složkou, kterou hráč potřebuje k tomuto stylu hry je celkový výkon, důležitá je ale i svalová síla a vytrvalost. Efektivita úderů závisí na síle i rychlosti. Cvičení pro dolní a střední část těla jsou podobná jako u jiných herních stylů. Daleko větší důraz by ale měl být kladen na trénování horní poloviny těla. Pro tvorbu síly jsou důležité svaly hrudníku a přední části ramen. Nesmíme ale opomíjet svaly zadní části ramen a horní části zad. Tyto svaly chrání ramenní kloub před zraněním (Roetert & Kovacs, 2014).

Defenzivní hráč hrající na základní čáře se snaží vrátit každý míč na druhou stranu kurtu, aby byl soupeř nucen ve výměně odehrát co nejvíce úderů a byla tak větší pravděpodobnost, že udělá chybu. Tento herní styl je založen na pohybu ze strany na stranu, vyžaduje tak schopnost měnit směr. Dále je potřeba rychlost a hbitost. Hráči by se měli zaměřit na trénování svalových skupin zmíněných u hráčů spoléhajících na servis a volej, tedy na čtyřhlavý sval stehenní, velký sval hýžďový a dvojhlavý sval lýtkový. Velmi důležitá je vytrvalost svalstva horní i dolní poloviny těla. Při obraně hráč často odehrává údery na jedné noze, mimo postoj a v nestabilní pozici. Proto je potřeba tyto situace trénovat aktivitami pro jednu dolní končetinu v nestabilním a nerovném prostředí. Defenzivní způsob hry hráči často volí na pomalých antukových dvorcích. Hráči se musí často dostat k úderu skluzem. I v tomto případě využijí stabilitu přední a zadní nohy. Dále pak potřebují svalovou sílu vnitřní i vnější strany dolních končetin, proto je velmi důležité trénovat abduktory a adduktory (Roetert & Kovacs, 2014).

Hráč, který se pohybuje po celém kurtu, se snaží útočit při úderech od základní čáry, ale i při hře na síti. Při úderech je důležitý dokonalý pohyb. Prospěšná jsou cvičení pro horní i dolní polovinu těla, především cviky, které zdokonalují přenos váhy a pohyb v poli. Trénink všech svalových skupin by se měl zaměřovat především na rovnováhu mezi levou a pravou, přední a zadní a horní a dolní polovinou těla (Roetert & Kovacs, 2014).

Pro hráče je výhodné, pokud se nevyznačují pouze jedním stylem hry a umí svou taktiku obměnit. Na každého hráče totiž platí jiná taktika, a když se hráči nedaří dostat soupeře pod tlak jedním stylem hry, je potřeba vyzkoušet jiný způsob. Záleží také na typu povrchu, na kterém tenisté hrají. Agresivní styl hry je výhodnější používat na rychlejších tvrdých dvorcích, zatímco defenzivní, obranný styl hry, na pomalých antukových dvorcích.

2.1.6 Zaměření tenisového tréninku

Podle Roeterta a Kovacse (2014) by středem tréninkového programu v tenise měl být správný pohyb a postavení se k míči. Pro pohyb tenisty po dvorci jsou charakteristické krátké sprinty s častými změnami směru. Trénování dolních končetin je proto pro tenisty zásadní. Postavení se k míči vyžaduje přípravu několika kroků po rozpoznání dráhy, rotace a rychlosti letícího míčku. Pokud hráči k míči nedoběhnou

a správně se k němu nepostaví, při úderu neudrží potřebnou rovnováhu. Dolní končetiny jsou základním článkem v převodu sil z dolní poloviny těla na polovinu horní. Cílem tenisového hráče je provádět efektivní, pohotový a správně načasovaný přenos síly přes dolní končetiny, boky, trup a paže až k raketě. Proto jsou v tenise důležité všechny části těla, jak dolní, tak střední i horní část (Roetert & Kovacs, 2014).

Výzkumy ukázaly, že dolní končetiny jsou v tenise zatěžovány rovnoměrně. Naopak dominantní strana horní končetiny těla je při úderu zapojena mnohem více než strana nedominantní. Pro prevenci úrazu a udržení rovnováhy bychom proto do tréninku měli zapojit i stranu nedominantní. Pro tenisové hráče je důležité udržet v rovnováze horní a dolní polovinu těla, pravou a levou stranu a přední a zadní část těla (Roetert & Kovacs, 2014).

2.1.7 Kineziologická charakteristika tenisu

Pohyb hráče po dvorci při tenise má charakter acyklické činnosti. Tenis vyžaduje současné zapojení většiny kosterního svalstva, ale hlavní funkci má hrající horní končetina. Držení tenisové rakety nejvíce ovlivňuje nerovnoměrné zatížení horních končetin. Tenis se tedy řadí ke sportům, které zatěžují pohybový systém nerovnoměrně v pravo-levém směru. Nehrající končetina ale také plní při hře významnou roli. Mimo to, že touto rukou hráč manipuluje s míčkem, se ruka s téměř veškerým kosterním svalstvem podílí na průběžném vytváření posturálních podmínek pro realizaci každého dílčího pohybu tenisty. Tato pohybová funkce obsahuje posturální přípravu před zahájením pohybu, zajištění pevné opory v jeho průběhu a stabilizaci postoje po ukončení dílčího pohybu (Severa, 1993).

Dolní končetiny hrají důležitou roli, aby mohli hráči v tenise předvádět kvalitní hru. Při úderech a mezi nimi musí hráčům poskytovat pevnou a stabilní základnu. Forhend, bekhend a volej začínají dvoudílným krokem, kdy svaly dolních končetin tlumí otřes dopadu na zem. Poté následuje prudký pohyb určitým směrem. Po odehrání úderu, při kterém je hráč nucen natáhnout se do dálky, musí svalstvo během pohybu do středu kurtu regenerovat. Dostatečně a správně trénované dolní končetiny se regenerují rychleji a často také bez únavy. Pro pohyb dolních končetin je podstatná nejen síla, ale i vytrvalost (Roetert & Kovacs, 2014).

Dolní končetiny také umožňují hráčům opakovaně se sehnout k nízkým odpalům míče. Nízké voleje, které se používají často ve čtyřhrách, jsou jedním z příkladů, kdy jsou potřeba posílené dolní končetiny (Roetert & Kovacs, 2014).

Dalším úderem, při kterém si můžeme všimnout práce dolních končetin, je podání. Podání je jediným úderem, který vychází ze stacionárního postavení. Dolní končetiny slouží k vertikálnímu odrazu od země pomocí důrazné flexe a extenze. Čím výše hráč vyskočí, tím má lepší pozici pro to, aby zahrál rychlejší a lépe umístěné podání. Tato činnost je ve dvouhře často opakována, protože hráči podávají každou druhou hru (Roetert & Kovacs, 2014). Správně trénované nohy hráči poskytují potřebnou sílu a výbušnost, které mu pomáhají dosáhnout vyšší rychlosti a síly při úderu.

Dolní končetiny mají zásadní vliv na výkon v tenise. Jsou základem pro pohyb, sílu, rychlost a stabilitu během hry. Dobrá pohyblivost a rychlost jsou klíčové pro to, aby hráč mohl dobře reagovat na míč a dostal se do správné pozice pro úder. To, jak dobře se hráč k míčku postaví, ovlivňuje následující úder ve výměně. Dolní končetiny jsou také důležité pro udržení stability během úderů. Silné končetiny a stabilní základna umožňují hráči lépe kontrolovat své údery. Během výměn je hráč nucen rychle měnit směr a tempo pohybu. Nohy tak musí hráči umožnit provádět rychlé změny směru. Zápas v tenise může trvat desítky minut, ale i několik hodin. Z tohoto důvodu je důležité, aby dolní končetiny hráčů byly připraveny i na pětihodinový zápas.

2.1.8 Tělesný a kondiční vývoj dorosteneckých hráčů

Tenisový výkon a plánování tréninků se také odvíjí podle věku hráčů. Naši testovaní tenisté se pohybovali ve věku od 15 do 18 let. Jak ukazuje následující obrázek, tito hráči patří do dorosteneckého věku.

Obrázek 4

Rozdělení lidského věku

Období	Používaná konvenční hranice	Biologické vymezení
PRVNÍ DĚTSTVÍ (Infans I)	končí v 7 letech	po prořezání M1
novorozenec	28 dní	od přestřižení pupečního provazce do zahojení pupeční jizvy
kojenec	12 měsíců	jen několik měsíců, do prořezání prvního zubu, asi 6 měsíců
Batole	od 1 roku do 3 let	růst mléčného chrupu, motorický vývoj, ovládnutí chůze
předškolní věk	od 4 do 6–7 let	změna postavy, první vytáhlost
DRUHÉ DĚTSTVÍ (Infans II)	končí ve 14–15 letech	do prořezání M2
mladší školní věk	od 6–7 do 11 let	růst trvalého chrupu, první známky sekundárních pohlavních znaků
starší školní věk	od 11–15 let	dospívání – puberta (menarche, poluce), druhá změna postavy
DOSPĚLOST		
dorostenecký věk (Juvenis)	od 15–18 let	od dosažení pohlavní dospělosti adolescence (mladistvá dospělost)
plná dospělost (Adultus)	do 30 let	zakládání rodiny, vrchol tělesné výkonnosti
zralost (Maturus I)	do 45 let	psychické zrání, počátek regrese morfologických znaků
střední věk (Maturus II)	do 60 let	vrchol psychické výkonnosti, pokles tělesné výkonnosti
stárnutí (Presenilis)	do 75 let	involuční změny, biologické „předpolí“ stáří
stáří (Senilis)	do 90 let	stařecké změny fyzické i psychické
kmetský věk	nad 90 let	

(Riegerová et al., 2006, s. 89)

Dorostový věk bývá označován jako adolescence, věk mladistvý či druhá pubertální fáze. Je to poslední fáze vývoje mezi dětstvím a dospělostí. Dochází k vyrovnávání všech vývojových disproporcí z předchozího vývojového období pubescence. Vyrovnávání disproporcí v rozvoji všech orgánů se projevuje v dosažení plného rozvoje i výkonnosti srdce a plic, v zesílení kostí, šlach a v přírůstku svalstva (Svoboda, 2003). Podle Příhody (1967) svalstvo tvoří v 15 letech 32,6 % tělesné váhy, ale už za rok, v 16 letech, se zvýší na 44,4 %. Síla ruky v kp vzroste z 39,1 kp naměřených v 15 letech na 74,0 kp v 19 letech (Příhoda, 1967). Anatomicky

a fyziologicky je to období dobudování a zesilování. Mladý člověk dosahuje plného rozvoje svých fyzických sil, je plně vyvinut i mentálně a dotváří se jako individuální osobnost (Svoboda, 2003).

Ze sportovního hlediska je období dorostu obdobím vrcholných výkonů nebo bezprostřední přípravy na ně. V tomto období se plně rozvíjí všechny pohybové schopnosti, především ale rychlost a obratnost, později i síla a postupně i vytrvalost (Svoboda, 2003).

V době od pozdního školního věku až do konce adolescence podléhá tělesný a kondiční vývoj charakteristickým pohlavně specifickým změnám. Roční změny a rozdíly mezi chlapci a dívkami jsou od 10. do 12. roku života ještě poměrně malé. Ale od 13. roku života se znatelně zvyšuje tělesná váha u chlapců a tloušťka kožních řas u dívek. V této době se také mění síla, která přibývá ve prospěch chlapců. U dívek dochází od čtrnácti let k výkonnostní stagnaci v síle, běžecké rychlosti a vytrvalosti. Dívky dosahují konečné tělesné výšky kolem 16 let, po 15. roce vyrostou jen nepatrně. Chlapci dokončují růst kolem 19. roku života, mohou však růst až do 21 let. (Bursová & Rubáš, 2001). V období našeho testování tedy dívky pravděpodobně již dosáhly své konečné výšky, zatímco chlapci ještě porostou.

Růst síly se uvádí nejčastěji do vztahu k tělesné výšce, která je základním projevem vývojových změn. Svalová síla závisí na velikosti plochy svalu. Při měření větší skupiny dětí se ukázalo, že síla trojhlavého svalu pažního narůstá u dívek rovnoměrně s věkem. U chlapců nejprve také vzrůstá rovnoměrně, ale od výšky asi 155 cm (asi od třinácti let) náhle vzrůstá prudce. Síla chlapců je v průběhu celého vývoje vyšší a rozdíl ještě více vzrůstá po nástupu puberty, kdy se u chlapců rychle zmnožuje svalová hmota vlivem vyšší produkce mužských hormonů. Tento rozdíl se projevuje především na svalstvu ramenního pletence a trupu. Na svalstvu dolních končetin už tolik ne (Máček & Máčková, 1995).

Při rozvoji síly se setkáváme s určitou asymetrií. Ukázalo se, že asi 55–60 % osob má větší sílu v pravé horní končetině a přitom má silnější levostranné skupiny trupu a levé dolní končetiny. Pravděpodobně se jedná o vrozený kompenzační mechanismus. Znalost vývoje svalové síly má v praxi svůj význam. U dolních končetin se zaměřujeme na zjišťování výbušné síly, která se měří výškou výskoku nebo zrychlením od startu až do maximálních rychlostí. Měřením výskoku se zjistilo, že síla svalstva dolních končetin

roste s výškou těla. U dívek a chlapců tedy stoupá rovnoměrně, ale od výšky 155 cm stoupá u chlapců rychleji. Příčinou těchto výsledků je větší nárůst svalové hmoty u chlapců v pubertě (Máček & Máčková, 1995).

2.1.9 Morfofunkční charakteristika tenisty

Podle Havlíčkové et al. (1993) odpovídá somatotyp tenistů ektomezomorfii. U profesionálních hráčů byla zjištěna větší mezomorfie než u amatérů. Ektomorfní typ člověka se vyznačuje vyšší štíhlou postavou, má delší končetiny, úzký hrudník a ramena. Projevuje se nízkým procentem podkožního tuku. Mezomorfní typy člověka bývají svalnatí a silní lidé s velkým hrudním košem a širokými rameny. Mají hubenou postavu v oblasti boků a břicha. Většina hráčů dosahuje vyššího věku, než odpovídá průměrné populaci. Výška zvyhodňuje hráče především při některých herních situacích jako je podání, směr nebo hra na síti. Mezi vrcholovými tenisty se ale nachází i hráči, kteří nejsou tak vysocí, ale tento nedostatek kompenzují vyšší obratností a pohyblivostí po dvorci. U tenistů je také charakteristická svalová a kostní hypertrofie hrající končetiny, která se výrazněji projevuje u profesionálů. U dominantní horní končetiny byla naměřena o 22 % větší svalová síla (síla stisku) než u ruky nedominantní (Havlíčková et al., 1993).

2.2 Složení těla

Tělesné složení je jedním z nejdůležitějších ukazatelů, který se používá k posuzování zdravotního stavu a úrovně trénovanosti člověka. Informuje nás o tom, v jakém množství jsou v těle zastoupeny jednotlivé tělesné složky, například svaly, tuk, kosti, voda (Balaš, 2016).

Genetické faktory mají významný podíl na složení těla, důležitou roli zde ale hrají i vnější vlivy (celkový zdravotní stav organismu, výživa, pohybová aktivita). Riegerová, Přidalová & Ulbrichtová (2006) popisují ideální tělesné složení u mužů a žen. U mužů se jedná o 62,4 % vody, 5,8 % minerálních látek, 16,5 % bílkovin a 15,3 % tělesného tuku, zatímco ideální složení těla u žen zahrnuje 56,5 % vody, 5,3 % minerálních látek, 15,2 % bílkovin a 23 % tělesného tuku. Uvádí také, že na rozdíl od mužů mají ženy procentuálně více tělesného tuku. Tento rozdíl se ale začne projevovat až v období puberty. Tuk je nejvariabilnějším prvkem složení těla. Lze jej snadno ovlivnit výživou a pohybovou aktivitou. Má klíčový vliv na vznik a průběh mnoha nemocí (Riegerová, Přidalová & Ulbrichtová, 2006).

Crespo & Miley (1998) charakterizují rozdíly v rozložení váhy mezi muži (1. hodnota) a ženami (2. hodnota) následovně: kosti (20 %, 15 %), svaly (40 %, 36 %), tuková vrstva (20 %, 30 %), vnitřní orgány (12 %, 12 %) a krev (8 %, 7 %).

Pravidelným sledováním tělesného složení můžeme monitorovat a posuzovat efektivitu tělesného zatížení, vhodnost či nevhodnost zvolených tělesných cvičení nebo účinnost změn ve výživových stereotypch. Změny zdravotního stavu, výživových stereotypů nebo vliv fyzické aktivity na tělo se projeví především změnami dílčích tělesných složek, především úbytkem nebo přírůstkem svalové a tukové hmoty, tedy svalově kosterní složky (Pastucha et al., 2014).

2.2.1 Kosterní soustava

Kosterní soustava je tvořena kostmi a spoji mezi nimi. Představuje tzv. pasivní pohybový aparát. Slouží jako pevná opora těla. Tvoří ochranné schránky pro některé orgány (mozek, mícha, srdce a plíce). Spolu se svaly umožňuje pohyb člověka. V lidském těle je více než 200 kostí (Křivánková, 2020).

Hlavními funkcemi kostí jsou opora, ochrana, pohyb, také jsou orgánem krvetvorby a zásobárnou minerálů. Přispívají k udržování vyvážené hladiny vápníku v krvi. K růstu kostí napomáhá optimální fyzická zátěž. Naopak dlouhodobá nadměrná zátěž může způsobit snížení kostní denzity a rozvoj osteoporózy (Bartůňková et al., 2013).

2.2.2 Tělesný tuk

Tělesný tuk je důležitou složkou lidského těla, která plní několik klíčových funkcí. Jedním z hlavních úkolů tuku je poskytovat energii. Tuky jsou významnou zásobárnou energie při fyzické zátěži. V těle se vyskytují velké zásoby, proto není nutné zvyšovat jejich příjem. Pokud dochází k většímu příjmu energie z potravy, než je potřeba k výdeji energie pohybem, je nadbytek ukládán ve formě tělesného tuku. Lidské tělo se bez tuku neobejde, ale nadměrné množství působí na tělo negativně. Příliš velké množství má nepříznivý vliv na kardiovaskulární systém, může způsobit obezitu nebo cukrovku. Naopak nedostatečné množství tuku může vést k nízkému krevnímu tlaku, migrénám, obtížím se soustředěním a u žen k nepravidelné menstruaci až její úplné ztrátě (Zvonař et al., 2011).

Tělesný tuk patří mezi nejvariabilnější komponenty hmotnosti lidského těla. Je zdrojem energie, pomáhá při termoregulaci a také chrání klouby a orgány. Je důležitý

pro zdravý vývoj jedince. Poukazuje na zdravotní rizika a může určit fyzickou zdatnost či výkonnost. Proto se řadí mezi nejsledovanější parametry lidského organismu (Zvonař et al., 2011).

2.2.3 Svalová soustava

Svalová soustava umožňuje pohyb člověka (pohyb končetin, trupu, krku a dalších částí těla) a aktivně se podílí na udržování polohy těla. Svaly také poskytují strukturální podporu těla a udržují správnou pozici kostí a orgánů. Činnost svalů je reflexní (neúmyslná) a vědomá (úmyslná, volní, ovladatelná vůlí). V lidském těle se nachází více než 600 svalů (Merkunová & Orel, 2008).

K největšímu nárůstu svalstva dochází u žen kolem 13 let, u mužů to bývá o trochu déle, mezi 15. a 17. rokem. Rozvoj svalstva bývá poměrně stabilní mezi 15 až 60 lety u žen a mezi 17 až 40 lety u mužů, poté následuje degradace. U neaktivních jedinců se degradace objevuje mnohem dříve, přibližně po 25. roce života (Grasgruber & Cacek, 2008).

V lidském těle se nachází tři typy svalových vláken: příčně pruhované (kosterní) svalstvo, hladké svalstvo a srdeční svalstvo. Hladké svalstvo neovládáme vlastní vůlí. Tvoří stěny dutých vnitřních (útrobních) orgánů, jako jsou střeva, žaludek, děloha nebo močový měchýř. Také tvoří svalovou vrstvu cév (Křivánková, 2020). Srdeční svalovina je tvořena příčně pruhovaným svalstvem, které se automaticky a rytmicky stahuje. Jeho práce také není ovladatelná vůlí (Riegerová, Přidalová & Ulbrichtová, 2006). Kosterní svalstvo je neobjemnější částí lidského těla. Je tvořeno příčně pruhovanou svalovinou a můžeme ho ovládat vlastní vůlí. Bývá většinou párové. Zhruba 55 % kosterních svalů se nachází na dolních končetinách (Karas, Otáhal & Sušanka, 1990).

