

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
KATEDRA ANTROPOLOGIE A ZDRAVOVĚDY



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Karolína Molková

HODNOCENÍ SVALOVÝCH FUNKCÍ U ŽÁKŮ STARŠÍHO
ŠKOLNÍHO VĚKU V REGIONU KROMĚŘÍŽ

Olomouc 2024

Vedoucí práce: RNDr. Kristína Tománková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně, pod vedením RNDr. Kristíny Tománkové, Ph.D., s využitím bibliografických a elektronických zdrojů citovaných v práci. Tato práce byla zpracována v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Olomouci dne

.....

(vlastnoruční podpis)

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala RNDr. Kristíně Tománkové, Ph.D. za její odborný dohled, cenné rady a trpělivost, kterou mi při vedení mé diplomové práce poskytla. Poděkování patří vzdělávacím institucím, ve kterých mi byl umožněn sběr dat a provedení výzkumné studie. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Adamu Sabo za odborné rady při vypracovávání výzkumné studie. V neposlední řadě patří poděkování a vděčnost mé rodině a přátelům za podporu po celou dobu studia.

ANOTACE

Jméno a příjmení:	Karolína Molková
Katedra:	Antropologie a zdravotní vědy
Vedoucí práce:	RNDr. Kristína Tománková, Ph.D.
Rok obhajoby:	2024

Název práce:	Hodnocení svalových funkcí u žáků staršího školního věku v regionu Kroměříž
Název práce v angličtině:	Assessment of muscle functions as observed with pupils of older school age in the Kroměříž region
Anotace práce:	Jedná se o diplomovou práci s výzkumným kvantitativním zaměřením. Předmětem zkoumání byla analýza svalových funkcí žáků 8. a 9. ročníků Základních škol v regionu Kroměříž. Zkoumány byly rozdíly mezi dívkami a chlapci v rámci ročníku v kontextu vybraných svalových testů. Ze dvou vybraných základních škol bylo do zkoumaného souboru zařazeno celkem 184 probandů. Nástrojem ke sběru dat byly 4 testy: svalová síla stisku ruky pomocí ručního dynamometru, sprintový běh na 60 m, zkrácení bedrokyčelního svalu realizovaný formou Thomasova testu a zkrácení vzpřimovačů páteře. V neposlední řadě bylo zjištěno a kategorizováno průměrné BMI probandů. Jednotlivé testy poskytly informace o tělesné kondici a fyzickém zdraví žáků. V rámci indukční statistiky byl využit dvouvýběrový T-test.
Klíčová slova:	Starší školní věk, pubescence, raná adolescence, svalové funkce, zkrácené svaly, bedrokyčelní sval, vzpřimovače páteře, svalová síla, ruční dynamometr Grip Force, BMI.
Anotace práce v angličtině:	This is a diploma thesis with a quantitative research focus. The subject of the research was the analysis of muscle functions of 8th and 9th grade pupils of primary schools in the region of Kroměříž. Differences between girls and boys within the grade were investigated in the context of

	selected muscle tests. A total of 184 probands from two selected primary schools were included in the study population. The tool for data collection was 4 test: hand grip muscle strenght using a hand grip dynamometer, 60 m sprint run, hip flexor shortening perfomed as the Thomas test and spinal extensor shortening. Finally, the mean BMI of the probands was obtained and categorized. The individual tests provided information on physical fitness and physical health of the pupils. A two-sample T-test was used as an inductive statistic.
Keywords:	Middle childhood, pubescence, young adolescence, muscle function, muscle shortening, iliopsoas muscle, spinae erector muscle, muscle strenght, hand-grip dynamometer Grip Force, BMI.
Přílohy vázané v práci:	Příloha 1: Udělení souhlasu vedení ZŠ se zpracováním osobních údajů žáků 8. a 9. ročníku 3. ZŠ Holešov. Příloha 2: Udělení souhlasu vedení ZŠ se zpracováním osobních údajů žáků 8. a 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova.
Rozsah práce:	94 stran + 2 strany příloh
Jazyk práce:	Český jazyk