Typy svalových vláken

Svalová vlákna mají řadu společných (především anatomických) znaků, ale liší se řadou mikroskopických, histochemických a fyziologických vlastností. Zastoupení jednotlivých typů svalových vláken v lidském svalu má zásadní význam z hlediska svalové výkonnosti, rychlosti prováděného pohybu a ekonomii svalové práce. Typ svalových vláken je určen geneticky. Podle uvedených kritérií rozlišujeme 4 typy svalových vláken (Dylevský et al., 1997):

Pomalá červená vlákna (typ I., SO, slow oxidative)

Pomalá červená vlákna jsou poměrně tenká, mají hodně myofibril a mitochondrií. Přítomnost většího množství myoglobinu jim dodává červenou barvu. Obsahují velké množství krevních kapilár. Enzymaticky jsou vybavena k pomalejší kontrakci, ale jsou vhodná pro vytrvalostní činnost. Jsou vhodnější a ekonomičtější pro stavbu svalů, které zajišťují spíše statické, polohové funkce a pomalý pohyb. Tato svalová vlákna jsou také málo unavitelná (Dylevský et al., 1997).

Rychlá bílá vlákna (typ II. A, FOG, fast oxidative and glycolytic)

Rychlá bílá vlákna jsou objemnější, mají více myofibril a méně mitochondrií. Enzymaticky jsou vybavena k rychlým kontrakcím realizovaných velkou silou, ale po krátkou dobu. Mají střední množství kapilár a jsou méně ekonomická. Jsou vhodná pro výstavbu svalů zajišťujících rychlý pohyb prováděný velkou silou. Tato svalová vlákna jsou velmi odolná proti únavě (Dylevský et al., 1997).

Rychlá červená vlákna (typ II. B, FG, fast glycolytic)

Rychlá červená vlákna mají velký objem, málo kapilár, nízký obsah myoglobinu a oxidativních enzymů. Mají silně vyvinuté sarkoplazmatické retikulum, díky němuž a vysoké aktivitě Ca a Mg iontů dochází u těchto vláken k rychlému stahu prováděnému maximální silou. Vlákna jsou ale málo odolná proti únavě (Dylevský et al., 1997).

Přechodná vlákna (typ III., intermediární, nediferencovaná vlákna)

Přechodná svalová vlákna představují vývojově nediferencovanou populaci vláken, která je pravděpodobně zdrojem předchozích tří typů vláken (Dylevský et al., 1997).

2.3 Lateralita

Lateralita vychází z latinského slova „latus“, které v překladu znamená bok nebo strana. Lateralitou rozumíme vztah pravé a levé strany v organismu nebo odlišnost pravého a levého párového orgánu. Projevuje se rozdílnou souměrností, aktivitou, výkonností nebo specializací jednoho z pohybových nebo smyslových párových orgánů. Podle toho, o jaké rozdíly se jedná, rozlišujeme lateralitu tvarovou a funkční. Tvarová lateralita se týká strukturálních rozdílů mezi pravou a levou stranou těla. Příkladem

může být, pokud má člověk nesouměrný obličej, jednu ruku silnější nebo jednu nohu objemnější. Funkční lateralita se týká rozdílů ve výkonnosti pohybových orgánů (ruce, nohy) a smyslových orgánů (oči, uši). Jejich činnost není zcela symetrická. Někteří lidé přednostně vykonávají činnosti pravou rukou, jiní levou, při rozhovoru raději nastavují ucho, kterým se jim lépe naslouchá. Neznamená to, že by člověk vždy a za všech okolností používal výkonnějšího orgánu, ale jeho použití je výhodné zejména pokud potřebujeme lépe a rychle provést složitý a náročný úkon (Sovák, 1979).

Lateralita tedy představuje určitou vývojovou stranovou asymetrii, která se projevuje upřednostňováním (laterální preferencí) nebo převahou (laterální dominancí). Laterální preference je patrná při upřednostňování jedné končetiny před druhou při vykonávání složitých a specifických aktivit nebo úkonů, například při výtvarné, pracovní či sportovní činnosti. Pokud jedinec píše raději pravou rukou, ale hází míč levou, hovoříme o laterální preferenci v rámci konkrétní činnosti. Laterální preference může být variabilní a může se lišit v závislosti na typech aktivit. Laterální dominance se projevuje tím, že jedinec má jednu stranu těla nebo končetinu výkonnější, výraznější nebo silnější než druhou v mnoha různých činnostech (Měkota, 1986).

Preference (resp. dominance) pohybových a smyslových orgánů pravé strany těla se odborně nazývá dextrie, naopak preference levé strany těla sinistrie. Mohou nastat i případy, kdy dochází k rovnocennosti párových orgánů. Jedná se o oboustrannost, lateralita je nevyhraněná. Takovýto stav se označuje jako ambidextrie (Měkota, 1986).

Lateralita je nejlépe pozorovatelná u horních končetin v podobě tzv. pravorukosti (praváctví), respektive levorukosti (leváctví). Výrazná většina lidí po celém světě provádí snadněji, rychleji a obratněji náročné pracovní, sportovní, umělecké i jiné pohybové operace pravou rukou. Nohovost je na rozdíl od rukovosti méně patrná. Mnozí lidé ani neznají svoji preferovanou dolní končetinu. Stejně tak tomu je i u lateralit oka, tedy zrakovosti (Měkota, 1986). Bahenský et al. (2020) uvádí, že přibližně 90 % populace dává přednost pravé horní končetině při pracovních i fyzických činnostech a pouze 25–45 % lidí dává přednost pravé dolní končetině pro vykonání nějakého pohybu, například při skákání.

2.3.1 Lateralita a dominance mozkových hemisfér

Svalová činnost je ovládána nervovým systémem člověka. Nervová činnost je řízena určitými nervovými ústředími. Jednoduché pohyby jsou řízeny z nižších center a složité pohyby z center nejvyšších. Centra jsou uložena v mozku člověka v šedé kůře mozkových polokoulí velkého mozku. Ústředí hybnosti z mozkové kůry řídí a ovládají svalovou činnost. Nervové dráhy probíhají z vyšších center k nižším a jsou překřížené. Činnost pravé ruky je tedy řízena z centra hybnosti v levé hemisféře mozku a činnost levé ruky podléhá centru hybnosti pravé mozkové hemisféry (Sovák, 1979).

Pracuje-li ruka, pracuje i odpovídající centrum v mozku. Když si člověk procvičuje ruku, zároveň tak procvičuje i mozek. Činnost ruky je odrazem činnosti příslušného centra hybnosti v mozkové polokouli. Přednostní užívání jedné z rukou je odrazem vrozené větší zdatnosti jedné z obou mozkových hemisfér. Pokud je vrozeně zdatnější například pravá mozková hemisféra, pak je zdatnější levá ruka a naopak. Je tedy zřejmé, že rozený pravák podá lepší výkony pravou rukou a levák levou rukou (Sovák, 1979).

2.3.2 Lateralita ruky

Preference ruky se projevuje v unimanuálních činnostech (činnosti, které vyžadují používání pouze jedné ruky), například při uchopování předmětů a manipulaci s nimi. Preferovanou rukou obvykle uchopíme pero při psaní, hřeben při česání nebo klíč při odmykání. Ve sportu preferovanou končetinou provádíme atletické hody a vrhy, házíme na cíl, držíme v ní pátku či raketu, střílíme jí trestné hody v košíkové. Při bimanuálních činnostech (činnosti, které vyžadují současnou koordinaci a používání obou rukou) provádí preferovaná ruka složitější činnost a druhá ruka jí pomáhá. Často fixuje předmět, jako tomu je například při navlékání nitě do jehly. Pravák drží jehlu v levé ruce a nit navléká pravou. Stejně je to i při hruběmotorických činnostech při sportu. Například při střelbě z luku napíná pravák tětivu se šípem pravou rukou nebo při skoku o tyči drží tyč pravou rukou na konci. V tenise při servisu si pravoruký hráč levou rukou nadhazuje míč a vlastní podání (úder do míče) provede pravou rukou (Měkota, 1986).

Dominance ruky se projevuje ve vyšší výkonnosti jedné horní končetiny oproti druhé. Dominantní končetina je zručnější, podává lepší výkony, projevuje se větší rychlostí a menším počtem chyb. Bývá také silnější a vykazuje větší míru učenlivosti.

Nejsložitější a nejjemnější činnosti si osvojujeme pouze jednostranně. Basketbalisté a volejbalisté často ovládají složité herní činnosti oboustranně, ale větší jistotu mají na dominantní straně. Proto 95 % basketbalistů hází na koš jen dominantní rukou. Stupeň dominance můžeme určit podle rozdílů ve výkonech obou končetin (Měkota, 1986).

Osoby s nulovým rozdílem ve výkonech pravou a levou rukou nebo s vyrovnaným počtem preferencí mají obě ruce stejně obratné. Jedná se o ambidextrií. Tato skupina lidí není příliš četně zastoupena. Zahrnuje osoby s nevyhraněnou lateralitou, které bývají hůře pohybově disponované. Část této skupiny tvoří přecvičení leváci, kteří se stali obourukými v důsledku častého používání nedominantní končetiny. Bývají pohybově průměrní, někdy ale i nadprůměrná a často se uplatňují ve sportovních hrách jako brankaři, protože mají stejnou jistotu vlevo i vpravo. Zřídka se stává, že jsou mezi ambidextry mimořádně talentovaní lidé, jejichž obě ruce jsou motoricky vynikající (Měkota, 1986).

2.3.3 Lateralita nohy

Předchozí výzkumy odhalily, že morfologická nesouměrnost dolních končetin je patrná již v době těhotenství, a to tak, že u pravorukých je silnější nebo zdatnější opačná, tj. levá končetina. Na základě tohoto tvrzení se v anatomické, fyziologické a antropologické literatuře dlouho zachovával názor, že vztah lateralit horních a dolních končetin je opačný nebo překřížený. Zdatnější dominantní končetina byla charakterizována jako dominantní. Při sportovních činnostech, například při skoku do dálky nebo do výšky se zdála být vedoucí dolní končetina protilehlá obratnější ruce. Později bylo tvrzení o překřížené lateralitě horních a dolních končetin zpochybnováno. Někteří autoři si všimli, že při určitých činnostech, jako je například kopnutí do míče nebo pohánění kola šlapáním, je aktivnější dolní končetina na téže straně těla, jako je zručnější dolní končetina. Ve volných činnostech, a především ve sportovních výkonech se ukazuje, že pohybově obratnější, šikovnější a výkonnostně přesnější většinou nebývá noha morfologicky zdatnější, ale noha druhá, která je na téže straně těla jako obratnější ruka (Drnková & Syllabová, 1983).

Nesouměrná činnost dolních končetin se tedy projevuje takovou funkční specializací, že jedna noha je zdatnější v silových výkonech (odraz), zatímco druhá je obratnější ve výkonech vyžadujících přesnost a šikovnost při švihů. Rozlišujeme tedy nohu švihovou a odrazovou. Pravonohost a levonohost lidí se pak určuje podle nohy

obratnější a šikovější, tedy švihové, nikoli podle nohy, kterou se odrážíme (Drnková & Syllabová, 1983). Švihová noha obvykle vykonává složitější činnost, proto je považována za dominantní končetinu ve smyslu funkční laterality. Odrazová noha je naopak dominantní ve smyslu schopnosti vynaložit maximální výbušnou sílu, ale ve smyslu funkční laterality je nohou subdominantní (Měkota, 1986).

Při měřeních laterality dolních končetin bylo zjišťováno, že 95 % pravorukých lidí má obratnější také pravou nohu. Zatímco u levorukých lidí byla zjištěna shodná lateralita rukou a nohou u menšího počtu lidí (70–75 %). Častější zkřížená lateralita ruky a nohy u leváků by mohla být způsobená přecvičováním horní končetiny. Dolní končetiny totiž nejsou nijak speciálně přecvičovány. Dále by mohla být způsobena nerovnoměrnou adaptací na sociální prostředí v jednotlivých činnostech nebo patologií v centrálním nervovém systému či na periférii (Drnková & Syllabová, 1983).

2.3.4 Lateralita oka

Lateralita oka nebo také oční dominance odkazuje na skutečnost, že jedno oko přispívá více k vizuálnímu vnímání než druhé. Za dominantní oko považujeme to oko, které přednostně vybereme k pozorování, které může být provedeno jen jedním okem, oko motoricky obratnější nebo oko, jehož vjemy mají omezující vliv na vjemy druhého oka. Preference oka se projevuje nejen v případě vědomého pozorování jedním okem (např. při nahlížení do mikroskopu), ale i když máme obě oči otevřené (Měkota, 1986).

Většina lidí je pravozraká. Zastoupení levozrakých lidí v populaci se pohybuje okolo jedné čtvrtiny až třetiny. Obouzrakost je vzácná (Měkota, 1986).

2.3.5 Přenos laterality

Vědci zkoumali vztahy a přenos mezi lateralitou horních končetin, dolních končetin a očí. Zjistili, že lateralita dolní končetiny souvisí těsněji s horní končetinou než s okem. Pokud je shodná dominance ruky a oka, souhlasí s nimi skoro ve všech případech také noha. Pokud je dominance oka a ruky zkřížená, dominance nohy je více než dvakrát shodnější s rukou než s okem. Je-li lateralita horních končetin nevyhraněná, pak většinou bývá dominance dolních končetin shodná s okem (Drnková & Syllabová, 1983).

2.3.6 Diagnostika pohybové laterality

Projevy laterality jsou patrné již okolo sedmého měsíce života. Koncem prvního roku se již hovoří o ustálenější převaze jedné ruky. V tomto období se projevuje asi

u 74 % dětí pravorukost. Po prvních projevech se lateralita stává zase méně nápadná a dochází k symetrizaci. Výrazněji se projevuje až později. V případě pravorukosti mezi druhým a třetím rokem, u levorukosti to bývá o rok později. Postup lateralizace je tedy pozvolný a probíhá v určitých vlnách. Ve čtvrtém roce začíná dítě více používat nástroje a lateralita se vyhraňuje a ustaluje. Definitivní podobu ale získává až ve středním školním věku (Měkota, 1986).

Hlavní diagnostická metoda, která se používá především v předškolním věku, je metoda pozorování. Dalším způsobem jsou motorické testy, které mohou mít dvě podoby. V prvním případě zkoušející zadá vyšetřovanému větší množství pohybových úloh a zaznamenává počet pravostranných, levostranných a neurčitých reakcí. Na základě převládajících preferencí určí lateralitu. V druhém případě uloží zkoušející vyšetřovanému pouze malý počet úkolů nebo úkol pouze jeden. Požaduje provedení činnosti na obě strany a na základě rozdílu diagnostikuje lateralitu (Měkota, 1986).

Měkota (1986) uvádí, že pro zjištění rukovosti slouží například test hodů míčkem na vertikální cíl. Test se skládá z pěti hodů ze vzdálenosti 5 m na pětikorunový terč. Proveďte se série pěti hodů pravou a levou rukou. Poté se porovnává intraindividuální aritmetický průměr případně i rozptyl vypočtený pro pravou a levou končetinu. Pro diagnostiku nohovosti se používá test posouvání předmětu. Testovaná osoba pravou nebo levou dolní končetinou posouvá vhodný předmět (např. hokejový puk) po vyznačené přímé linii na podlaze. Porovnávají se výkony pravé a levé nohy a hodnotí se dosažený čas a také počet a velikost vybočení (Měkota, 1986).

Pro zjištění laterality slouží také dotazníky. V naší práci jsme použili tuto metodu, kdy jsme probandům položili pár otázek týkajících se preferencí horních a dolních končetin. Dotazníkové metody jsou založeny na výpovědích dotazovaného. Těží pouze z poznatků, které každý člověk získává sebezpozorováním a osobní zkušeností. Výhodou této metody je, že může zachytit vývoj laterální preference za delší časové období. Nevýhodou je menší spolehlivost a objektivita, protože někteří lidé nevědí, kterou stranu v určitém výkonu preferují (Měkota, 1986).

Diagnostika pohybové laterality je velice důležitá. Sportovec musí rozeznat svoji vedoucí horní i dolní končetinu a dominantní oko, aby mohl správně zvolit svoji preferovanou stranu při počátečním nácviku určité činnosti. Tělocvičný proces musí být vytvořen tak, aby přispíval k vytvoření, vyhranění a upevnění optimálních laterálně-

preferenčních vztahů. Vyhraněná lateralita je potřebná, protože zajišťuje dokonalé fungování horizontálního systému nervového řízení pohybové činnosti. Tvoří tedy základ pro rozvoj koordinačních schopností člověka (Měkota, 1986).

Nácvik nových a složitějších pohybových dovedností začínáme na preferované straně, kde je větší pravděpodobnost úspěchu. Teprve až na základě vyhraněné lateralit je možné a vhodné v zájmu všestrannosti, harmonického tělesného vývoje i v zájmu dosažení sportovního mistrovství rozvíjet pomocí tělesných cvičení také oboustrannost (Měkota, 1986).

2.3.7 Leváci ve sportu

Lateralita ve sportu je zajímavým faktorem, který ovlivňuje výkony sportovců. Dříve se levorukost vnímala spíše jako nevýhoda a problém při nacvičování různých činností. Pro leváky také neexistovalo takové vybavení jako pro praváky a bylo o dost dražší. Častěji se přistupovalo k přeučování leváka na praváka. V současné době je pro leváky vybavení stále dostupnější a přeučování se nezdá být dobrým krokem (Healey, 2002). Přeučení sportovci se často nezajímají o vrcholový sport a jen málokterí se dostávají mezi nejlepší. Pohybové dovednosti, které jsou nacvičené vrozeně nevedoucí rukou, musí být neustále udržovány na žádoucí úrovni, protože každé přerušení činnosti přináší rychlý rozpad svalové činnosti. Dovednosti naučené vrozeně vedoucí rukou jsou daleko stálejší a trvalejší. Málokterý sportovec je schopen a ochoten podstoupit tak tvrdou a složitou cestu (Synek, 199). Pokud budou rodiče podporovat nadání a zájmy svého dítěte od raného věku, budou děti daleko snáze překonávat překážky, na které pravděpodobně narazí. Když dostanou šanci a náležitý trénink, mohou i leváci ve sportu vynikat. V dnešní době mohou leváci vykonávat skoro všechny sporty a v některých jsou dokonce i vyhledávanější (Healey, 2002).

Někteří leváci mohou mít lepší prostorovou orientaci. Existují dva hlavní typy prostorových schopností, a to intrapersonální a extrapersonální. Intrapersonální prostorové schopnosti jsou zodpovědné za to, že chápeme, kde naše tělo končí, kde jsou v prostoru naše končetiny, že odhadneme vzdálenost mezi námi a naším okolím a rozeznáme pravou a levou stranu. Tato schopnost má pozitivní vliv na výkonnost ve sportu, kde je důležité postavení člověka nebo kde se zasahuje nějaký terč. Extrapersonální prostorové schopnosti jsou složitější a abstraktnější. Umožňují nám chápat, jak se jiné objekty v prostoru vztahují k sobě vzájemně, jak části dávají

dohromady celek a co se stane, když tyto části přesuneme. Tyto schopnosti se využívají především v oblastech jako je matematika a architektura. Mohou být prospěšné například v takových hrách jako je biliár, kde hraje významnou roli chápání geometrie (Healey, 2002).

V případě leváků velmi dobře komunikuje jejich pravá a levá polovina mozku. Proto je možné, že někteří leváci mají zvláštní druh tělesné jednoty. Mohou téměř bez problému kombinovat své motorické a prostorové schopnosti a strategické myšlení. Haley (2002) tvrdí, že leváctví může být přinejmenším jedním z prvků sportovního úspěchu, který může být dán jemnými rozdíly ve způsobu, jakým je propojen mozek leváků nebo vědomým úsilím leváků získat výhodu z danosti leváctví (Healey, 2002).

Tenis se hraje na symetrickém kurtu. Vybavení je stejné jak pro praváky, tak i pro leváky. Tenis vyžaduje různé druhy pohybů a jejich koordinaci, takže leváci mohou mít spíše výhodu. Hráči proti sobě bojují přímo, a proto hra jednoho ovlivňuje výkon druhého. Jelikož se v soutěžích i na trénincích objevuje více praváků, jsou hráči zvyklí na jejich údery a rotace. Výskyt leváků v tenise není tak častý, proto mají i v tomto oproti pravákům výhodu. Když se praváci potkají s levorukým soupeřem, musí výrazně měnit své bojové strategie (Healey, 2002).

Pokud se podíváme na rozdíly v taktice hry praváků a leváků, je patrné, že vrozeně pravorucí tenisté se spíše zaměřují na tvrdá podání, tvrdé forhendy a smeče. Vrození leváci, kteří ale hrají pravou rukou, mívají velikou jistotu v bekhendových úderech, které hrají obouruč. Ve hře levorukých tenistů se projevuje více citlivosti (Synek, 1991).