OBSAH

1	ÚVOD A HLAVNÍ CÍL	14
2	PŘEHLED AKTUÁLNÍHO STAVU PROBLEMATIKY	16
2.1	POPIS REŠERŠÍ.....	16
2.2	CHARAKTERISTIKA VÝVOJE ŽÁKŮ STARŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU	18
2.2.1	BIOLOGICKÝ VĚK	18
2.2.2	SOMATICKÝ VÝVOJ.....	19
2.2.3	MOTORICKÝ VÝVOJ	20
2.2.4	PSYCHICKÝ VÝVOJ.....	21
2.3	FUNKČNÍ PŘEHLED SVALŮ.....	23
2.3.1	SVALOVÁ SÍLA.....	25
2.3.2	SVALOVÝ STAH	26
2.3.3	SVALOVÉ ZKRÁCENÍ.....	27
2.3.4	BEDROKYČELNÍ SVAL	28
2.3.5	VZPŘIMOVAČ PÁTEŘE	29
2.4	LATERALITA.....	31
2.5	POHYBOVÉ SCHOPNOSTI	32
2.5.1	POHYBOVÁ RYCHLOST	33
2.5.2	POHYBOVÁ SÍLA	34
2.5.3	POHYBLIVOST.....	35
2.6	DETERMINANTY TĚLESNÉ ZDATNOSTI	35
2.7	DŮSLEDKY NEDOSTATKU POHYBU.....	36
3	VÝZKUMNÁ STUDIE.....	38
3.1	METODIKA ZKOUMÁNÍ.....	38
3.2	POPIS INSTITUCE, CHARAKTERISTIKA RESPONDENTŮ.....	39
3.3	VÝZKUMNÉ NÁSTROJE.....	40
3.4	SBĚR DAT	47
3.5	HYPOTÉZY.....	48
3.6	VÝSLEDKY RESPONDENTŮ ZŠ KOSTELEČ U HOLEŠOVA.....	49
3.6.1	HODNOCENÍ BMI RESPONDENTŮ ZŠ KOSTELEČ U HOLEŠOVA.....	58
3.7	VÝSLEDKY RESPONDENTŮ 3. ZŠ HOLEŠOV	59
3.7.1	HODNOCENÍ BMI RESPONDENTŮ 3. ZŠ HOLEŠOV	79
4	DISKUSE.....	81

4.1 POPIS REŠERŠE K VYHLEDÁNÍ VÝZKUMNÝCH STUDÍÍ	81
4.2 TEXT DISKUSE.....	83
5 SOUHRN A ZÁVĚRY	87
6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	89
SEZNAM OBRÁZKŮ	95
SEZNAM TABULEK	97
SEZNAM PŘÍLOH VÁZANÝCH V PRÁCI	98

1 ÚVOD A HLAVNÍ CÍL

Svalový systém zároveň s kosterní soustavou člověka společně tvoří pohybový aparát lidského těla. Kosterní svalovina se vyznačuje několika specifickými funkcemi. Jednou z nich je tedy umožnění pohybu těla a jeho částí v prostoru. Svaly také reagují na mechanické, humorální a elektrické podněty. Jako odpovědi na jednotlivé stimuly se buď zkracují či prodlužují. V závislosti na pohlaví se podíl svalové hmoty u mužů a žen liší. Muži mají přirozeně více svalů, přibližně kolem 40 %, u žen dosahují zastoupení kolem 32 %. Procentuální rozdíly jsou ovlivněny tím, že některé svaly mohou u jednotlivců chybět či se naopak tvořit v nadpočetném množství. V lidském těle je uloženo asi 600 svalů (Machová, 2016).