V tenise je výhodné snažit se zlepšovat techniku v souladu s přirozenou lateralitou hráče. I když je sportovec pravoruký, může být tréninkem a praxí schopen rozvíjet dovednosti levou rukou.

3 Cíl, úkoly a hypotézy

3.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je zjistit, jaký vliv má jednostranné herní zatížení na tělo tenistů, především na množství svalové hmoty a síly jednotlivých končetin.

3.2 Úkoly práce

- Prostudovat odbornou literaturu a vytvořit teoretický základ pro tuto práci.
Důležitá výchozí teoretická témata jsou tenis a jeho charakteristika, charakteristika tréninku a etap tréninkové cyklu, ontogeneze člověka zaměřená na dorostový věk, složení těla a lateralita člověka.
- Stanovit výzkumný záměr a vybrat metody měření a testování.
- Uskutečnit záměrný výběr probandů.
- Provést testování v laboratoři.
- Vyhodnotit a statisticky ověřit získaná data u jednotlivých probandů.
- Charakterizovat zjištěná data v diskuzi.
- Vypracovat závěr.

3.3 Hypotézy

H1: Předpokládáme, že horní končetina, ve které drží hráči raketu, bude mít významně větší množství svalové hmoty než druhá horní končetina.

H2: Předpokládáme, že horní končetina, ve které drží hráči raketu, provede významně silnější stisk.

H3: Předpokládáme, že horní končetina s větším podílem svalové hmoty provede významně silnější stisk.

H4: Předpokládáme, že dolní končetina s větším podílem svalové hmoty provede významně vyšší výskok.

H5: Předpokládáme, že dolní končetina s větším podílem svalové hmoty provede významně vyšší výkon při Wingate testu než druhá končetina.

4 Metodika

4.1 Projekt experimentu, jeho organizace a průběh

V našem případě nemůžeme říci, že se jedná o experiment v pravém slova smyslu, protože výběr výzkumného souboru neproběhl náhodně, ale byl vybrán záměrně podle předem daných kritérií. Jedná se o práci experimentální povahy, takzvaný kvaziexperiment, nikoli o klasický experiment. Zjištěné závěry se tedy vztahují na konkrétní skupinu tenistů.

Testování probíhalo v laboratoři zátěžové diagnostiky na katedře tělesné výchovy a sportu Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Tenisté byli měření podrobeni v měsíci květnu roku 2022. Toto období je pro tenisty charakteristické přípravou na letní turnajovou sezónu v podobě tréninku a týmových soutěží.

Před samotným testováním rodiče podepsali informovaný souhlas a tenisté byli poučeni o průběhu testování. Nejprve jsme hráčům předložili dotazník. Zjišťovali jsme, v jakém věku s tenisem začínali, kolikrát týdně mají trénink a zda se věnují kompenzaci jednostranné zátěže. Také nás zajímalo, v jaké ruce drží tenisovou raketu, jakou rukou píše, jakou nohou raději kopou do míče nebo jakou dolní končetinou se odráží při skocích do dálky a do výšky.

U každého testovaného jedince jsme nejprve pomocí antropometrického výškoměru zjistili tělesnou výšku. Na váze Tanita BC 418 MA jsme naměřili hmotnost a složení těla. Dále jsme krejčovským metrem změřili obvody obou relaxovaných horních i dolních končetin. Obvody horních končetin jsme měřili vsedě v nejširším místě bicepsu. Obvody dolních končetin jsme měřili vleže v nejširším místě stehna (pod gluteální rýhou), 10 cm nad patelou a v nejširším místě lýtka. Dále jsme vsedě měřili sílu stisku obou horních končetin ručním dynamometrem. Probandi se posadili na židli tak, aby měli chodidla položená na zemi a aby lýtka se stehny a stehna se zády svíraly pravý úhel. Obě horní končetiny visely volně podél těla. Měření jsme opakovali dvakrát na každou stranu. Ruce jsme při jednotlivých pokusech střídali. Následně se tenisté přesunuli na reakční plošinu LEM 10 with ProJump, kde jsme měřili výšku výskoku. Výchozí pozice byla pevně stanovena. Testování začínali v podřepu s rukama v bok. Nejprve jsme zaznamenali výskoky z levé a z pravé nohy. Toto jsme ještě jednou zopakovali. Dále následoval dvakrát výskok z obou nohou. Posledním testem, který

tenisté absolvovali, byl Wingate test na bicyklovém ergometru LODE Excalibur Sport. Tenisté si nejprve nasadili hrudní pás Polar, který slouží k naměření srdeční frekvence. Nastavili jsme jim sedadlo a řídítka podle výšky, aby se jim dobře šlapalo. Před začátkem jsme je poučili, jak bude test probíhat. Testovaný byl nejprve vyzván k rozšlapání, které trvalo 5 minut. Během rozšlapání proběhla dvě zrychlení na maximální intenzitu, jinak musel testovaný držet výkon na 60 otáčkách za minutu. Po uplynutí pěti minut začalo samotné testování, které trvalo 30 sekund. Po tuto dobu šlapali tenisté maximální intenzitou. Po dokončení testu následovalo vyjetí po dobu tří minut, kdy se tenisté zase snažili udržet výkon na 60 otáčkách/min. U tohoto testu nás nejvíce zajímal průměrný a maximální výkon obou končetin.

4.2 Charakteristika souboru

Pro výběr testovacího souboru jsme si předem stanovili určitá kritéria. Hledali jsme hráče a hráčky tenisu na výkonnostní úrovni, kteří jsou registrováni v Českém tenisovém svazu a pravidelně se účastní turnajů na krajské i celostátní úrovni. Hráči museli mít také určitou dobu herní praxe. Většina hráčů začala s tenisem okolo 5. roku. Dalším kritériem bylo, aby tenisté patřili do věkové skupiny dorostu. Dorost se v tenise hraje 4 roky. Testování se tedy mohli zúčastnit hráči od 15 do 18 let. Tuto věkovou hranici jsme dodrželi. Nejmladší testované bylo 15 let a nejstarší 18 let. Naši testovací skupinu tvořilo 10 tenistů z klubu LTC VITON České Budějovice, z toho bylo 5 chlapců a 5 dívek. Testování navštěvovali sportovní gymnázium v Českých Budějovicích, na kterém měli čtyřikrát týdně společné tréninky. Dále pak ještě individuálně docházeli na další tréninky.

Průměrný věk testovaných byl $17,03 \pm 0,91$ let. Průměrná výška hráčů se rovnala $174,40 \pm 9,64$ cm a průměrná hmotnost $64,69 \pm 7,92$ kg. Medián věku byl 17,15 let, medián výšky 178,50 cm a medián hmotnosti 64,75 kg. Nevyšší hráč měřil 186 cm a nejmenší hráčka 159 cm. Největší hmotnost jsme u hráčů naměřili 75,1 kg a nejmenší 52,1 kg. Podle Dovalila et al. (2009) se stupeň tělesného vývoje odráží ve sportovní výkonnosti. Více vyvinutí jedinci dosahují díky své tělesné převaze poměrně dobrých výkonů a většinou vydrží i vyšší tréninkovou zátěž.

Naším úmyslem také bylo vybrat některé tenisty, kteří drží raketu v pravé ruce a některé, kteří drží raketu v levé. Testování se nakonec zúčastnilo 6 pravorukých a 4

levorucí tenisté. I obecně hraje více tenistů pravou rukou. Všichni testovaní hrají bekhend obouruč.

V době testování nebyli tenisté zraněni nebo se nerehabilitovali po zranění.

4.3 Použité metody výzkumu

4.3.1 Obsahová analýza

V teoretické části práce jsme využili obsahovou analýzu ke zpracování teoretických poznatků. Tato metoda nám pomohla posoudit, jak dobře obsah zapadá do celkové struktury práce. V praktické části jsme se potom při formulaci cílů, hypotéz a úkolů opírali o odbornou literaturu související s daným tématem. Všechnu použitou odbornou literaturu, články a internetové zdroje jsme uvedli v referenčním seznamu literatury.

4.3.2 Metoda měření

Metodu měření jsme použili v praktické části diplomové práce ke zjištění somatických rozměrů. Měření probíhalo ve funkční laboratoři zátěžové diagnostiky KTVS JU. Pro stanovení výšky jsme použili vertikální měřidlo. Pomocí váhy Tanita BC 418 MA jsme zjistili hmotnost probandů a složení jejich těla (množství svalů, tuku, kostní hmoty a vody). Pro určení obvodů horních a dolních končetin jsme použili pásovou míru.

U všech měření jsem byla přítomna a sama jsem prováděla měření obvodů končetin.

4.3.3 Metoda testování

Metodu testování jsme použili také v praktické části práce. Pro účely našeho výzkumu jsme použili test stisku horních končetin ručním dynamometrem, díky kterému jsme mohli zjistit svalovou sílu horních končetin. Pro určení síly dolních končetin jsme vybrali odrazový test na reakční plošině. K naměření výkonu dolních končetin jsme použili Wingate test.

4.3.4 Korelace a statistická významnost

Korelační analýza je statistická metoda, která zkoumá vztahy mezi proměnnými graficky a pomocí různých měř závislosti, které nazýváme korelační koeficienty. Dvě proměnné jsou korelované, pokud určité hodnoty jedné proměnné mají tendenci vyskytovat se společně s určitými hodnotami druhé proměnné. Pokud se všechny hodnoty proměnné Y vyskytují stejně pravděpodobně s každou hodnotou proměnné X,

korelace mezi těmito proměnnými neexistuje. Pokud se však s danou hodnotou proměnné X vyskytuje právě jedna hodnota proměnné Y, pak je korelace absolutní (Hendl, 2015).

Pomocí korelační analýzy jsme hodnotili vztahy mezi naměřenými parametry. Porovnávali jsme množství svalů a tuku se silou stisku a obvody horních končetin. U dolních končetin jsme zkoumali vztahy mezi množstvím svalů, obvody končetin, výškou výskoku a výkonem končetin při Wingate testu. Nejprve jsme provedli normalitu dat, která je hlavním předpokladem většiny analýz a testů. Normalita zjišťuje, do jaké míry se soubor dat podobá normálnímu rozdělení (Kupka, 2001). Pro tento krok jsme použili Lillieforsův test. Abychom zjistili, jestli jsou data rozložená normálně, z naměřených hodnot jsme vytvořili histogramy. Při normálním rozdělení dat by měl histogram připomínat Gaussovu křivku. Když jsme zjistili, jestli jsou data rozložená normálně nebo ne, vypočítali jsme statistickou významnost. Statistická významnost je měřítko, které určuje, zda jsou výsledky experimentu pravděpodobně náhodné nebo zda představují významné a důvěryhodné zjištění. Statistická významnost vyjadřuje pravděpodobnost, za které bychom mohli dosáhnout stejných dat s pomocí opakovaného zjištění výsledků s použitím stejných metod. Dále vyjadřuje pravděpodobnost dosažení dat, která se budou více přičít nulové hypotéze, pod podmínkou, že nulová hypotéza je pravdivá (Zvárová, 2004). Statistickou významnost jsme v této práci určovali na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Když jsme zjistili, že data jsou rozložená normálně, pro výpočet významnosti jsme použili Pearsonův korelační koeficient. Podle Hendla (2004) jsme zjistili, že pokud je vypočítaná hodnota větší než 0,632, mluvíme o statisticky významném výsledku. Tam, kde nebyla data rozložená normálně, jsme použili Spearmanův korelační koeficient. Aby byla data statisticky významná, musel být výsledek vyšší než 0,648 (Hendl, 2004).

Protože nás zajímaly rozdíly mezi pravou a levou stranou těla, statistickou významnost jsme zjišťovali především z rozdílových hodnot pravé a levé horní nebo dolní končetiny. V některých případech nám vyšly statisticky významné výsledky z dat na jedné straně těla.

4.3.5 Komparativní metoda

Komparativní metodu jsme použili v praktické části práce, kde jsme porovnávali výsledky měření a vyvozovali z nich závěry. Metoda nám sloužila k porovnání množství

svalové a tukové hmoty, síly stisku a obvodů horních končetin mezi sebou. Výsledky jsme vztahovali také k preferenční končetině pro tenis. U dolních končetin jsme porovnávali množství svalové hmoty, výšku výskoku a výkony při Wingate testu.

4.4 Použité testy

4.4.1 Wingate test

Wingate test se řadí k anaerobním zátěžovým testům. Anaerobní testy posuzují celkovou úroveň anaerobních či krátkodobých rychlostně-silových předpokladů a jejich časový průběh (nástup, udržování a pokles). „Anaerobní testy stanovují zejména krátkodobé rychlostně-silové předpoklady, resp. výkon (odpovídající anglickému termínu „power“), který představuje součin rychlosti a síly, $P = F \times v$, event. se dá vyjádřit jako podíl práce a času, $P = A / t$, tj. odpovídá schopnosti uvolnit velké množství energie v co nejkratším čase.“ (Heller & Vodička, 2018, s. 33).

Wingate test je díky standardizovanému protokolu, vysoké spolehlivosti, validitě k rychlostně-silovým výkonům, k unifikovanému hodnocení a interpretaci výsledků nejrozšířenějším a nejužívanějším anaerobním testem. Řadí se k tzv. „all-out“ („plně vyčerpávajícím“) testům, při nichž vyšetřovaná osoba pracuje v každém okamžiku zátěže s maximálním nasazením a její výkon je na počátku zátěžového testu nejvyšší a na konci nejnižší. Test umožňuje stanovit maximální anaerobní výkon, anaerobní kapacitu organismu (průměrný výkon či celkovou práci v testu) a také určit pokles výkonu hodnocený jako index únavy. Úkolem testované osoby je vykonat maximální počet otáček na bicyklovém ergometru při nastaveném brzdícím momentu po dobu 30 s (Heller & Vodička, 2018).

Před samotným testem je důležité vyšetřovanou osobu poučit, jak bude test probíhat. Upravíme výšku sedadla, nastavíme vzdálenost řídítek, zafixujeme nohy na pedálech a na hrudník upevníme sport-tester. Na samotný test je potřeba se připravit rozšlapáním, které trvá 5 minut. Během rozšlapání testovaný provede 2 zrychlení na maximální intenzitu, aby získal představu o pracovním tempu. Ve zbývajícím čase se snaží držet výkon na 60 otáčkách za minutu. Po uplynutí pěti minut rozšlapání začíná samotný test, který trvá 30 s. Vyšetřovaná osoba má za úkol pracovat v každém okamžiku testu co nevyšší možnou rychlostí a udržovat toto tempo až do konce testu.

Po skončení 30 s následuje vyjetí, které trvá 3 minuty. V době vyjetí se testovaní snaží udržet výkon na 60 otáčkách za minutu, stejně jako při rozšlapání (Heller & Vodička, 2018).

Wingate test jsme použili pro zjištění výkonů dolních končetin. Při našem testování nás zajímalo, jaký maximální výkon ve Watech podali tenisté jednotlivými dolními končetinami. Výkony tenistů jsme dále přepočítali na kg jejich hmotnosti. Sledovali jsme rozdíly mezi jednotlivými končetinami.

4.4.2 Jumpmax test

Jumpmax test slouží ke zjištění výbušné síly dolních končetin. Jedná se o reakční plošinu měřící výšku výskoku, kterou pak zaznamená do počítače. K našemu testování jsme použili reakční plošinu LEM 10 with ProJump. Tenisté vstoupili na reakční plošinu a nastavili se do výchozí pozice, která byla předem stanovena. Testování začínali v podřepu s rukama v bok. Nejprve provedli jeden výskok levou nohou a jeden výskok pravou nohou. Toto ještě jednou zopakovali a následně vykonali dva výskoky z obou končetin současně.

5 Výsledky

V této kapitole jsou zaznamenány výsledky, které jsme získali měřením a testováním. Pro přehledné porovnání jsme hodnoty zpracovali do tabulek a grafů. Vyhodnotili jsme rozdíly mezi pravou a levou stranou těla a výsledky porovnali s tím, v jaké ruce drží hráči raketu. Následně jsme naměřené hodnoty porovnali mezi sebou a zjišťovali jsme jejich vzájemné vztahy.

5.1 Základní charakteristika a stavba těla

Tabulka č. 1 shrnuje základní somatické údaje, které jsme získali o účastnících našeho testování. Údaje v tabulce jsou vykazovány jako medián a kvartily. Kvartily jsou tři hodnoty, které mohou rozdělit skupinu vzestupně seřazených čísel na čtyři stejné části. První kvartil (Q1) představuje data pod 25 % dat, druhý kvartil (Q2) vyjadřuje data pod 50 % a třetí kvartil (Q3) data pod 75 %. Medián odpovídá druhému kvartilu. Je to prostřední hodnota, která rozděluje řadu vzestupně seřazených výsledků na dvě stejné poloviny.

Tabulka 1

Základní charakteristika a stavba těla

Proměnná	Jednotka	Medián	Q1	Q3
Věk	let	17,15	16,14	17,94
Výška	cm	178,50	165,50	181,00
Hmotnost	kg	64,75	60,68	71,10
Celková svalová hmota	%	79,10	70,60	81,80
Celková hmotnost tělesného tuku	%	16,75	14,30	25,90
Celková tělesná voda	%	61,00	54,35	62,75
Svalová hmota pravé ruky	kg	2,40	1,90	2,68
Svalová hmota levé ruky	kg	2,40	0,60	2,75
Tuková hmota pravé ruky	kg	0,75	0,63	0,88
Tuková hmota levé ruky	kg	0,75	1,95	0,98
Svalová hmota pravé nohy	kg	8,70	7,28	9,65
Svalová hmota levé nohy	kg	8,40	7,05	9,20
Tuková hmota pravé nohy	kg	2,40	2,00	3,28
Tuková hmota levé nohy	kg	2,40	2,08	3,28
Svalová hmota dominantní ruky	kg	2,40	1,98	3,28
Svalová hmota nedominantní ruky	kg	2,40	1,88	2,60
Tuková hmota dominantní ruky	kg	0,70	0,60	0,88
Tuková hmota nedominantní ruky	kg	0,75	0,70	0,98

(zdroj vlastní 2024)

5.2 Preference končetin

V našem testovacím souboru máme 10 hráčů tenisu. Pomocí otázek před samotným testováním jsme u nich zjišťovali preferenční užívání jedné z horních a dolních končetin. Dotazovali jsme se jich, jakou rukou píše, v jaké ruce drží tenisovou raketu, jakou nohou kopou do míče a kterou dolní končetinu preferují při skoku do výšky a do dálky. Odpovědi tenistů jsou uvedené v tabulce č. 2.

Tabulka 2

Preference končetin

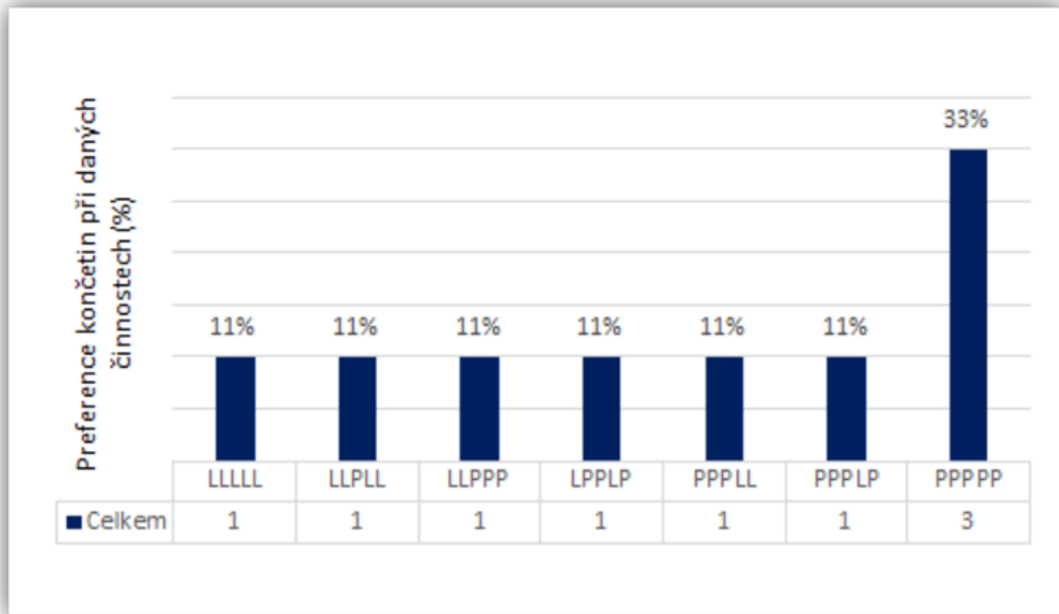
	Držení rakety	Psaní	Kop do míče	Skok do výšky	Skok do dálky
Proband 1	pravá	pravá	pravá	pravá	pravá
Proband 2	pravá	pravá	pravá	pravá	pravá
Proband 3	pravá	pravá	pravá	levá	levá
Proband 4	levá	levá	pravá	pravá	pravá
Proband 5	pravá	pravá	pravá	pravá	pravá
Proband 6	pravá	pravá	pravá	pravá	pravá
Proband 7	levá	levá	pravá	levá	levá
Proband 8	pravá	pravá	pravá	levá	pravá
Proband 9	levá	levá	levá	levá	levá
Proband 10	levá	pravá	pravá	levá	pravá

(zdroj vlastní 2024)

Pro přehlednější znázornění dat jsme výsledky z předchozí tabulky přemístili do grafu č. 1, který znázorňuje procentuální zastoupení hráčů preferujících určitou horní nebo dolní končetinu při dané činnosti.