Klíčovým bodem je správné fungování svalových částí lidského těla. V případě dysfunkcí konkrétních svalů mohou působit chronické nemoci či bolesti. V souvislosti s tímto kontextem mohou za jednotlivý oslabený či zkrácený sval přebírat úlohu jiné svalové skupiny (Čihák, 2016). K určení omezení se využívají funkční svalové testy, které slouží testovaným jedincům jako zpětná vazba o jejich zdravotním stavu. Příkladem může být Thomasův test ukazující zkrácení bedrokyčelního svalu a test oslabených vzpřimovačů páteře. Zároveň se u takových testů může určit flexibilita, pohyblivost, těchto orgánů. Dále lze zkoumat svalovou sílu či rychlostní sílu. Svalová síla, rychlost a flexibilita jsou spojeny s pohybovými schopnostmi jedince (Janda et al., 2004).

Pohybové schopnosti, jakožto vnitřní předpoklady jedince, umožňují vykonávání různých pohybů těla a tělesných aktivit. I přesto, že jsou částečně geneticky podmíněny, z určité části je můžeme ovlivnit prostřednictvím trénování. Pohybovou schopnost zaměřenou na silovou stránku můžeme měřit několika způsoby, pro tuto práci byl vybrán test síly stisku ruky pomocí dynamometru (Perič & Březina, 2019). V rámci rychlostního rozvoje se zařazují např. na sprintové běhy do maximální vzdálenosti 400 m. Kromě pohybové síly, rychlosti a flexibility se zde řadí ještě pohybová vytrvalost a koordinace (Jeřábek, 2021).

Pohyb je nedílnou součástí každodenního života a je i klíčovým faktorem předcházení mnoha chronických nemocí z oblastí metabolických, kardiovaskulárních, neurologických či psychiatrických. Proto je vhodné udržovat pravidelnou pohybovou aktivitu již od útlého věku (Pedersen & Saltin, 2015). Vhodným věkovým obdobím pro rozvoj fyzické zdatnosti je starší školní věk z důvodu anatomicko-fyziologického zrání. Přesněji je vývoj ovlivněn hormonální činností a environmentálními podněty. Starší školní věk, jinak pubescence či puberta,

zahrnuje 2 kategorie v rozmezí 11–15 let. První fáze, prepubescence, končí kolem 13. roku. Následuje fáze vrcholové puberty (Vágnerová & Lisá, 2021).

HLAVNÍ CÍL

Hlavním cílem výzkumné studie bylo srovnat svalové funkce chlapců a dívek 8. a 9. ročníků Základních škol z okresu Kroměříž.

2 PŘEHLED AKTUÁLNÍHO STAVU PROBLEMATIKY

Rešeršní text byl vypracován na podkladě informací získaných z 63 odborných textů. Jedná se o 29 česky a 43 anglicky psaných titulů. Zbylých 16 textů je zahrnuto v praktické části této práce. Bibliografické citace jednotlivých textů jsou uvedeny v Seznamu použitých zdrojů.

2.1 POPIS REŠERŠÍ

Pro vypracování rešeršní části byly formulovány následující rešeršní otázky, jejichž vypracování proběhlo v období měsíců března až června roku 2024.

Jako první rešeršní otázka (RO) byla formulována ve znění: Jaké jsou dostupné texty o vývoji pubescentů z hlediska somatického, motorického a psychického? Prostřednictvím vyhledávače Google Scholar byla k nalezení odborných textů využita následující hesla: starší školní věk, pubescence, pubertální vývoj, somatický vývoj pubescenta, motorický vývoj pubescenta, psychický vývoj pubescenta, biologický věk, hormonální vývoj. Hledání bylo omezeno na český jazyk. Pro stejné vyhledávání o rozšíření ve vyhledávačích PubMed a ScienceDirect byla použita hesla v anglickém jazyce: older school age, pubescence, puberty, somatic development of pubescent, motor development of pubescent, psychological development of pubescent, biological age, hormonal development, testosterone development in young individuals. Po vyhodnocení relevantních obsahů nalezených textů vůči rešeršní otázce bylo využito 26 zdrojů. Konkrétně 16 článků a 10 knižních publikací. Omezení výstupů bylo prvně nastaveno na období 2014–2024, avšak vzhledem k typu práce byla zařazena i literatura starší, zejména z knižní oblasti.