Graf 1

Preference končetin v procentech



(zdroj vlastní 2024)

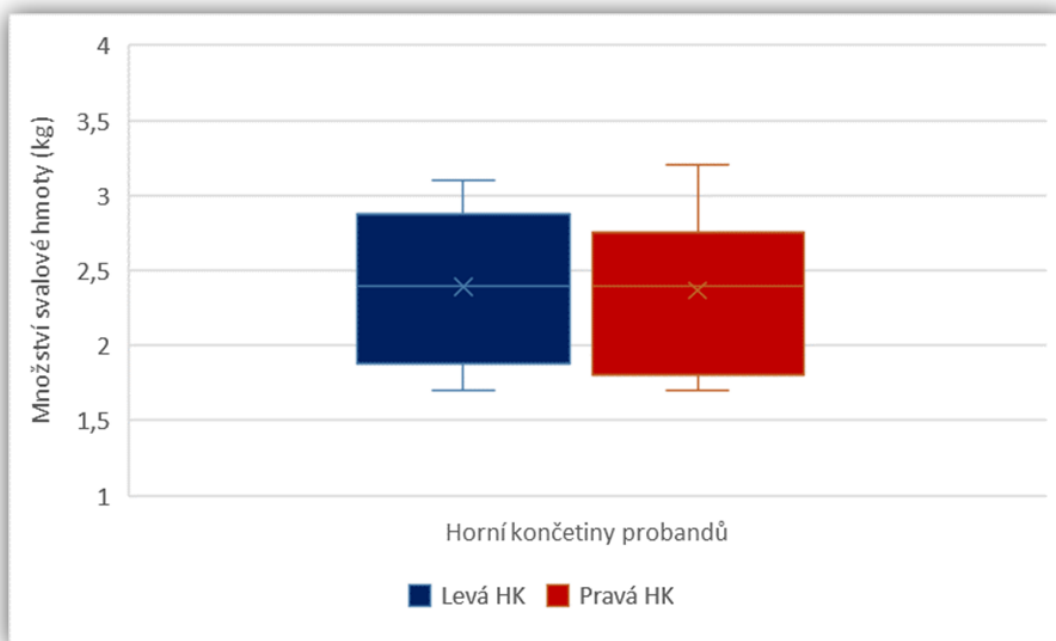
První písmeno znázorňuje, v jaké ruce drží hráči raketu (P-pravá, L-levá), druhé písmeno, jakou rukou píše, třetí, jakou nohu preferují při kopu do míče, čtvrté, jakou nohou se odráží při skoku do výšky a páté, jakou nohou se odráží při skoku do dálky. Z grafu můžeme vyčíst, že nejvíce hráčů při daných činnostech preferuje pravou stranu těla. 33 % hráčů preferuje pravou končetinu při všech uvedených činnostech. Pouze jedna hráčka upřednostňuje ve všech činnostech levou končetinu. U ostatních hráčů se končetiny liší. Pouze 4 hráči z 10 uvedli rozdílnou preferenční nohu při kopu do míče a skoku do výšky. Pouze dva probandi uvedli opačnou končetinu jako dominantní pro skok vysoký a skok daleký, u ostatních se dolní končetiny shodovali. Zajímavé je, že jedna hráčka uvedla rozdílnou horní končetinu pro úchop rakety a tužky. Raketu drží v levé ruce, ale píše pravou rukou. Loffing et al. (2014) ve svém článku uvádí, že ne každý sportovec, který projevuje levou nebo pravou preferenci pro specifické sportovní úkoly, musí být nutně pravák nebo levák. Příkladem může být například španělský vynikající tenista Rafael Nadal, který hraje tenis levou rukou, ale pro většinu ostatních úkolů používá pravou ruku.

5.3 Vyhodnocení množství svalové hmoty na horních končetinách

Následující grafy vyjadřují naměřené hodnoty na jednotlivých končetinách. Modrá barva znázorňuje levou stranu těla a červená barva pravou stranu těla.

Graf 2

Vyhodnocení množství svalové hmoty na horních končetinách



(zdroj vlastní 2024)

V grafu č. 2 jsou zaznamenána naměřená data množství svalové hmoty na horních končetinách. Nikdo z hráčů neměl menší podíl svalové hmoty na končetině, ve které drží tenisovou raketu. V šesti případech bylo naměřeno na dominantní končetině větší množství svalové hmoty. Rozdíly ale byly minimální. U dvou probandů činil rozdíl 0,2 kg, u čtyř 0,1 kg. Ve čtyřech případech byla hodnota na obou končetinách stejná. Nejvíce svalové hmoty bylo naměřeno probandovi č. 6, a to 6,3 kg. Na pravé ruce měl 3,2 kg a na levé 3,1 kg. U nikoho jiného hodnota nepřesáhla 3 kg. Nejmenší celkovou hodnotu 3,4 kg na obou končetinách jsme naměřili u probandky č. 8. Svaly na její pravé i levé ruce vážily shodně 1,7 kg.

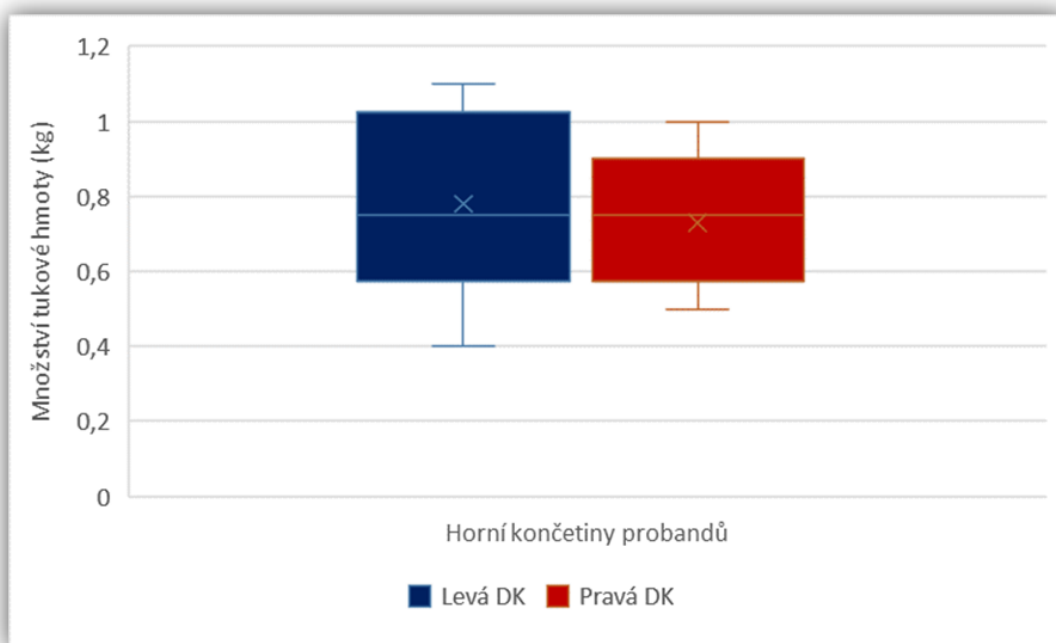
Průměrná hmotnost u pravé horní končetiny všech probandů byla $2,37 \text{ kg} \pm 0,48 \text{ kg}$ a u levé $2,39 \pm 0,49 \text{ kg}$. Celková hmotnost svalů všech dívek byla na pravé i levé ruce shodně 9,9 kg. U chlapců jsme naměřili 14 kg na levé ruce a 13,8 kg na pravé ruce. U tenistů hrajících levou rukou byl větší rozdíl v množství svalové hmoty než u tenistů hrajících pravou rukou.

Protože jsme u nikoho z hráčů nenaměřili menší množství svalové hmoty na horní končetině, ve které drží raketu, usuzujeme, že preference ruky při tenise má vliv na množství svalů. Vliv ale nebude tak velký, jak jsme očekávali. Rozdíly na obou končetinách byly minimální a dokonce u 4 hráčů z 10 jsme na obou končetinách naměřili stejné množství svalů.

5.4 Vyhodnocení množství tuku na horních končetinách

Graf 3

Vyhodnocení množství tuku na horních končetinách



(zdroj vlastní 2024)

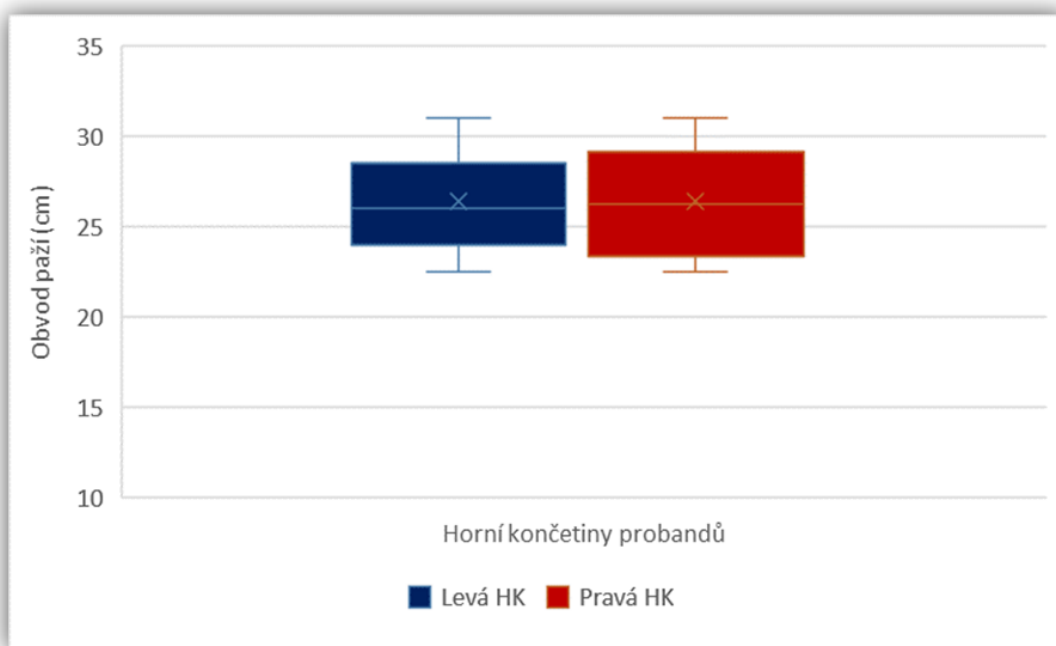
Graf č. 3 zaznamenává množství tukové hmoty na horních končetinách. U všech tenistů hrajících pravou rukou bylo naměřeno větší množství tukové hmoty na jejich levé ruce. U tenistů, kteří hrají levou rukou, jsme naměřili buď větší množství tukové hmoty na pravé ruce, nebo shodné množství tuku na obou rukách. Žádný tenista tedy neměl větší množství tukové hmoty na horní končetině, ve které drží raketu. Největší množství tukové hmoty bylo naměřeno shodně 1,1 kg u respondentek č. 2 a 8. Mezi chlapci dosáhl nejvyšších hodnot proband č. 5, a to 0,9 kg. Nejméně kg tuku (0,5 kg na pravé a 0,4 kg na levé ruce) jsme naměřili probandce č. 9. Rozdíly v množství tukové hmoty na pravé a levé HK nebyly příliš velké. Největší rozdíl 0,2 kg byl naměřen u probandky č. 8. U ostatních tenistů byl rozdíl 0,1 kg nebo 0 kg.

Největší procento tuku jsme naměřili probandce č. 8 (38,2 % na levé ruce a 33,7 % na pravé ruce). Tato hráčka měla také největší rozdíl mezi pravou a levou HK. Nejmenší procento tuku jsme naměřili u respondenta č. 6. Tento hráč měl 13,9 % tuku na pravé ruce a 17 % tuku na levé ruce.

5.5 Vyhodnocení obvodů paží

Graf 4

Vyhodnocení obvodů paží



(zdroj vlastní 2024)

Obvody horních končetin jsme měřili vsedě v nejširším místě bicepsu. Výsledky jsme porovnali s tím, v jaké ruce drží hráči tenisovou raketu. Graf č. 4 znázorňuje rozdíly v měření obvodů u pravé a levé paže. Osm z deseti tenistů má větší obvod na dominantní končetině pro tenis. U jednoho chlapce, který drží raketu v pravé ruce, jsme naměřili shodně 28 cm na pravé i levé ruce. U jedné dívky, která hraje levou rukou, jsme na obou horních končetinách naměřili 22,5 cm. Nikdo z tenistů tedy nemá větší obvod na nedominantní paži.

Když porovnáme obvody dominantních končetin, tak všechny dívky držící raketu v pravé ruce, měly obvody pravé paže větší, než měly obvody levé paže ostatní dívky, které drží raketu v levé ruce. U chlapců bylo naměřeno nejvíce 31 cm shodně u dvou probandů. Proband č. 7 drží raketu v levé ruce a proband č. 6 v pravé. Tento hráč měl na horních končetinách i největší množství svalové hmoty. Naopak nejmenší obvod na

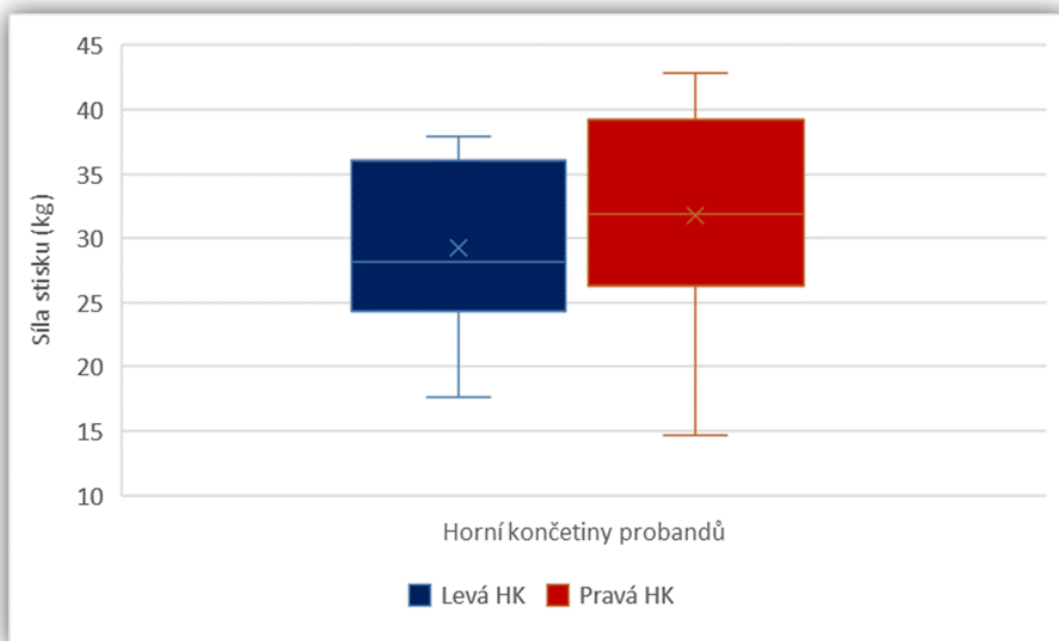
dominantní končetině byl naměřen u probanda, který hraje levou rukou, tento obvod byl 23 cm. Největší obvod z dívek (29 cm) jsme naměřili na pravé ruce probandce č. 8, která měla nejmenší množství svalové hmoty ze všech hráčů.

Průměrný obvod paže tenistů hrajících pravou rukou byl na pravé paži 27,58 cm ± 2,01 cm a na levé 26,75 cm ± 2,12 cm. Průměrný obvod u tenistů hrajících levou rukou byl na pravé paži 24,63 cm ± 2,84 cm a na levé 25,88 cm ± 3,21 cm.

5.6 Vyhodnocení síly stisku na horních končetinách

Graf 5

Vyhodnocení síly stisku na horních končetinách



(zdroj vlastní 2024)

Graf 5 znázorňuje velikost síly, kterou hráči vynaložili při stisku ručního dynamometru. Hráči provedli dva pokusy stisku pravou rukou a dva pokusy levou rukou. K našemu porovnání výsledků nám sloužily především lepší výkony. Zajímalo nás, zda bude u všech hráčů větší síla stisku tou horní končetinou, ve které drží raketu.

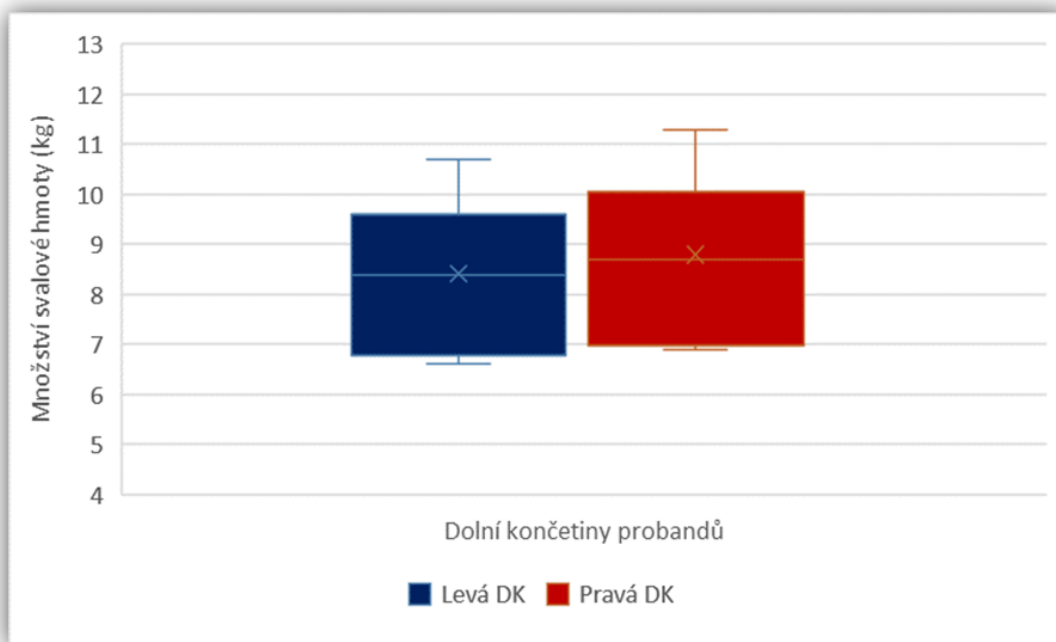
Osm z deseti hráčů provedlo lepší stisk pravou rukou. Pouze dvě levoruké tenistky předvedly lepší výkon levou horní končetinou. Největší stisk 42,8 kg vykonal proband č. 6. Tento tenista hraje pravou rukou a byl mu naměřen největší obvod a nejvíce množství svalové hmoty na PHK. Nejmenší stisk provedla probandka č. 9, u níž dynamometr na PHK ukázal 14,7 kg.

Průměrný stisk pravorukých tenistů činil $33,50 \text{ kg} \pm 6,37 \text{ kg}$ pravou rukou a $29,07 \text{ kg} \pm 5,17 \text{ kg}$ levou rukou. Průměrný stisk tenistů, kteří hrají levou rukou, byl $29,58 \text{ kg} \pm 7,63 \text{ kg}$ levou rukou a $29,18 \text{ kg} \pm 9,59 \text{ kg}$ pravou rukou.

5.7 Vyhodnocení množství svalové hmoty na dolních končetinách

Graf 6

Vyhodnocení množství svalové hmoty na dolních končetinách



(zdroj vlastní 2024)

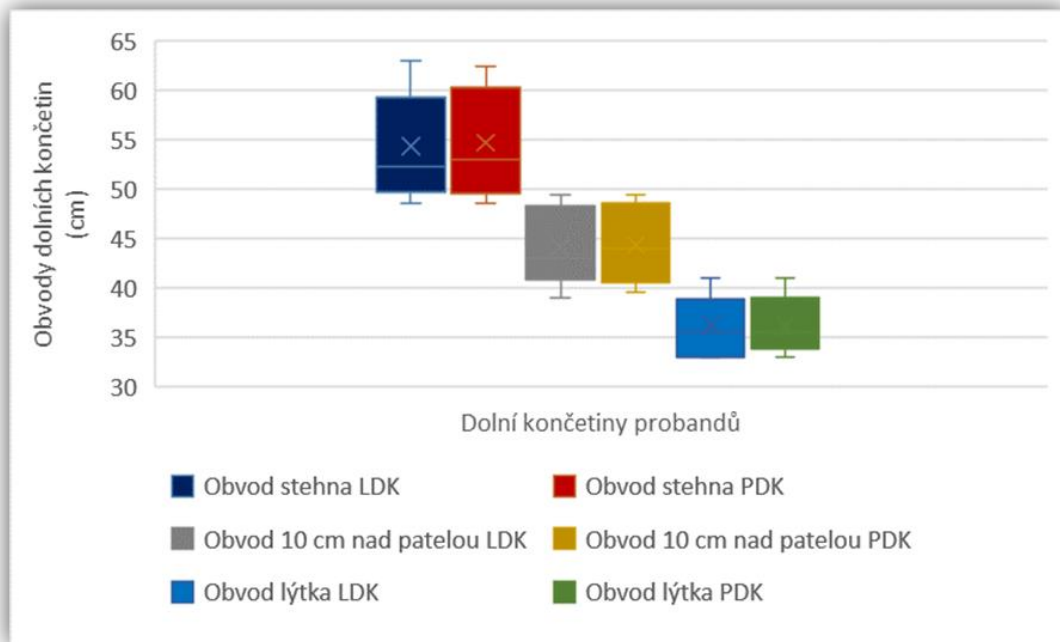
V grafu č. 6 můžeme vidět množství svalové hmoty na dolních končetinách. Zajímavé je, že všichni hráči, ať už se jedná o praváky nebo leváky, měli větší množství svalové hmoty na pravé noze. Největší rozdíl byl shodně naměřen u třech probandů. Tento rozdíl činil 0,6 kg. Největší množství svalové hmoty bylo naměřeno u probanda č. 7 a to 22 kg na obou končetinách, na pravé noze 11,3 kg a na levé 10,7 kg. Tento hráč drží raketu v levé ruce a pro výskok zvolil jako svou lepší končetinu také levou nohu. Nejmenší množství 13,5 kg bylo naměřeno u probandky č. 8. Tato dívka měla nejmenší množství svalů i na horní končetině. Na pravé noze jsme jí naměřili 6,9 kg a na levé 6,6 kg. U dívek měla nejvyšší hodnotu 18 kg probandka č. 2, na pravé noze 9,1 kg a na levé 8,9 kg. Výsledky ukazují, že některé dívky měly větší množství svalové hmoty na dolních končetinách než chlapci. Nejnižší hodnotu u chlapců 15,9 kg měl proband č. 5, na pravé noze jsme mu naměřili 8,1 kg a na levé 7,8 kg. Průměrné

množství svalové hmoty u dívek na pravé noze bylo 7,64 kg, na levé noze 7,38 kg a u chlapců na pravé 9,94 kg a na levé 9,44 kg.

5.8 Vyhodnocení obvodů segmentů dolních končetin

Graf 7

Vyhodnocení obvodů segmentů dolních končetin



(zdroj vlastní 2024)

Obvody dolních končetin jsme měřili vleže v nejširším místě stehna (pod gluteální rýhou), 10 cm nad patelou a v nejširším místě lýtky. Obvody byly měřeny ručně, nemuselo se proto povést změřit obvod na obou končetinách a u všech probandů na stejném místě (graf 7).

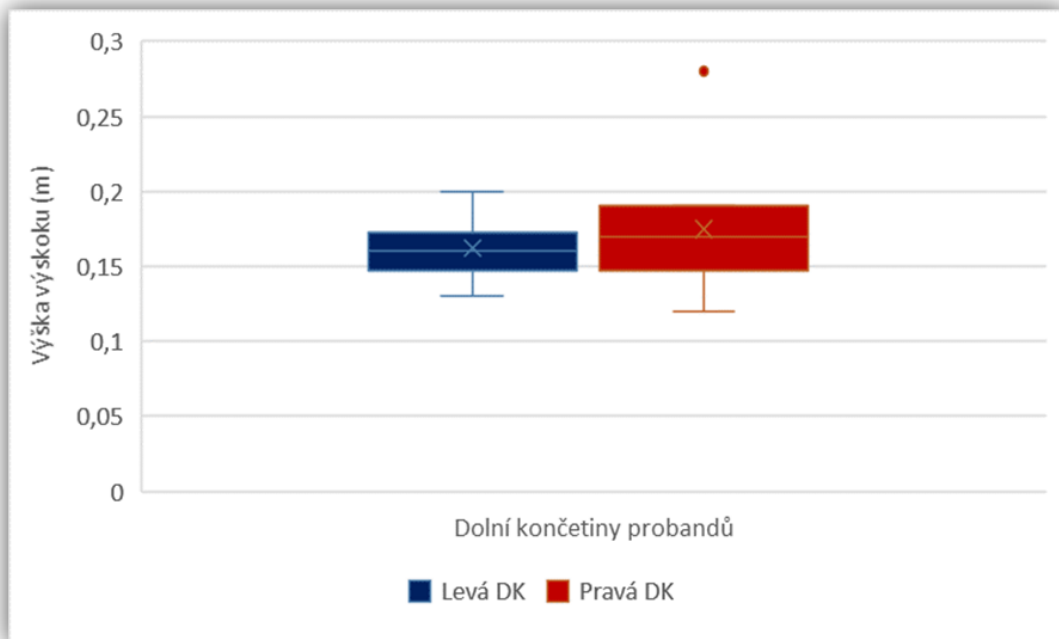
Obvod lýtky v nejširším místě jsme dokonce u 7 tenistů naměřili stejný na obou končetinách, u 2 probandů byl větší na pravé a u 1 na levé. Obvod 10 cm nad kolenem byl shodný na P i L noze pouze v jednom případě. V šesti případech byl větší na pravé končetině a ve třech na levé. Obvod stehna se ukázal 5x větší na pravé noze, 2x na levé noze a 3x se shodoval na obou končetinách. Zajímavý výsledek nám vyšel u probanda č. 5, který měl ve všech třech případech nulový rozdíl mezi pravou a levou končetinou.

U většiny probandů tedy vyšly obvody buď větší na pravé končetině, nebo shodné na obou končetinách. Celkem u 13 tenistů jsme zjistili větší obvod na pravé noze, 11x byl obvod shodný na obou nohách a pouze 6 tenistů mělo větší obvod v některém z měřených míst na levé končetině.

5.9 Vyhodnocení výskoku na reakční plošině

Graf 8

Vyhodnocení výskoku na reakční plošině



(zdroj vlastní 2024)

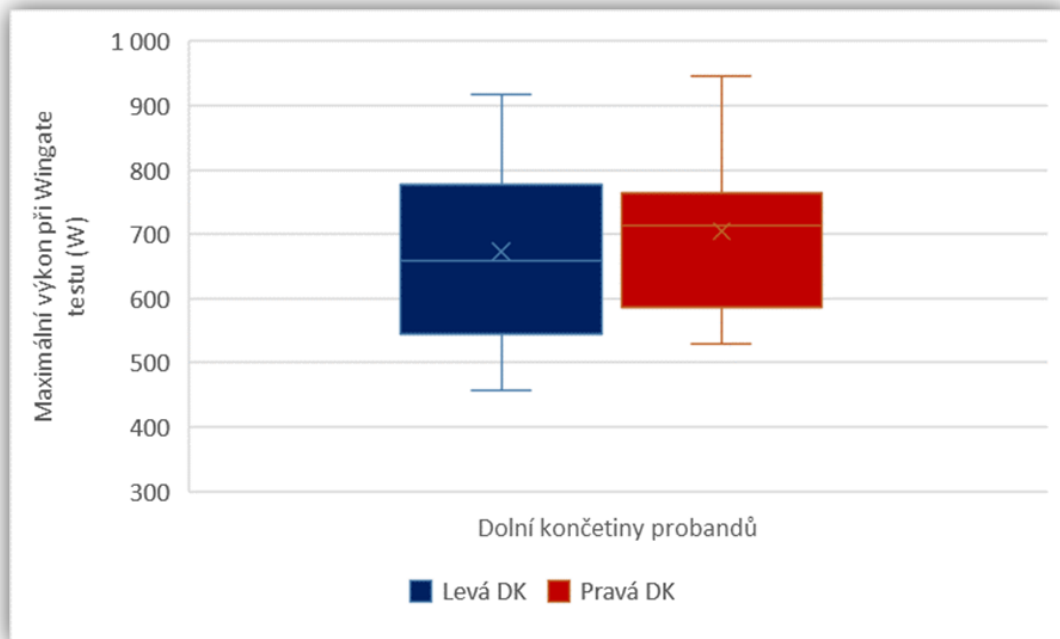
Tenisté provedli dva výskoky na pravé noze, dva výskoky na levé noze a dva výskoky na obou nohách současně. Výsledky jsme zaznamenali, porovnali a vypočítali rozdíly. Vybrali jsme si lepší výkony a dále s nimi pracovali.

Podle výsledků na reakční plošině 3 hráči neurčili stejnou dominantní dolní končetinu, kterou pak provedli lepší výskok. Když se ale podíváme na výsledky všech probandů a porovnáme rozdíly levé a pravé nohy, nevidíme velké rozdíly. Rozdíly se pohybují okolo 0,02 m, pouze třetí proband skočil pravou nohou o 0,12 m výše než levou nohou. Zajímavé je, že tento hráč v dotazníku uvedl, že jeho silnější noha při výskoku je levá. Tento hráč drží raketu v pravé ruce. Pouze u 4 hráčů byla zjištěna zkřížená lateralita, a to u dvou hráčů hrajících tenis pravou rukou a dvou hrajících levou. U jednoho probanda jsme zaznamenali stejnou výšku výskoku na obě končetiny. Při jeho prvním pokusu jsme naměřili výskok 0,17 m na pravou i levou nohu a při druhém pokusu 0,16 m na pravou i levou nohu. Nejvyšší výskok zaznamenal již zmíněný proband č. 3. Při výskoku z pravé dolní končetiny se mu podařilo vyskočit do výšky 0,28 m (graf 8).

5.10 Vyhodnocení Wingate testu

Graf 9

Vyhodnocení maximálního výkonu při Wingate testu

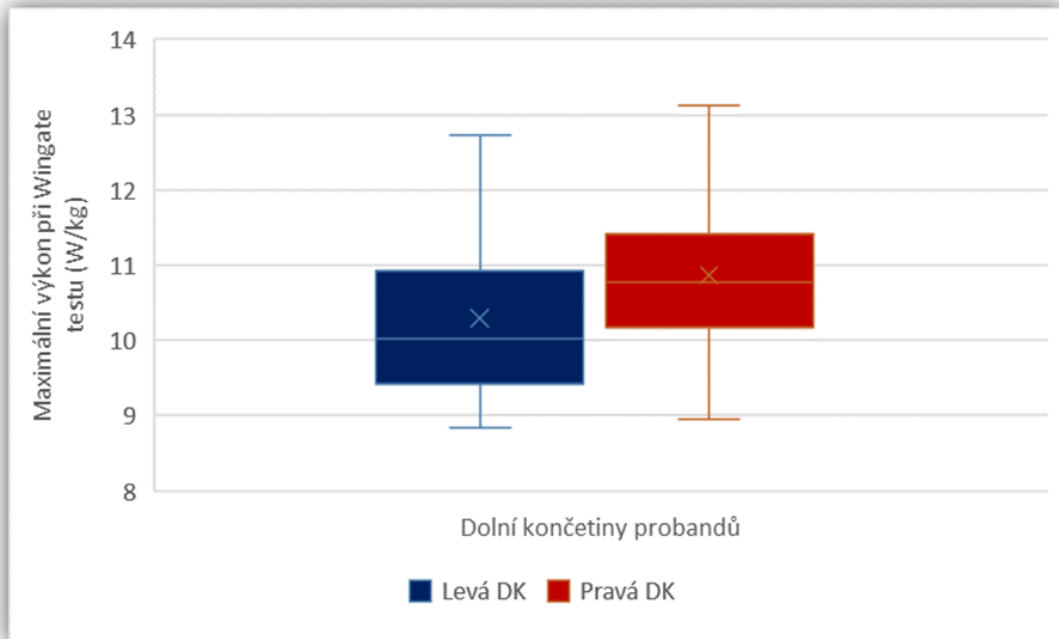


(zdroj vlastní 2024)

Graf č. 9 znázorňuje maximální výkon podaný při Wingate testu. U 8 z 10 probandů jsme naměřili lepší výkon pravé končetiny. Pouze 2 dívky (probandky č. 1 a 2), které hrají tenis pravou rukou, provedly lepší výkon levou nohou. Tyto dívky měly větší množství svalové hmoty na pravé dolní končetině. Probandka č. 1 provedla vyšší výskok pravou nohou a probandka č. 2 levou nohou. Zajímavé je, že rozdíl v maximálních výkonech na pravé DK a levé DK u probandky č. 2 byl 76,65 W. Tento rozdíl mezi končetinami je třetí největší mezi všemi účastníky měření. Největší rozdíl 77,14 W byl naměřen u probanda č. 5. Největšího maximálního výkonu 945,92 W dosáhl proband č. 6 pravou DK. Z dívek podala nejlepší výkon 745,25 W probandka č. 2. Nejmenší výkon podala levoruká respondentka č. 10 levou nohou (457,68 W). Největší rozdíl mezi chlapci (77,14 W) byl zaznamenán u probanda č. 5. Zajímavé je, že tomuto hráči byly naměřeny stejné obvody obou DK, provedl i stejný výskok na obě končetiny a ani rozdíl v množství svalové hmoty na PDK a LDK nebyl příliš velký. Nejmenší rozdíl v maximálním výkonu při Wingate testu nám vyšel u probandky č. 1. Tento rozdíl činil 18,09 W.

Graf 10

Vyhodnocení maximálního výkonu při Wingate testu přepočteného na kg jedince



(zdroj vlastní 2024)

Maximální výkony při Wingate testu z předchozího grafu jsme přepočítali na kilogramy jedinců a znázornili v grafu č. 10. Výsledky se nám trochu pozměnily. U chlapců dosáhl největšího výkonu stejně jako v předchozím případě proband č. 6 s výkonem 13,12 W/kg pravou nohou a 12,72 W/kg levou nohou. U dívek ale nastala změna. Nejlepšího výsledku dosáhla respondentka č. 1, která podala výkon 10,70 W/kg levou dolní končetinou a 10,44 W/kg pravou dolní končetinou. Největší rozdíl mezi končetinami jsme v tomto případě vypočítali u probandky č. 10. Tento rozdíl činil 1,39 W/kg.

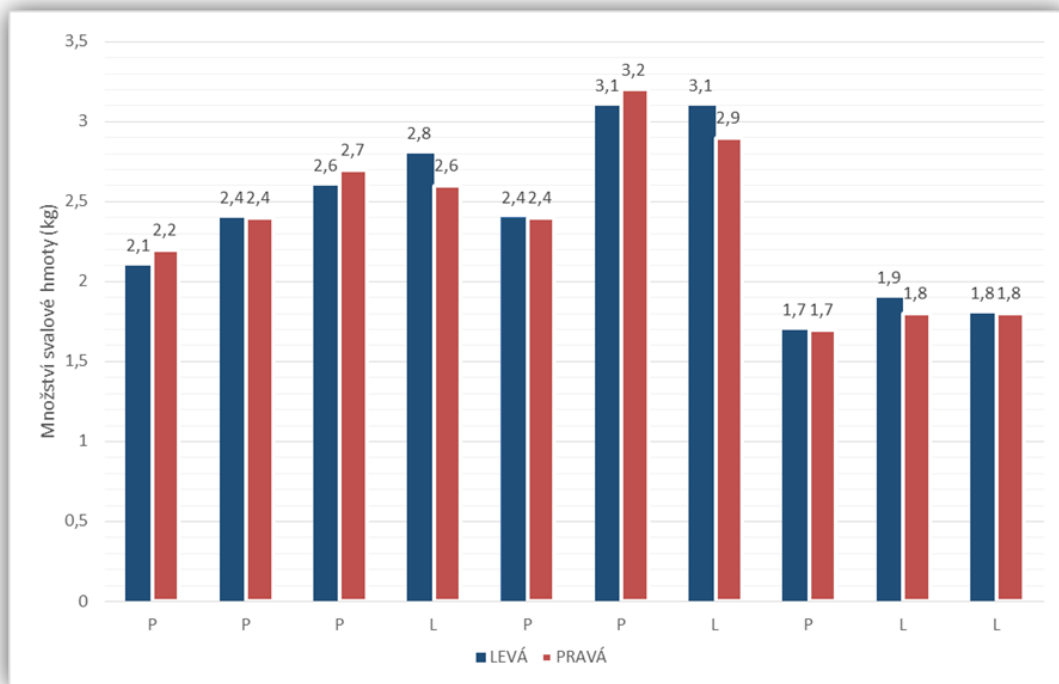
5.11 Porovnání dominantní a nedominantní horní končetiny pro tenis s množstvím svalové hmoty

Následující dva sloupcové grafy představují vzájemný vztah mezi držetím rakety s námi naměřenými hodnotami. Sloupce znázorňují získané hodnoty na jednotlivých končetinách. Každému hráči náleží dva přidružené sloupce. Modrá barva zobrazuje levou stranu těla a červená barva pravou stranu těla. Dole pod sloupci u každého probanda můžeme vidět písmena P (pravá) a L (levá), která značí, jakou ruku preferuje daný hráč pro hraní úderů v tenise.

Graf č. 11 znázorňuje porovnání horní končetiny, ve které drží hráči raketu s množstvím svalové hmoty. U žádného z hráčů se nestalo, že by preferovaná končetina pro tenis měla menší podíl svalové hmoty než druhá končetina. V šesti případech korespondovalo držení rakety s množstvím svalové hmoty. Ve čtyřech případech bylo na obou rukách naměřeno stejné množství svalové hmoty.

Graf 11

Porovnání dominantní a nedominantní horní končetiny pro tenis s množstvím svalové hmoty



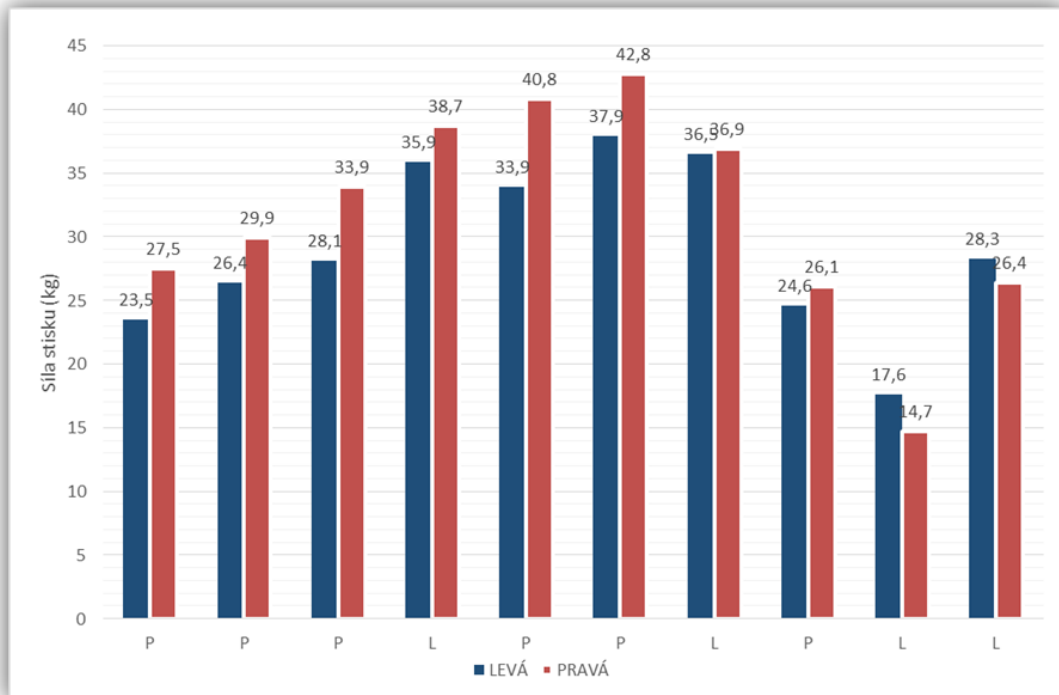
(zdroj vlastní 2024)

5.12 Porovnání dominantní a nedominantní horní končetiny pro tenis se silou stisku

Graf č. 12 zobrazuje vliv preferované horní končetiny při tenise na sílu stisku. Osm z deseti tenistů provedlo lepší stisk končetinou, ve které drží raketu. Šest hráčů pravou rukou a dva hráči levou rukou. Zbýlí dva leváci vykonali silnější stisk pravou horní končetinou.