Druhá rešeršní otázka byla formulována takto: Jaké jsou dostupné texty o svalových funkcích a jejich působení v lidském těle? Prostřednictvím vyhledávače Google Scholar byla k nalezení odborných textů využita následující hesla: svaly, svalové funkce, svalové zkrácení, svalová síla, složení svalů, biomechanika svalů, typy svalů. Výstupy byly omezeny na český jazyk a publikační období 2000–2024. V anglickém jazyce byla ve vyhledávačích PubMed, ScienceDirect a Scopus použita následující hesla: muscles, muscle strenght, muscle shortening, type of muscles, muscle strucutre. Nastaveny výstupy publikačního období v těchto vyhledávačích byly v rozmezí 2014–2024. Mezi relevantní zdroje bylo zařazeno 14 textů. Přesněji 9 knižních publikací, 3 rešeršní články a 2 výzkumné studie.

Pro třetí rešeršní otázku byla použita tato formulace: Jaké jsou dostupné texty o fungování bedrokyčelního svalu a vzpřimovačů páteře? Ve vyhledávači Google Scholar

byla k nalezení odborných textů použita tato hesla: bedrokyčelní sval, vzpřimovače páteře, funkce bedrokyčelního svalu, funkce vzpřimovačů páteře, zkrácení bedrokyčelního svalu, ochabnutí vzpřimovačů páteře. Výstupy byly omezeny na český jazyk s vyřazením bakalářských, diplomových, disertačních a kvalifikačních prací. Vyhledávání proběhlo i v anglickém jazyce ve vyhledávacích Google Scholar, PubMed, Sci-Hub, ScienceDirect. Mezi relevantní výsledky bylo zařazeno 9 zdrojů. Konkrétně 4 knižní publikace, 3 rešeršní články a 2 výzkumné studie. Požadováno bylo publikační období 2014–2024 pro články a studie. V rámci vyhledávání knižních zdrojů bylo nastaveno rozmezí 2005–2024.

Čtvrtá rešeršní otázka byla formulována následovně: Jaké jsou dostupné texty o vymezení dominanci hemisfér? Prostřednictvím vyhledávače Google Scholar byla k nalezení odborných textů využita následující hesla: lateralita, dominance hemisfér, praváctví, leváctví, rozdělení hemisfér. Při vyhledávání byly omezeny výstupy na český jazyk. V jazyce anglickém ve vyhledávacích Google Scholar, Sci-Hub, PubMed, ScienceDirect a Web of Science byla použita tato hesla: laterality, dominance of the hemispheres, left-handedness, right-handedness, left handed strenght, right handed strenght. Po vyhodnocení relevantních obsahů nalezených textů vůči rešeršní otázce bylo pro popsání této rešeršní otázky využito 7 zdrojů. Konkrétně 3 knižní publikace, 2 rešeršní články a 2 výzkumné studie. Publikační období bylo prvně nastaveno na rozmezí 2014–2024, ale v souvislosti s relevancí zdrojů bylo poté vymezeno na období 2000–2024.

Pátá rešeršní otázka byla formulována ve znění: Jaké jsou dostupné texty o pohybových schopnostech a jejich jednotlivých částech? Ve vyhledávači Google Scholar byly uvedeny následující hesla: pohybové schopnosti, pohyblivost, pohybová síla, pohyblivost, pohybová rychlost, pohybové dovednosti. Výstupy byly omezeny na český jazyk s vyřazením bakalářských, diplomových, disertačních a kvalifikačních prací. Publikační období bylo stanoveno na rozmezí 2005–2024. Využito bylo 7 knižních relevantních zdrojů.

Šestá rešeršní otázka byla formulována následovně: Jaké jsou dostupné texty o determinantách tělesné zdatnosti? Pomocí vyhledávače Google Scholar byla k nalezení literatury v českém jazyce uplatněna tato hesla: determinanty tělesné zdatnosti, tělesná zdatnost, tělesná kondice, faktory tělesné kondice, ovlivnitelnost tělesné zdatnosti. Vyhledávání byla využito i v anglickém jazyce ve stejném vyhledávači a byla použita následující hesla: determinants of physical fitness, physical fitness, physical condition, body condition factors, influence of physical fitness. V tomto případě byly výstupy nastaveny na publikační období 2000–2024. Mezi relevantní texty byly zařazeny 4 články a 1 výzkumná studie.

Pro poslední rešeršní otázku byla použita formulace: Jaké jsou dostupné texty o negativních projevech lidského těla v závislosti na nedostatku pohybu? Prostřednictvím vyhledávače Google Scholar byla k nalezení odborných textů využita následující hesla: důsledky nedostatku pohybu, nemoci spojené s nedostatkem pohybu, léčba nemocí pohybem, Omezení bylo nastaveno na český jazyk s vyřazujícími kritérii bakalářská, diplomová, disertační a kvalifikační práce. Následující vyhledávání proběhlo v jazyce anglickém taktéž na Google Scholar s hesly: consequences of lack of movement, diseases associated with lack of movement, treatment of diseases with movement. Mezi relevantní texty byly zařazeny 2 studie a 1 rešeršní článek. Výstupy byly omezeny na publikační období 2014–2024, avšak po posouzení potřebných informací byl zařazen i článek z roku 2012.

2.2 CHARAKTERISTIKA VÝVOJE ŽÁKŮ STARŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU

Vývoj jedinců staršího školního věku Riegerová et. al (2006) rozděluje podle anatomicko-fyziologických změn. Starší školní věk je klasifikován ve věkovém období 11–15 let. Navazuje na mladší školní věk v rozmezí 6.–7. let do 11. let. Tyto kategorie se řadí do období druhého dětství. Vzhledem k nerovnoměrnému vývoji a měnícím se procesům můžeme fáze staršího školního věku dále rozdělit do dvou období. První období, prepubescence, označované bouřlivou fází, vrcholí kolem 13. roku. Následující klidnější fáze puberty končí kolem 15. roku (Perič & Březina, 2019). Vágnerová & Lisá (2021) věkové rozmezí 11.–15. let řadí do období rané adolescence. Chulani & Gordon (2014) dále ve své studii popisují období dospívání jako vývojové stádium definované fyzickým a psychosociálním zráním, což je podrobněji popsáno v kapitole 2.2.2. a 2.2.4. Dospívání zahrnuje komplexní fázi života, během které dochází k řadě změn podmíněných genetickými faktory. Wood, Lane & Cheetham, (2019) doplňují, že právě díky zmíněnému podnětu genetiky je ovlivněno 50–80 % jedinců v pubertálním stádiu vývoje. Na období zrání mají vliv i další podmínky charakterizované například hormonálním či environmentálním působením. Pubertální vývoj vrcholí dosažením tělesné zralosti a schopnosti reprodukce. Současně také probíhá rozvoj kognitivních dovedností, formování identity a sociální změny vedoucí k přechodu mladých jedinců do role dospělých (Chulani & Gordon, 2014).

2.2.1 BIOLOGICKÝ VĚK

Pro obecnou charakteristiku vývoje žáků staršího školního věku je podstatné vymezení pojmu biologický věk. Riegerová et al. (2006) biologický věk popisuje jako celkový stav

růstu a vývoje jedince. Je významným ukazatelem pro vývoj morfologických a funkčních znaků. Díky tomuto můžeme posuzovat fyzickou a výkonnostní vyspělost mladých jedinců. Čeledová et al. (2016) tvrdí, že biologické stáří se určuje dle několika hledisek a to např. dle zubního, kostního či růstového věku. Biologický věk je nutné odlišit od věku kalendářního. Kalendářní, chronologické, období popisuje počet let od data narození jedince (Perič et al., 2012). V určitých fázích vývoje jedince dochází k významným růstovým a vývojovým odchylkám. Tato nerovnováha může dosahovat až dvou let, někdy i více. Může dojít k akceleraci, urychlení, vývoje či v opačném případě k retardaci, opoždění, vývoje. (Perič et al., 2012; Riegerová et al., 2006).