Graf 12

Porovnání dominantní a nedominantní horní končetiny pro tenis se silou stisku



(zdroj vlastní 2024)

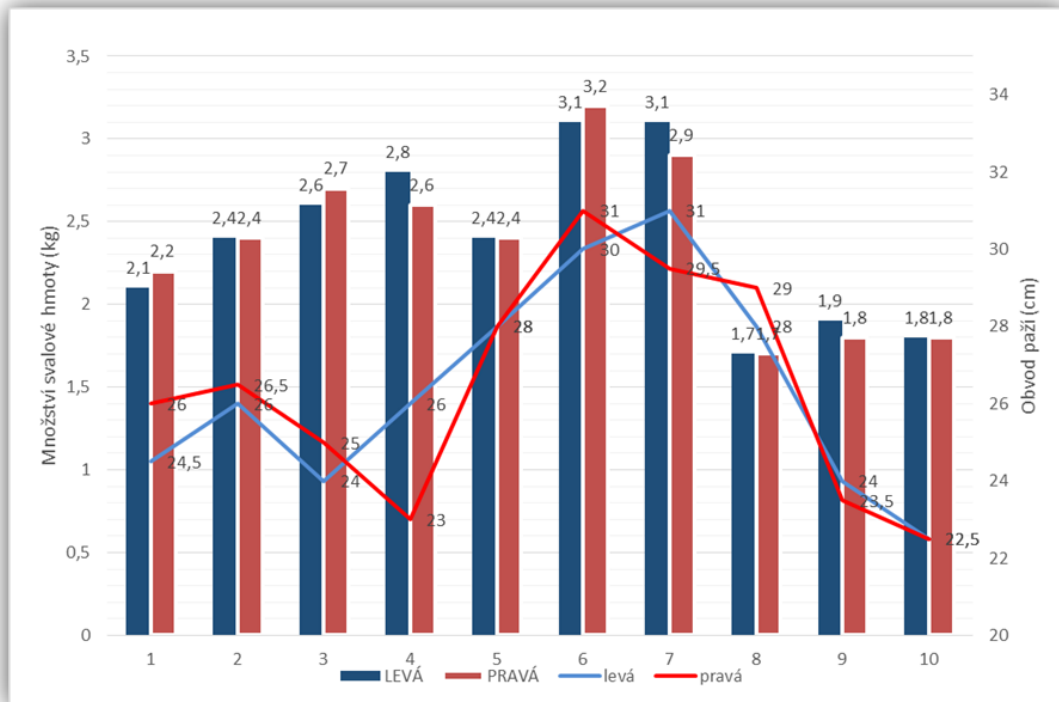
V dalších grafech porovnáváme dvě naměřené hodnoty mezi sebou a zjišťujeme jejich vztahy. Pro porovnání jsme vybrali kombinaci sloupcového a spojnicového grafu. Modrá barva v obou případech představuje levou končetinu a červená barva pravou končetinu. Hodnoty sloupcového grafu jsou znázorněny na levé straně osy Y. Hodnoty spojnicového grafu jsou znázorněny na pravé straně osy Y. Osa X představuje jednotlivé účastníky měření.

5.13 Porovnání množství svalové hmoty s obvody paží

Když porovnáme množství svalové hmoty na jednotlivých horních končetinách s obvody paží, zjistíme, že výsledky si vzájemně odpovídají. Zajímavé je, že dva tenisté, u kterých jsme naměřili stejné obvody na obou HK, mají i stejné množství svalů. Pouze ve dvou případech z deseti se výsledky neshodují, a to u tenistek, které měly stejné množství svalů na obou rukách. Respondentka č. 2 měla větší obvod na pravé HK o 0,5 cm a respondentka č. 7 o 1 cm, také na pravé HK (graf 13).

Graf 13

Porovnání množství svalové hmoty s obvody paží



(zdroj vlastní 2024)

Provedli jsme normalitu dat a zjistili jsme, že data jsou rozložená normálně. Pro výpočet korelace jsme tedy použili Pearsonův korelační koeficient, který nám vyšel 0,926. Výsledek je statisticky významný.

5.14 Porovnání množství svalové hmoty se silou stisku na horních končetinách

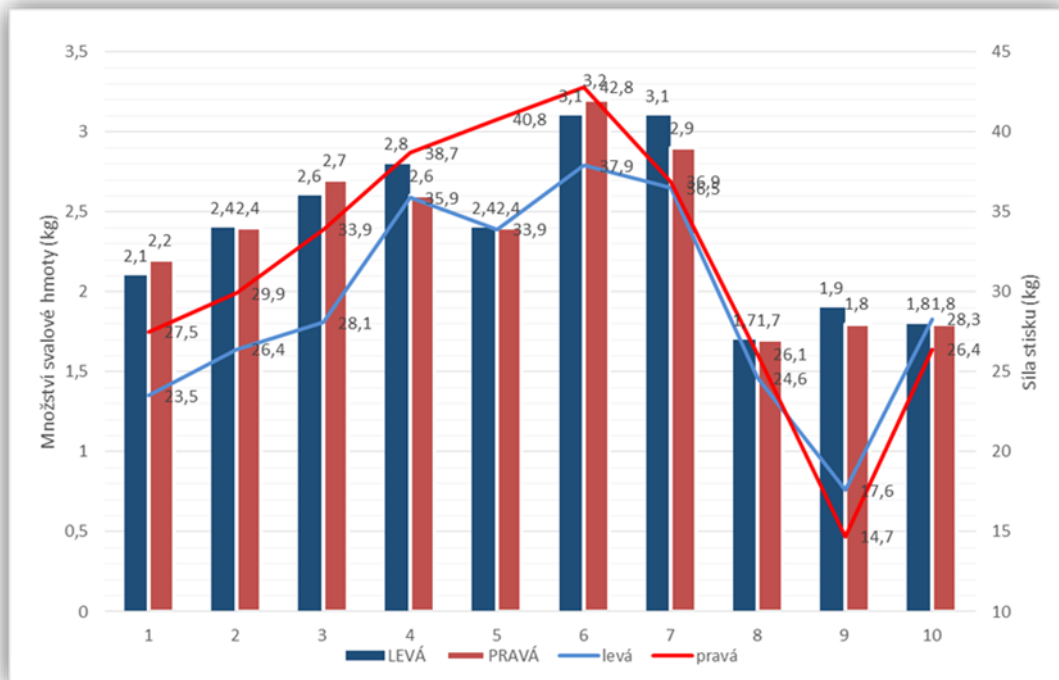
Graf č. 14 znázorňuje porovnání množství svalové hmoty se silou stisku. Čtyřem respondentům bylo naměřeno stejné množství svalové hmoty na pravé i levé horní končetině. 3 z nich provedli lepší stisk pravou rukou (všichni hrají tenis pravou rukou) a jedna z nich provedla lepší stisk levou rukou (raketu drží v levé ruce). Třem hráčům bylo naměřeno větší množství svalů na pravé končetině. Všichni tito hráči provedli pravou končetinou větší stisk. Větší množství svalové hmoty na levé ruce bylo naměřeno 3 probandům. Pouze jeden z nich měl větší stisk levou rukou.

Celkem 4 respondenti dosáhli většího stisku horní končetinou s větším podílem svalové hmoty, 3 z nich pravou a 1 levou. Lepšího stisku levou rukou se podařilo dosáhnout pouze dvěma dívkám. Jedna z nich měla stejné množství svalové hmoty na obou končetinách a druhá měla o 0,1 kg více na levé končetině.

Podle těchto výsledků usuzujeme, že na sílu stisku má větší vliv držení rakety než množství svalové hmoty. Všechny tři parametry ale mohou být ve vzájemném vztahu.

Graf 14

Porovnání množství svalové hmoty se silou stisku na horních končetinách



(zdroj vlastní 2024)

Pro porovnání síly stisku a množství svalové hmoty jsme také použili Pearsonův korelační koeficient. Výsledek není statisticky významný, protože hodnota korelace byla 0,493. Když se ale podíváme na každou horní končetinu zvlášť, hodnota korelace na levé straně těla dosáhla hodnoty 0,816 a na pravé straně 0,823. Tyto hodnoty jsou statisticky významné.

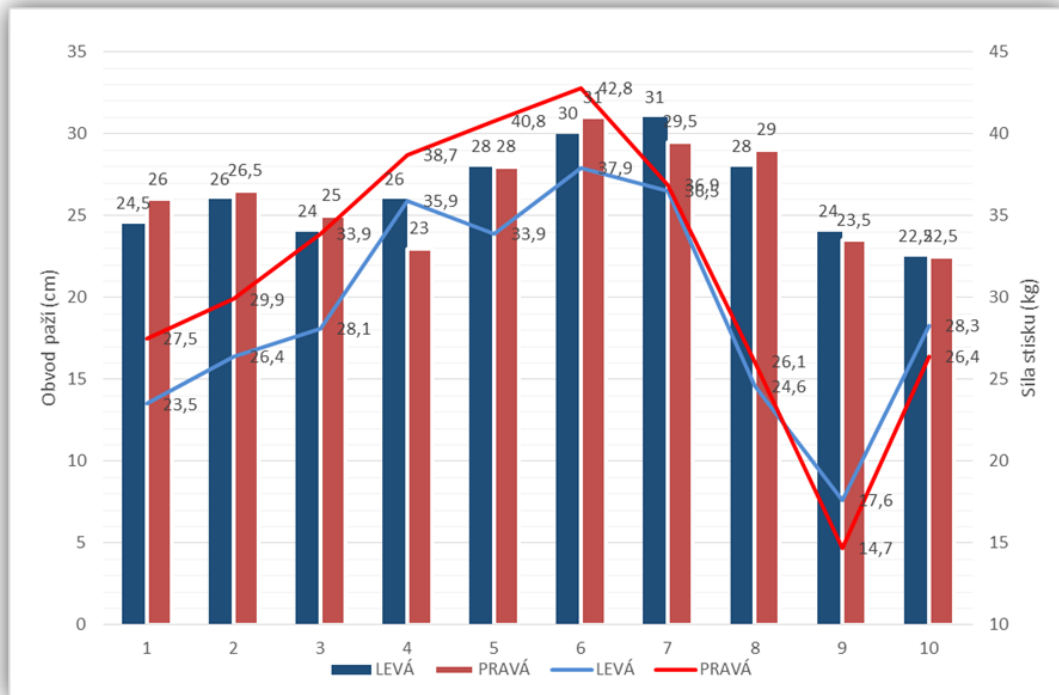
5.15 Porovnání obvodů paží se silou stisku

Výsledky obvodů paží se se silou stisku příliš neshodují. Osm z deseti tenistů provedlo lepší stisk pravou horní končetinou. Větší obvod pravé paže mělo jen 5 tenistů, levé paže 3 a stejnou hodnotu na obou rukách měli 2 hráči (graf 15).

Celkem u 6 hráčů dynamometr ukázal větší hodnotu na paži, která měla zároveň i větší obvod, pětkrát na pravé a jednou na levé HK.

Graf 15

Porovnání obvodů paží se silou stisku



(zdroj vlastní 2024)

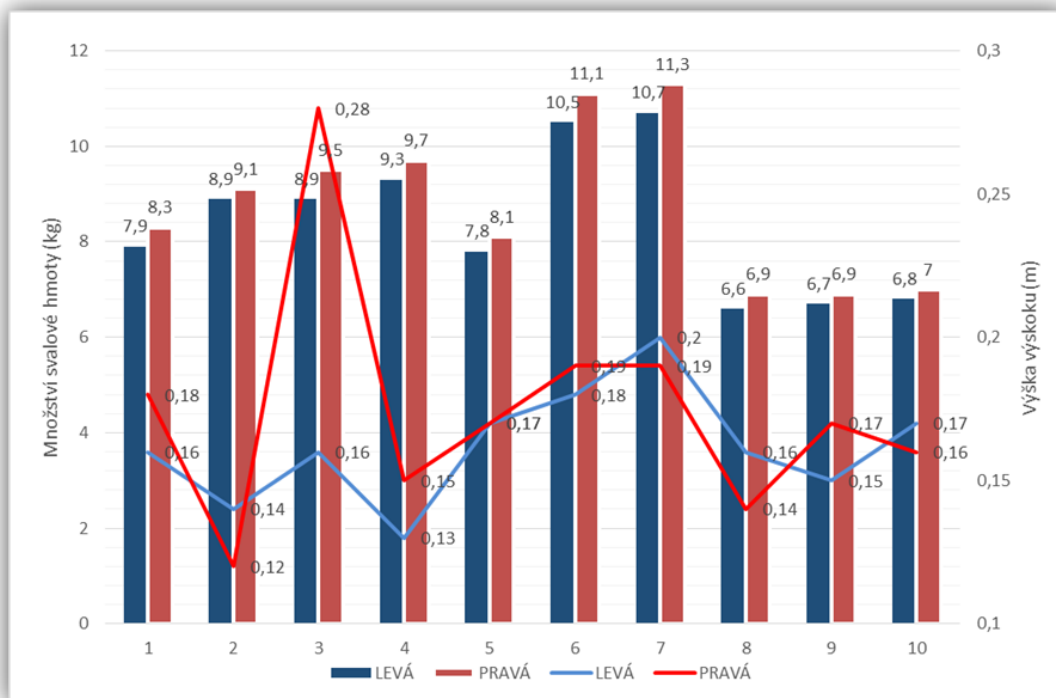
Pearsonův korelační koeficient závislosti obvodů paží se silou stisku dosáhl hodnoty 0,311. Výsledek je tedy statisticky nevýznamný. Hodnota korelace na levé straně těla dosáhla hodnoty 0,653. Tento výsledek je statisticky významný na rozdíl od pravé strany těla, kde hodnota Pearsonova korelačního koeficientu dosáhla hodnoty 0,496.

5.16 Porovnání množství svalové hmoty s výškou výskoku na dolních končetinách

Všem hráčům bylo naměřeno větší množství svalové hmoty na pravé dolní končetině. Celkem 5 tenistů dosáhlo většího výskoku končetinou s větším množstvím svalové hmoty. Jednomu hráči byl naměřen stejný výskok na obě nohy. Jeho rozdíl v množství svalů činil 0,3 kg. 4 tenisté z 10 tedy provedli vyšší výskok na levé končetině i přes to, že na ní měli méně svalové hmoty. Z těchto výsledků usuzujeme, že množství svalové hmoty na výšku výskoku nemá zásadní vliv.

Graf 16

Porovnání množství svalové hmoty s výškou výskoku na dolních končetinách



(zdroj vlastní 2024)

V tomto případě jsme zjistili, že data nejsou rozložena normálně. Pro výpočet významnosti jsme tedy použili Spearmanův korelační koeficient. Hodnota korelace dosáhla 0,494. Výsledek je tedy statisticky nevýznamný.

5.17 Porovnání množství svalové hmoty s obvody na dolních končetinách

V naší práci jsme také zjišťovali, zda koresponduje množství svalové hmoty s obvody končetin (grafy 17, 18, 19). Obvody lýtek jsme u 7 respondentů naměřili shodné na obou končetinách, u 2 byl větší na pravé a u 1 na levé dolní končetině. Obvod 10 cm nad kolenem byl shodný na obou končetinách pouze v jednom případě. V šesti případech byl větší na pravé noze a ve třech na levé. Obvod stehna měli 3 respondenti shodný na obou končetinách, u 5 byl větší na pravé a u 2 na levé dolní končetině.

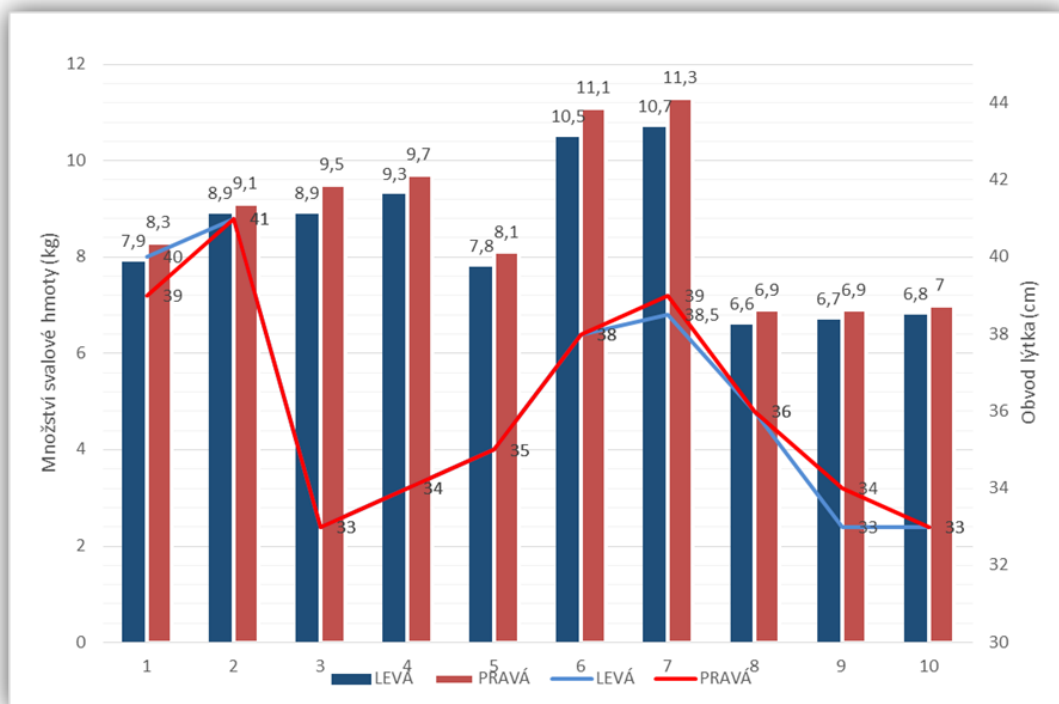
Množství svalové hmoty jsme naměřili u všech probandů větší na pravé dolní končetině. Když se tedy podíváme pouze na pravou dolní končetinu, pak obvod lýtky byl větší pouze u 2 respondentů, obvod kolena u 6 a obvod stehna u 5. Z těchto

výsledků vyplývá, že končetiny s větším množstvím svalů nemusí mít větší obvody končetin.

Podle Spearmanova korelačního koeficientu jsme porovnali jednotlivé obvody končetin s množstvím svalové hmoty. Ani jeden výsledek se neukázal jako statisticky významný.