2.2.2 SOMATICKÝ VÝVOJ

Klíčovým momentem přechodu do pubertálního stádia je zvýšená produkce gonadotropních hormonů. Proto se období puberty označuje jako fáze gonadarché. Vyměšování těchto sekretů, konkrétně z hypofýzy je řízeno hypotalamem. Tím je aktivovaná hypotalamo-hypofyzo-gonadální (HPG) osa. Tento proces je aktivní již v prenatálním a raně postnatálním období. Avšak v průběhu dětství se činnost této osy stává pasivní (Vágnerová & Lisá, 2021). Wohlfahrt-veje (2021) dále tvrdí, že zrání gonadotropinu u dívek začíná dříve než u chlapců. U dívek k tomuto procesu dochází již ve věku 8.–14. let a u chlapců mezi 9.–15. rokem. Díky stimulujícímu gonadotropinu se v hypofýze tvoří luteinizační hormon (LH) a folikuly stimulující hormon (FSH) (Wood, Lane & Cheetham, 2019). Ty podněcují vývoj a zrání pohlavní žláz – gonád, tedy varlat u mužů a vaječníků u žen. Zrající gonády následně produkují pohlavní hormony, jako je testosteron a estrogen. Varlata, jakožto reprodukční orgány, zajišťují reprodukci spermií. Ženské reprodukční orgány, vaječníky, produkují vajíčka. S tímto se pojí začínající měsíční cykly, menstruace či přechod do fáze menarché (Coast, Lattof & Strong; Silber, 2018). S nástupem menarché u dívek, a po první noční poluci u chlapců, končí první fáze puberty, prepubescence. Langmeier & Krejčířová (2006) uvádí, že se jedná o fázi vlastní puberty. Společně s produkcí hormonů je také podporován vývoj sekundárních pohlavních znaků. S reprodukční a endokrinní funkcí těla také souvisí fakt, že dívky mají vyšší obsah tuku v těle než chlapci. Rozložení tukové tkáně se mění s věkem a je závislé na pohlaví. Vzhledem k výše uvedené problematice vyplývá, že v období dospívání dochází k hormonálním výkyvům, ale i k rychlému růstu tělesných rozměrů doprovázeným výraznými změnami tělesného složení (Rusek et al., 2021). I Kopecký et al. (2012). tvrdí, že vzhledem k vyšším působením estrogenu a testosteronu dochází k značným fyzickým změnám. Konkrétně u dívek se ukládá tuková tkáň na stehnech

a hýždích, vyvíjí se prsní tkáň, zvyšuje se hladina růstu ochlupení v podpaží a krajině stydké. Knight & Nigam (2017) doplňují, že u chlapců dochází ke změnám jako jsou např. nárůst svalové hmoty, růstu penisu, rozšíření hrtanu, čímž se prohlubuje hlas. Taktéž jako u dívek, je podporována zvýšená hladina růstu pubického a axilárního ochlupení po celém těle i v obličeji. Dále zvyšování libida, zvýšený růst i hustota kostí. U obou pohlaví se zvyšuje funkce mazových a potních žláz. Tyto faktory mají vliv na hmotnost i výšku jedince, což může následně ovlivňovat jejich pohybový aparát (Riegerová et al., 2006). Dalším hormonem, který hraje důležitou roli v období dospívání je růstový hormon, somatotropin. Je důležitý při podpoře tělesného růstu. Díky somatotropinu se rozšiřují růstové ploténky v epifýzách, koncových částech dlouhých kostí. Samotná produkce růstového hormonu má jeden z největších účinků v této věkové kategorii, dokud ještě nedošlo ke zkostnatění růstové ploténky. Ta je totiž chrupavčitého původu (Devesa et al., 2016; Wood, Lane & Cheetham, 2019). Výškové rozdíly jedinců se začínají formovat již v prenatálním období, ještě před narozením dítěte. Chlapci vykazují v průměru o 1 cm vyšší postavu než dívky. Během puberty dochází k intenzivnějšímu růstu. U dívek je silnější a kratší, proto je ukončen kolem 13. let. Naopak u chlapců růst trvá déle a dosahuje vrcholu až v pozdějším věku. Proces růstu u dívek je obvykle dokončen kolem 16. let, zatímco u chlapců pokračuje až do věku 18–20 let (Riegerová et al., 2006). Dle Kučery, Koláře & Dylevského (2011) je výsledná výška jedince ovlivněna nejen genetickými ale i zevními faktory. Důležitou roli však přisuzují dosažení výšky rodičů. Míra vzrůstu chlapců i dívek se dle těchto autorů může odhadnout výpočtem hodnoty tzv. midparent. Finální hodnotu tedy lze získat součtem výšky matky a otce dělený dvěma (je nutné počítat se statistickým rozdílem 10 cm). Tým Švamberk-Šauerová, Tilinger & Hošek (2017) ještě popisují, že s vývojem kosterní soustavy také dochází k vývoji svalové soustavy zároveň s působením testosteronu. Svalová vlákna zvětšují svůj objem a rostou do délky. V neposlední řadě u zvětšování objemu dochází i u některých vnitřních orgánů, např. srdce či plic (Kopecký et al., 2012).

2.2.3 MOTORICKÝ VÝVOJ

Pohybové dovednosti a schopnosti Pawlowski (2023) charakterizuje jako činnosti, které bychom si měli osvojovat již v předškolním věku a nadále je rozvíjet po celý život. K základním dovednostem řadí stabilitu (např. správný postoj, udržení rovnováhy), lokomoční dovednosti (např. typy běhů, skoků) či práci s předměty (např. házení, chytání). Perič & Březina (2019) ve své publikaci dále doplňují a rozdělují dovednosti do skupin jako je vytrvalost, síla, rychlost, koordinaci a pohyblivost. Efektivita zvládání výše uvedených

oblastí se s věkem mění. Výkonnost záleží i na pohlaví vzhledem k nerovnoměrnému vývoji a intersexuálním rozdílům (Jansa, 2018). Haywood & Getchell (2021) tvrdí, že výkonnost ovlivňuje osifikace kostí a nedokončený růst orgánů. Jedinci dosahují vrcholu v oblasti motorického vývoje již na konci mladšího školního věku. Výrazný rozvoj schopnosti přechází do období prepubescence (věkově klasifikováno v kapitole 2.2). Veškeré pohyby nabírají ucelenější, přesnější a rychlejší spád. Taktéž dochází poměrně k rychlému přizpůsobení se novým pohybovým dovednostem a schopnostem. V druhé fázi staršího školního věku nastává značné zhoršení koordinace. S rychlejším růstem a vyvíjejícími se dočasnými disproporcemi jednotlivých částí těla, jak je vysvětleno výše, zapříčiněno růstovým hormonem, můžeme pozorovat méně koordinované pohyby. Právě samotné růstové procesy zapříčiňují spotřebovávání značného množství energie na úkor nedostatečně vyvinutého pohybového aparátu. Zároveň se v této fázi období zhoršuje schopnost přesnosti a plynulosti pohybů (Jansa, 2018; Perič & Březina, 2019). Malambo et al. (2022) ve své studii zkoumali faktory působící na motorický výkon jedince. Prvním faktorem byly výkonnostní schopnosti, konkrétně dynamická síla, statická síla a dynamická flexibilita. Druhým faktorem byly psychomotorické schopnosti, tedy orientace na odezvu, přesnost ovládání a koordinace více končetin. Výsledky studie ukázaly, že tyto 2 působící činitele sdílí pouze poměrně velkou část působnosti na motorický pohyb dítěte. Zároveň ale komplexní motorické schopnosti a dovednosti závisí na konkrétní specifické disciplíně (Malambo et al., 2022).