Graf 17

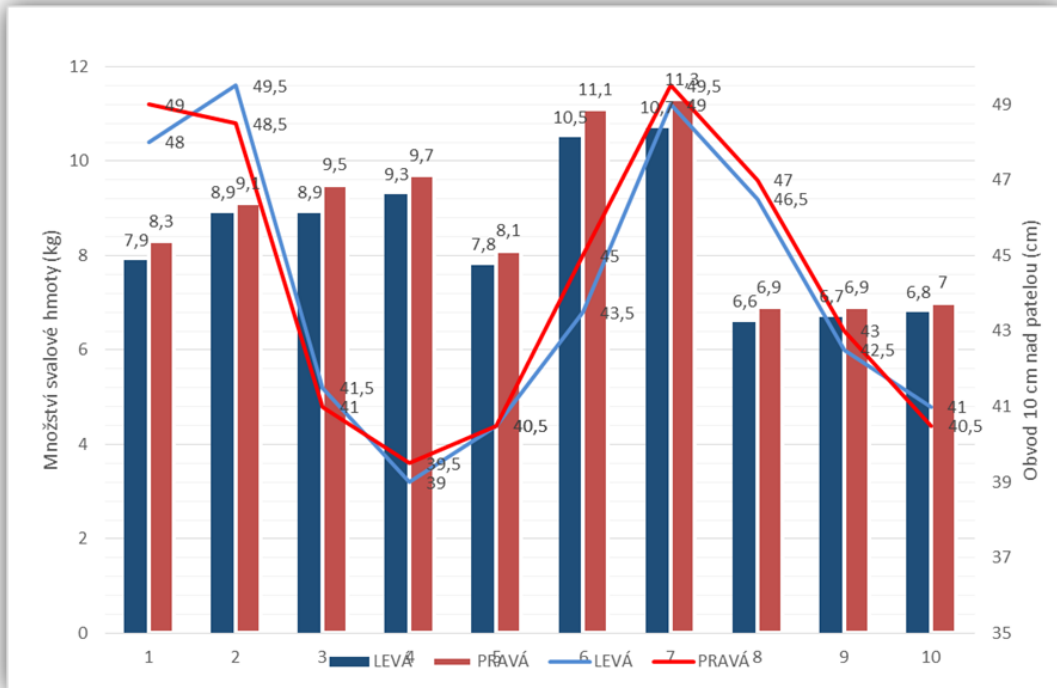
Porovnání množství svalové hmoty s obvody lýtek



(zdroj vlastní 2024)

Graf 18

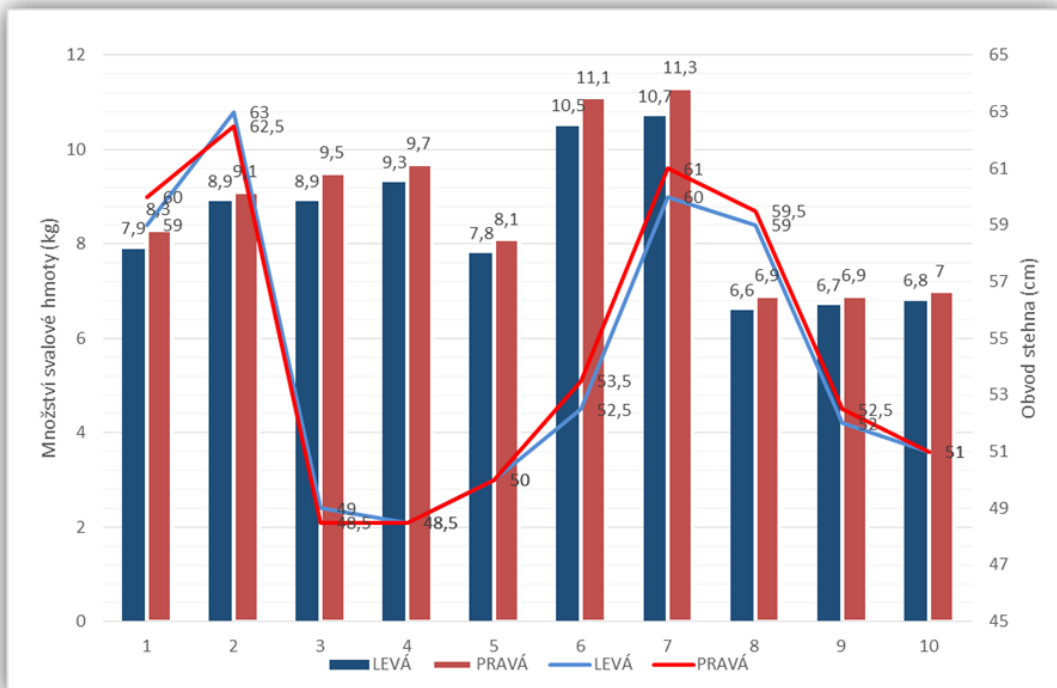
Porovnání množství svalové hmoty s obvody 10 cm nad patelou



(zdroj vlastní 2024)

Graf 19

Porovnání množství svalové hmoty s obvody stehna



(zdroj vlastní 2024)

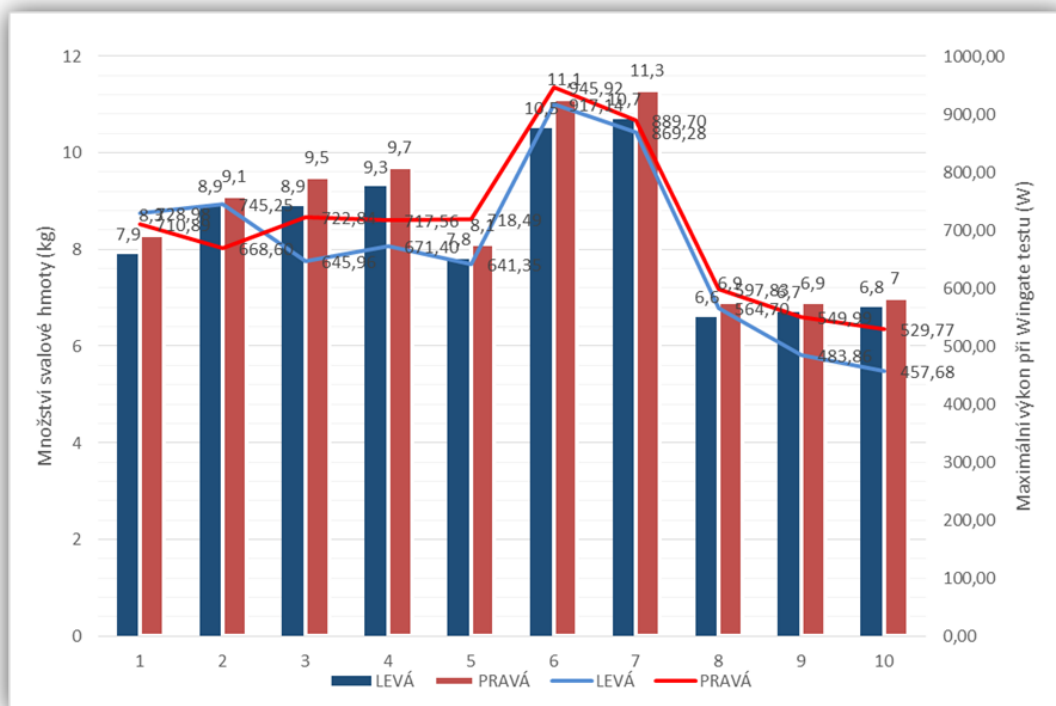
5.18 Porovnání množství svalové hmoty s maximálním výkonem při Wingate testu

V grafu č. 20 je znázorněno porovnání maximálního výkonu při Wingate testu s množstvím svalové hmoty. Všem tenistům bylo naměřeno větší množství svalové hmoty na pravé dolní končetině. Osm z nich podalo pravou DK i lepší výkon. Levá noha se ukázala výkonnější pouze u dvou hráčků. Jedné z nich jsme dokonce naměřili druhý největší rozdíl ve výkonech obou končetin.

Množství svalové hmoty na dolních končetinách by mohlo mít vliv na jejich výkonnost. Pearsonův korelační koeficient závislosti maximálního výkonu při Wingate testu na množství svalové hmoty u DK určil korelaci jako statisticky nevýznamnou. Jeho hodnota mezi těmito dvěma proměnnými dosáhla 0,113.

Graf 20

Porovnání množství svalové hmoty s maximálním výkonem při Wingate testu

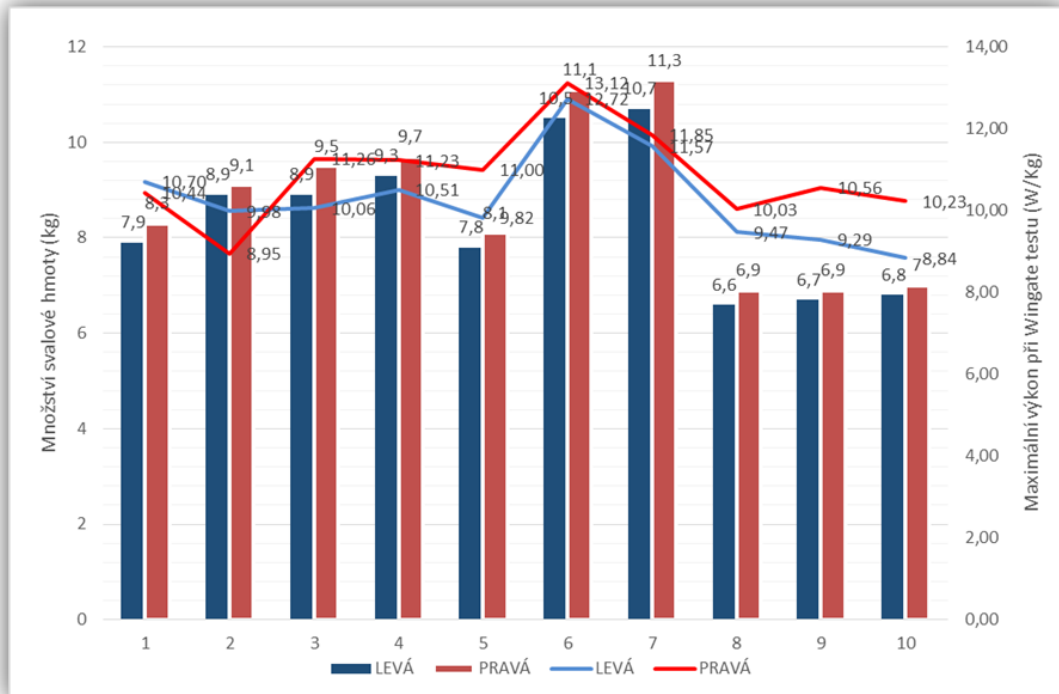


(zdroj vlastní 2024)

5.19 Porovnání množství svalové hmoty s výsledky Wingate testu přepočtenými na kg jedince

Graf 21

Porovnání množství svalové hmoty s výsledky Wingate testu přepočtenými na kg jedince



(zdroj vlastní 2024)

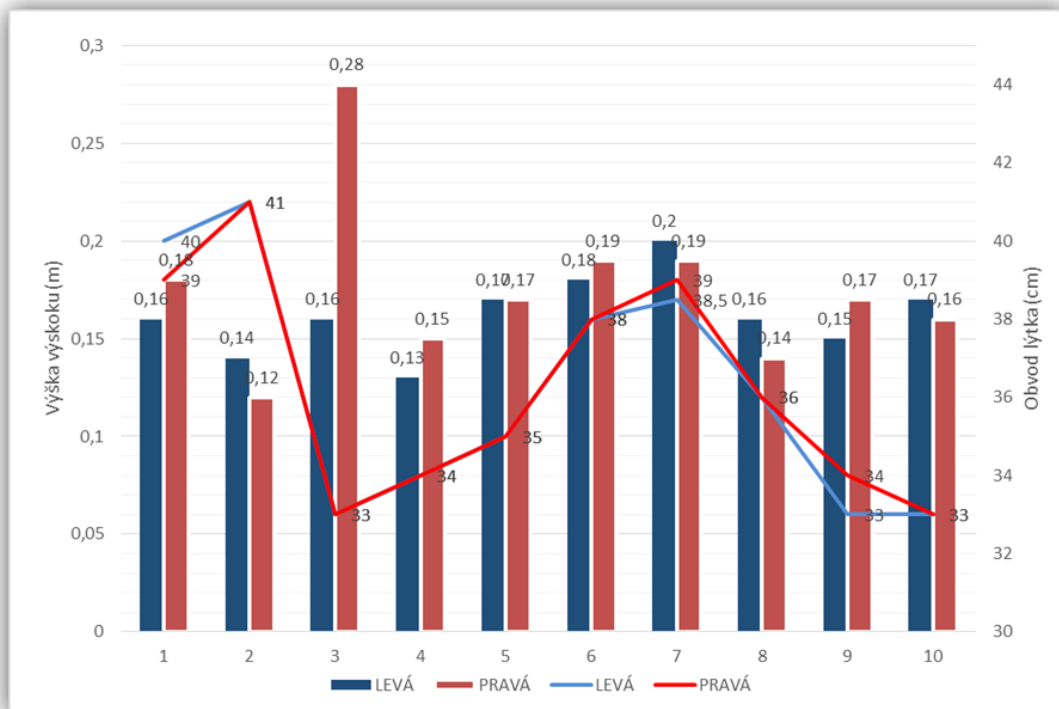
V grafu č. 21 je znázorněno porovnání dosaženého výkonu při Wingate testu s množstvím svalové hmoty na dolních končetinách. Výkon při Wingate testu jsme přepočítali na kilogram jedince. Celkem u 80 % tenistů koresponduje množství svalové hmoty s výkonem při Wingate testu. Všech 10 hráčů mělo větší podíl svalové hmoty na pravé DK. Pouze respondentky č. 1 a 2 při Wingate testu podaly vyšší výkon levou dolní končetinou. Nejlepších výkonů dosáhli chlapci, kterým bylo naměřeno i největší množství svalové hmoty, naopak nejhorších výkonů dosáhly dívky s nejnižším množstvím svalové hmoty.

Z těchto výsledků vyplývá, že množství svalové hmoty by mohlo mít vliv na výkonnost končetin. Výsledek je ale statisticky nevýznamný, protože hodnota Pearsonova korelačního koeficientu dosáhla -0,112. Když se ale podíváme na jednotlivé končetiny zvlášť, hodnota Pearsonova korelačního koeficientu na levé straně těla dosáhla hodnoty 0,871 a na pravé straně 0,670. Tyto výsledky jsou statisticky významné.

5.20 Porovnání výšky výskoku s obvody na dolních končetinách

Graf 22

Porovnání výšky výskoku s obvody lýtek



(zdroj vlastní 2024)

Graf 23

Porovnání výšky výskoku s obvody 10 cm nad patelou



(zdroj vlastní 2024)

Graf 24

Porovnání výšky výskoku s obvody stehna



(zdroj vlastní 2024)

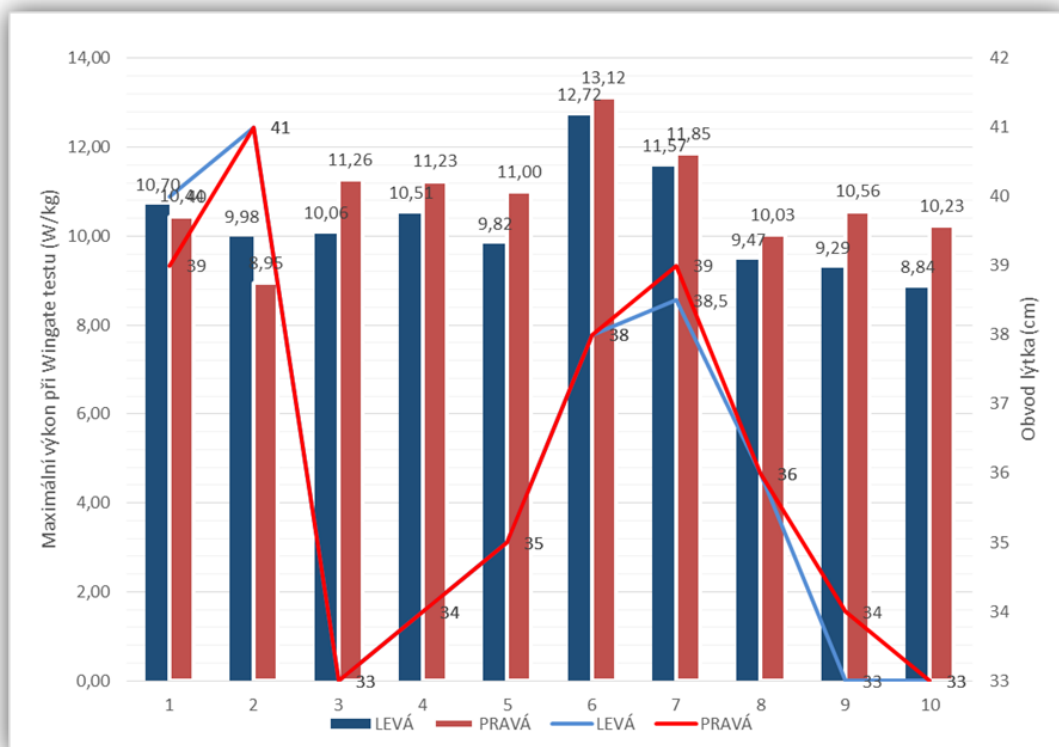
V grafech 22, 23 a 24 jsme porovnávali obvody dolních končetin s výškou výskoku při Jumpmax testu. Obvod lýtka se s výškou výskoku shodoval pouze ve dvou případech, a to jednou na pravé noze a jednou jsme na obou končetinách naměřili shodné výsledky. Obvod 10 cm nad patelou korespondoval s výškou výskoku u sedmi probandů (4x na pravé noze, 2x na levé noze a 1x byly rozdíly v obou výsledcích nulové). Obvod stehna s výškou výskoku souhlasil u 5 tenistů, 3x na pravé noze, 1x na levé a u jednoho probanda byl stejný na obou končetinách.

Vztah mezi obvody dolních končetin a výškou výskoku nebyl potvrzen. Spearmanův korelační koeficient závislosti obvodů dolních končetin na výšce výskoku nám vyšel ve všech případech nižší než kritická hodnota, proto je výsledek statisticky nevýznamný.

5.21 Porovnání maximálního výkonu při Wingate testu přepočteného na kg jedince s obvody na dolních končetinách

Graf 25

Porovnání maximálního výkonu při Wingate testu přepočteného na kg jedince s obvody lýtka



(zdroj vlastní 2024)

Graf 26

Porovnání maximálního výkonu při Wingate testu přepočteného na kg jedince s obvody 10 cm nad patelou



(zdroj vlastní 2024)

Graf 27

Porovnání maximálního výkonu při Wingate testu přepočteného na kg jedince s obvody stehna



(zdroj vlastní 2024)

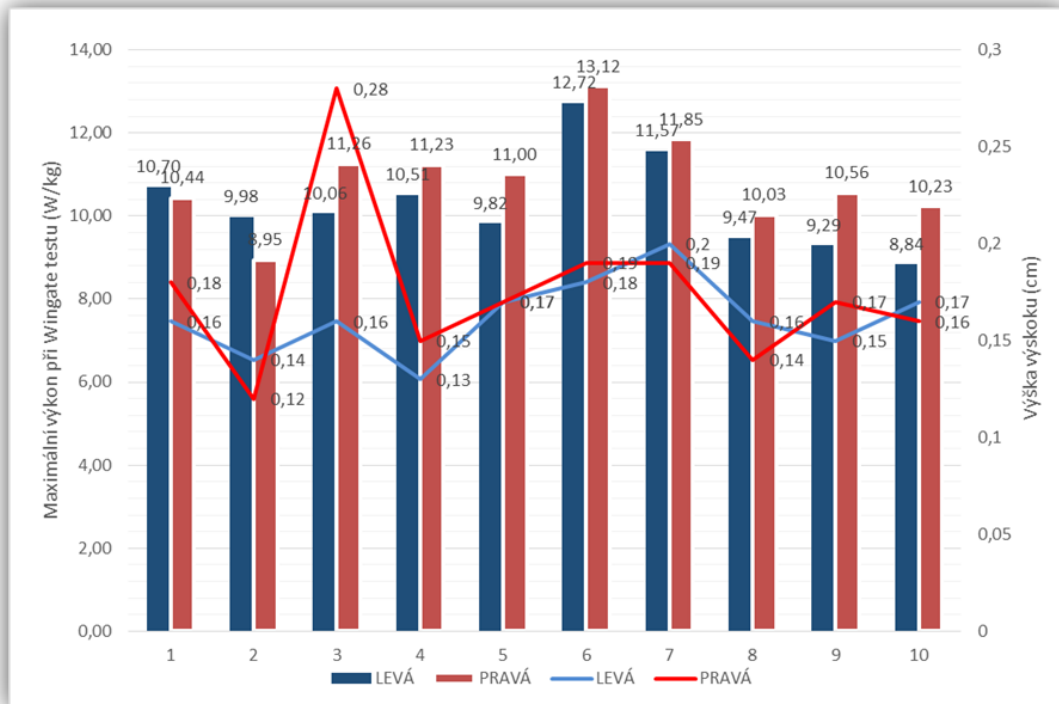
V grafech 25, 26 a 27 jsme porovnávali obvody lýtka, 10 cm nad patelou a obvody stehna s maximálním výkonem při Wingate testu, který jsme přepočítali na kilogram jedince. Zajímalo nás, zda končetina s větším obvodem podá lepší výkon či nikoli. Větší obvod lýtka a zároveň lepší výkon stejné končetiny při Wingate testu jsme zaznamenali celkem u 3 hráčů, dvakrát na pravé noze a jednou na levé. Končetina s větším obvodem měřeným 10 cm nad kolenem vykonala lepší výkon při Wingate testu celkem u 6 probandů, 5x na pravé a 1x na levé. Polovina probandů (tedy 5 z 10) provedla lepší výkon končetinou s větším obvodem stehna. Čtyři z nich pravou nohou a jeden levou.

Z výsledků je patrné, že dolní končetina s větším obvodem nemusí podat lepší výkon při Wingate testu než končetina s menším obvodem. Všechny hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu vyšly nižší než kritická hodnota, výsledky jsou tedy statisticky nevýznamné.

5.22 Porovnání maximálního výkonu při Wingate testu přepočteného na kg jedince s výškou výskoku

Graf 28

Porovnání maximálního výkonu při Wingate testu přepočteného na kg jedince s výškou výskoku



(zdroj vlastní 2024)

V grafu č. 28 je znázorněno porovnání maximálního výkonu přepočteného na kilogram jedince při Wingate testu s maximálním výkonem při Jumpmax testu. Lepší výkon pravou nohou při Wingate testu podalo 8 z 10 probandů, zatímco při Jumpmax testu pouze 5 z 10. Jen polovina tenistů provedla lepší výskok tou končetinou, kterou podala lepší výkon při Wingate testu (čtyřikrát pravou nohou a jednou levou nohou).

Nejlepšího výkonu při Wingate testu dosáhl proband č. 6 pravou dolní končetinou. Nejvýše vyskočil (také pravou DK) proband č. 3, který se při Wingate testu umístil na 3. příčce. Z dívek podala v obou případech nejlepší výkony respondentka č. 1, ale zajímavostí je, že při Wingate testu to bylo levou nohou a při Jumpmax testu pravou nohou. Nejnižší výskok provedla respondentka č. 2 (0,12 m) pravou nohou a nejnižší výkon při Jumpmax testu jsme naměřili u probandky č. 10 (8,84 W/kg) levou nohou.

Tenisté často preferují jinou končetinu pro výskok a stlačení pedálů kola. Z těchto výsledků vyplývá, že výkony v těchto testech spolu nekorrespondují. Končetina, která podala lepší výkon při Wingate testu, nemusí podat lepší výkon i při Jumpmax testu. Spearmanův korelační koeficient závislosti výkonů při Wingate testu a testu výskoku dosáhl 0,357, což znamená, že výsledek je statisticky nevýznamný.

6 Diskuse

V diplomové práci jsme zjišťovali, jaký vliv má herní zatížení v tenise na stav lidského těla. Jak to, v jaké ruce drží hráči raketu, ovlivňuje jejich množství svalů, množství tuku, obvody paží a sílu stisku horní končetiny. Jak pohyb po dvorci spojený s rychlými změnami směru a nutností udržení stability při úderech ovlivňují množství svalů, tuku, obvody, sílu a výkon dolních končetin. Zkoumali jsme rozdíly mezi pravou a levou stranou těla, vztahy mezi jednotlivými parametry a jejich závislosti mezi sebou.

Náš výzkumný soubor tvořilo deset hráčů. Z toho bylo pět dívek a pět chlapců, šest praváků a čtyři leváci. Tři dívky hrály tenis pravou rukou, dvě dívky levou, tři chlapci pravou a dva chlapci levou rukou.

Před testováním jsme hráčům položili pár otázek, jejichž cílem bylo získat důležité informace pro následné testování. Dotazy se týkaly základních údajů, jako je věk, ale také specifitějších aspektů týkajících se tenisové kariéry a preferencí končetin. Zajímali nás například věk, ve kterém hráči začali s tréninkem, frekvence tenisových tréninků v době testování, zapojení do kompenzačních programů, preference končetin při vybraných aktivitách, včetně dominující ruky pro hru tenisu, pro psaní, preferované nohy pro odraz a kopání do míče. Z odpovědí vyplynulo několik zajímavých poznatků. Jedna hráčka například preferuje pro tenis levou ruku, zatímco pro psaní využívá pravou. Hráči začínali s tenisem v průměru věku pěti let, s výjimkou jednoho hráče, který s tenisem začal v osmi letech. Průměrná frekvence tréninků na kurtu je pětkrát týdně. Sedm hráčů z deseti potvrdilo kompenzační cvičení jako pravidelnou součást jejich tréninkového programu, zařazenou obvykle dvakrát týdně. Humphrey et al. (2019) provedli zajímavou studii zaměřenou na přípravu hráčů před tenisem a následné protažení. Z jejich výsledků vyplývá, že 75 % hráčů se rozvíjí před zahájením hry, ale pouze 21 % provádí důležité protažení po skončení. Jejich výzkum také naznačuje, že nejsilnějším ukazatelem úrazů je počet odehraných hodin týdně. Dále uvádějí, že v tenise jsou častější úrazy dolních končetin než horních. Většina poranění horních končetin má pozvolný nástup (z přetížení), zatímco úrazy dolních končetin jsou náhlé.

Po zjištění základních informací o hráčích jsme přešli k samotnému testování. Nejprve jsme změřili výšku hráčů, poté složení jejich těla na nášlapné váze Tanita. Dále pak obvody horních a dolních končetin krejčovským metrem, sílu stisku HK ručním

dynamometrem, výšku výskoku na reakční plošině a výkon DK při jízdě na bicyklovém ergometru. Všechny výsledky jsme zaznamenali do excelového souboru a následně jsme z nich vytvořili grafy. Vypočítali jsme vzájemnou korelaci dat a sledovali jsme, jak spolu naměřená data souvisí a jak velký vliv by mohlo mít hraní tenisu na složení těla hráčů a také na sílu a výkon jejich končetin.

Zjistili jsme nevýznamný vztah u první hypotézy, která říká, že preferenční horní končetina pro tenis bude mít významně větší množství svalové hmoty než druhá horní končetina. Nikdo z hráčů sice neměl menší množství svalů na horní končetině, ve které drží raketu, ale rozdíly byly minimální. Dokonce ve čtyřech případech jsme respondentům naměřili stejné množství svalů na obou končetinách. Mediány svalové hmoty na dominantní a nedominantní horní končetině nám vyšly shodně 2,40 kg. První kvartil ale vyšel 1,98 kg na dominantní a 1,88 kg na nedominantní končetině. Třetí kvartil byl 3,28 kg na dominantní ruce a 2,60 kg na nedominantní ruce.

Druhá hypotéza předpokládala, že horní končetina, ve které drží hráči raketu, provede významně silnější stisk. Osm z deseti tenistů provedlo silnější stisk končetinou, ve které drží raketu. Rozdíly ale nebyly významné. Dvěma levákům ukázal dynamometr silnější stisk jejich nedominantní končetinou. Souvislost jsme tedy zaznamenali pouze u hráčů preferujících pravou ruku pro tenis. Příčinu větší síly stisku přisuzujeme jinému faktoru. Z tohoto důvodu nemůžeme potvrdit významnou souvislost mezi těmito dvěma parametry.

Třetí hypotéza předpokládala, že horní končetina s větším podílem svalové hmoty provede významně silnější stisk. Čtyřem hráčům bylo naměřeno stejné množství svalové hmoty na obou končetinách. Pouze čtyři hráči dosáhli silnějšího stisku končetinou s větším podílem svalové hmoty. Nemůžeme tedy mezi těmito parametry potvrdit významnou souvislost. Korelační koeficient dosáhl hodnoty 0,493, výsledek není statisticky významný.

Z těchto výsledků vyplývá, že držení rakety, množství svalové hmoty a síla stisku jsou ve vzájemném vztahu, ale především u praváků. Podle výsledků je patrné, že jednostranné zatížení v tenise ovlivňuje složení těla u tenistů. Předpokládali jsme ale, že vliv bude daleko významnější, než se ukázal. Bohužel jsme nenalezli studii, která by se také věnovala vlivu jednostranného herního zatížení na horní končetiny v tenise nebo v jiném sportu, proto nemůžeme naše výsledky s ničím porovnat. Bylo ale

provedeno spoustu studií, které se zaměřují na asymetrii dolních končetin, například v ledním hokeji nebo ve fotbale.

Čtvrtá hypotéza předpokládala, že dolní končetina s větším podílem svalové hmoty provede významně vyšší výskok. Všem tenistům jsme naměřili větší množství svalové hmoty na pravé dolní končetině. Medián na pravé DK se rovnal 8,70 kg, $Q1 = 7,28$ kg a $Q3 = 9,65$ kg. Výsledky na levé DK: medián = 8,40 kg, $Q1 = 7,05$ kg a $Q3 = 9,20$ kg. Pouze 50 % tenistů provedlo vyšší výskok končetinou s větším podílem svalové hmoty. Hodnota korelace dosáhla hodnoty 0,494. Výsledek je statisticky nevýznamný. Stejně tak jako Maly et al. (2015) jsme u většiny hráčů nenalezli signifikantní rozdíly mezi silou pravé a levé končetiny. Rozdíly ve výskoku hráčů se pohybovaly od 0 do 2 cm. Pouze jeden hráč vyskočil pravou nohou o 12 cm výše než levou nohou. Přesto u tohoto hráče nebylo naměřeno výrazně větší množství svalové hmoty. V našem výzkumu se neukázala souvislost mezi množstvím svalové hmoty a odrazovou silou končetin, což je v souladu s publikovanými výsledky (Bahenský et al., 2020; Bahenský et al., 2021).

Pátá hypotéza předpokládala, že dolní končetina s větším podílem svalové hmoty provede významně vyšší výkon při Wingate testu než druhá končetina. Osm z deseti hráčů podalo při Wingate testu lepší výkon pravou končetinou. Nejlepších výkonů dosáhli chlapci s největším množstvím svalové hmoty, nejnižších výsledků dívky s nejnižším množstvím svalové hmoty. Rozdílové hodnoty u pravé a levé končetiny spolu ale nekorespondují. Například hráči, u kterých jsme naměřili nejmenší rozdíly v množství svalové hmoty mezi pravou a levou končetinou, podali nejvíce rozdílné výkony při Wingate testu. Nemůžeme tedy potvrdit významný vztah mezi těmito dvěma komponenty. Korelační koeficient dosáhl hodnoty -0,112, výsledek je statisticky nevýznamný.

Ani Bahenský et al. (2020) ve své studii nenalezli žádný vztah mezi množstvím svalové hmoty a silou končetin. V jejich výzkumu také neodpovídaly rozdíly ve výkonech při Wingate testu mezi pravou a levou dolní končetinou rozdílům v množství svalové hmoty. Množství svalové hmoty neodpovídaly ani rozdíly ve skocích mezi pravou a levou DK, což je také v souladu s našimi výsledky. Krajcigr et al. (2023) ale ve své studii zjistili, že pro podání vyššího výkonu při Wingate testu je lepší větší množství

svalové hmoty a menší množství tukové hmoty. Také zjistili, že čím větší je rozdíl mezi svalovou a tukovou hmotou, tím větší je rozdíl v síle končetin.

Podle naměřených výsledků tedy usuzujeme, že množství svalové hmoty nemá významný vliv na sílu stisku u horních končetin ani na výšku výskoku dolních končetin. I Bahenský et al. (2021) uvádí, že neexistuje obecný vztah mezi odrazovou silou a množstvím svalové hmoty. Bahenský et al. (2020) uvádí, že růst svalů není cílem tenisového tréninku. Z hlediska lateralit se specifický jednostranný trénink odráží v objemu a kvalitě svalové hmoty. Síla svalů by měla být posuzována v konkrétním projevu. Neexistuje závislost mezi množstvím svalové hmoty a fyzickým projevem v celém rozsahu prováděné intenzity zátěže u sportovců, kde je při provádění fyzické aktivity dominantní dovednostní prvek. Objem svalů je nezbytnou, ale ne dostatečnou podmínkou pro fyzickou aktivitu a velikost síly je podmínkou pouze do určité míry. Podle Bahenského et al. (2021) svalová hmota neovlivňuje odrazovou sílu ani rychlostně silový výkon. Toto je důležitým faktorem při volbě posilovacích metod tenistů v dorostovém věku.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, jaký vliv má jednostranné herní zatížení na tělo tenistů, především na množství svalové hmoty a síly jednotlivých končetin. Na základě měření v laboratoři jsme v praktické části vyhodnotili výsledky. V závěru práce můžeme potvrdit či vyvrátit stanovené hypotézy. Cíl práce se nám podařilo splnit.

U první hypotézy jsme předpokládali, že horní končetina, ve které drží hráči raketu, bude mít významně větší množství svalové hmoty než druhá horní končetina. Tuto hypotézu nemůžeme potvrdit, protože čtyři hráči z deseti měli stejné množství svalové hmoty na obou horních končetinách. Druhou hypotézu musíme také zamítnout. Zde jsme předpokládali, že horní končetina, ve které drží hráči raketu, provede významně silnější stisk. Náš výzkumný soubor tvořilo deset hráčů, šest leváků a čtyři praváci. Všichni hráči, kteří drží raketu v pravé ruce, provedli pravou rukou silnější stisk. U leváků to byla polovina. Rozdíly mezi pravou a levou rukou ale nebyly významné. Nemůžeme potvrdit ani třetí hypotézu, která předpokládala, že horní končetina s větším podílem svalové hmoty provede významně silnější stisk. Pouze čtyři hráči dosáhli silnějšího stisku končetinou s větším podílem svalové hmoty. U dolních končetin jsme ve čtvrté hypotéze očekávali, že dolní končetina s větším podílem svalové hmoty provede významně vyšší výskok. Toto tvrzení se nám nepotvrdilo a čtvrtou hypotézu také zamítáme. Všem tenistům jsme naměřili větší množství svalové hmoty na pravé dolní končetině. Pouze polovina z nich touto končetinou dosáhla vyššího výskoku. Pátá hypotéza předpokládala, že dolní končetina s větším podílem svalové hmoty provede významně vyšší výkon při Wingate testu než druhá končetina. 80 % tenistů podalo lepší výkon končetinou s větším množstvím svalové hmoty. Dá se tedy předpokládat, že svalová hmota by mohla mít vliv na výkon končetin, ale nebyl prokázán významný vztah. Z tohoto důvodu nemůžeme přijmout ani tuto hypotézu. Při spočítání korelačních koeficientů u všech těchto zjišťovaných parametrů hodnota ukázala, že se jedná o statisticky nevýznamné výsledky.

Existuje několik možných důvodů, proč hypotézy nebyly v rámci naší studie potvrzeny. Prvním faktorem je relativně malá velikost testované skupiny, která může ovlivnit statistickou významnost získaných výsledků. Dalším činitelem může být specifikum testované skupiny, která se skládala z tenistů v dorostovém věku hrajících na republikové úrovni. Vzhledem k jejich vývojové fázi a aktuální kondici mohou být

výsledky ovlivněny individuálními rozdíly v růstu, tréninkových metodách a životním stylem. Je také možné, že hráči provádějí cíleným tréninkem obou stran těla dostatečnou kompenzaci jednostranné zátěže. Tato kompenzace může způsobit, že očekávané rozdíly mezi testovanými parametry nejsou tak významné, jak jsme předpokládali.

Výzkum vlivu herního zatížení na množství svalové hmoty a sílu jednotlivých končetin u tenistů nabízí cenné poznatky pro optimalizaci tréninkových metod, prevenci zranění a zlepšení výkonnosti. Analýza asymetrií svalů a síly končetin umožňuje individuální přístup k tréninku, což může vést k efektivnějšímu využití potenciálu hráčů. Tato práce poskytuje pohled na vztah mezi herní zátěží a tělesným rozvojem tenistů a přibližuje faktory ovlivňující jejich výkon a zdraví.

Referenční seznam literatury

Periodika

- Bahenský, P., Marko, D., Bunc, V., & Tlustý, T. (2020). Power, Muscle, and Take-Off Asymmetry in Young Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health (IJERPH)*, 17(17). DOI: 10.3390/ijerph17176040
- Bahenský, P., Tlustý, P., Marko, D., & Veithová, L. (2021). Svalová, silová a odrazová asymetrie u mladých fotbalistů / Muscle, strength and rebound asymmetry in young football players. *Studia Kinanthropologica*, 22(2). DOI: 10.32725/sk.2022.001
- Humphrey, J.A., Humphrey, P.P., Greenwood, A.S., Anderson, J.L., Markus, H.S., & Ajuied, A. (2019). Musculoskeletal injuries in real tennis. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 2019, 10:81-6. DOI: 10.54392/ijpefs2415
- Krajcigr, M., Bahenský, P., Vobr, R., Marko, D., & Grosicki, J. G. (2023). Relationship between body composition and anaerobic power with inter-limb difference dependence in Czech elite ice hockey players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 63(10), 1043–1050. DOI: 10.23736/S0022-4707.23.14959-0
- Loffing, F., Sölter, F., & Hagemann, N. (2014). Left Preference for Sport Tasks Does Not Necessarily Indicate Left-Handedness: Sport-Specific Lateral Preferences, Relationship with Handedness and Implications for Laterality Research in Behavioural Sciences. *PLoS ONE*, 9(8). DOI: 10.1371/journal.pone.0105800
- Maly, T., Zahálka, F., Bonacin, D., Malá, L., & Bujnovský, D. (2015). Muscular strength and strength asymmetries of high elite female soccer players. *Sport Science*, 8:7–14. https://www.researchgate.net/publication/282198570_Muscular_strength_and_strength_asymmetries_of_high_elite_female_soccer_players

Neperiodika

- Balaš, J. (2016). *Fyziologické aspekty výkonu ve sportovním lezení*. Karolinum.
- Bartůňková, S., Heller, J., Kohlíková, E., Petr, M., Smitka, K., Šteffl, M., & Vránová, J. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Univerzita Karlova.
- Bursová, M., & Rubáš, K. (2001). *Základy teorie tělesných cvičení*. Západočeská univerzita.
- Crespo, M., & Miley, D. (1998). *Tenisový trenérský manuál 2. stupně (pro vrcholové trenéry)*. Univerzita Palackého.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., & Bunc, V. (2009). *Výkon a trénink ve sportu* (3. vyd.). Olympia.
- Drnková, Z., & Syllabová, R. (1983). *Záhada leváctví a praváctví*. Avicenum.
- Dylevský, I., Kálal, J., Kolář, P., Korbelař, P., Kučera, M., Noble, C., & Otáhal, S. (1997). *Pohybový systém a zátěž*. Grada.
- Grasgruber P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Computer Press.
- Havlíčková, L., Bartůňková, S., Brandejský, P., Hájková, M., Heller, J., Matolín, S., Melichna, J., Nohejl, J., Vránová, J., & Zelenka, V. (1993). *Fyziologie tělesné zátěže II.: Speciální část – 1. díl*. Karolinum.
- Havlíčková, L., Bartůňková, S., Dlouhá, R., Melichna, J., Šrámek, P., & Vránová, J. (2004). *Fyziologie tělesné zátěže I.: Obecná část* (2. vyd.). Karolinum.
- Heller, J. (2018). *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace*. Karolinum.
- Healey, J. M. (2002). *Leváci a jejich výchova*. Portál.
- Heller, J., & Vodička, P. (2018). *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Karolinum.

- Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál.
- Hendl, J. (2015). *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat* (5., rozš. vyd.). Portál.
- Jankovský, J. (2006). *Tenis*. Grada.
- Jankovský, J. (2002). *Tenis: nácvik úderů, taktika hry, stavba a údržba kurtu*. Grada.
- Karas, V., Otáhal, S., & Sušanka, P. (1990). *Biomechanika tělesných cvičení*. SPN.
- Křivánková, M. (2020). *Somatologie: Učebnice pro obor ošetřovatel*. Grada.
- Langerová, M., & Heřmanová, B. (2005). *Tenis a děti*. Grada.
- Linhartová, D. (2009). *Tenis*. Grada.
- Máček, M., & Máčková, J. (1995). *Fyziologie tělesných cvičení*. Onyx.
- Měkota, K. (1986). *Kapitoly z antropomotoriky I. (Lidský pohyb – motorika člověka)*. (2. vyd.). Rektorát Univerzity Palackého v Olomouci.
- Merkunová, A., & Orel, M. (2008). *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Grada.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Grada.
- Roetert, P., & Kovacs, M. (2014). *Tenis — anatomie: váš ilustrovaný průvodce pro sílu, rychlost a akceschopnost*. CPress.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: příručka funkční antropologie* (3. vyd.). Hanex.
- Severa, J. (1993). *Tenis pro trenéry II. a III. třídy: učební texty*. Díl 2. Český tenisový svaz.
- Sovák, M. (1973). *Výchova leváků v rodině* (5. vyd.). Státní pedagogické nakladatelství.
- Sovák, M. (1979). *Výchova leváků v rodině* (6. uprav. vyd.). Státní pedagogické nakladatelství.
- Svoboda, B. (2003). *Pedagogika sportu*. Karolinum.
- Synek, F. (1991). *Záhady levorukosti: asymetrie u člověka*. Horizont.
- Pastucha, D., Bartůňková, S., Filipčíková, R., Gallo, J. Havlíček, P., Hyjánek, J., Kalina, R., Sovová, E., & Šafář, M. (2014). *Tělovýchovné lékařství, vybrané kapitoly*. Grada.
- Příhoda, V. (1967). *Ontogeneze lidské psychiky*. SPN.
- Zvárová, J. (2004). *Základy statistiky pro biomedicínské obory*. Karolinum.
- Zvonař, M., Duvač, I., Kolářová, K., Maleček, J., Sebera, M., & Vespalec, T. (2011). *Antropomotorika pro magisterský program tělesná výchova a sport*. Muni PRESS.
- Elektronická kniha**
- Kupka, K. (2001). *Statistické řízení jakosti* (3. vyd.). TriloByte.