2.2.4 PSYCHICKÝ VÝVOJ

Během adolescence dochází ke strukturálním i funkčním změnám mozku. Konkrétně propojení dorzolaterální prefrontální a parietální části kůry. V závislosti na tomto faktu se rozvíjí rozumové schopnosti, myšlení, poznávací funkce a kognice pubescentů (Vágnerová & Lisá, 2021).

V tomto vývojovém období je u jedinců rozvíjeno hypotetické řešení problémů, schopnost teoretického uvažování a argumentace. V rámci formálních logických operací jsou schopni konkrétně hypoteticko-deduktivního myšlení. Což umožňuje přesah poznávání do oblastí, které nejsou přímo pozorovatelné a se kterými nemají osobní zkušenosti. Z teoretických poznatků tak dokáží vyvodit logické závěry. Adolescenti jsou schopni zpracovávat větší množství informací a kvalitně s nimi pracovat, např. je kombinovat, řadit či srovnávat. Naopak na abstraktní úrovni dochází i k rozvoji induktivního myšlení, zobecňování poznatků (Keating, 2012).

Adolescentům se rozvíjí kognitivní flexibilita umožňující interpretaci získaných poznatků. Co se týče mladých adolescentů, nerozlišují mezi reálně existujícími a pouze možnými alternativami. Také neberou v úvahu rozdílnou míru pravděpodobnosti. Všechny varianty pro ně mají stejnou hodnotu. Naopak u starších adolescentů je charakteristická značná kognitivní flexibilita i ochota akceptovat nové způsoby řešení (Vágnerová & Lisá, 2021).

Dále dochází i k propojování podkorových a korových oblastí mozku. To ovlivňuje především kognitivní kontrolu a flexibilitu reagování. Což je podstatné pro zvládání komplexních a rychle se měnících požadavků kladených právě na jedince v tomto vývojovém období (Andrews-Hanna et al., 2011). Barber et al. (2013) dále popisují, že ke kvalitnímu rozvoji kognitivních schopností v pubescenci přispívají exekutivní funkce. Obzvláště se jedná o rychlejší zpracovávání informací, dále se zlepšují i dovednosti plánování, a především jedinec dosahuje větší kapacity pracovní paměti. Díky kognitivnímu rozmachu dochází k podpoře učení a adaptacím na nové požadavky. Na rozvoji výše uvedených funkcí se podílí právě prefrontální oblast mozkové kůry. Parietální část hraje důležitou roli při provádění složitých motorických úkonů, vnímání prostorové orientace a manipulaci s objekty v prostoru (Peters et al., 2016). A protože se rychleji vyvíjí oblast kognice, hovoříme o situacích, které nevyvolávají emoce. Emoční regulace ve fázi puberty spíše stagnuje. Samotný pokles emoční regulace se projevuje přibližně mezi 12–14 rokem. Opětovný nárůst přichází po 16. roce. Ovšem v některých případech se tento fakt může lišit v závislosti na individuálním vývoji dívek a chlapců (Barber et al., 2013; Malagoli & Usai, 2015).

Emoční vývoj jedinců v pubertálním období má proměnlivý, labilnější či dráždivější charakter. Častou tendencí jsou přecitlivělé reakce i na běžné podněty. Dospívající ztrácejí citovou jistotu a stabilitu v závislosti na individuální hormonální proměně (podrobnější popis v kapitole 2.2.2). Emoční výkyvy a citová labilita je velmi častým důsledkem nerovnováhy mezi systémem emoční zralosti a méně zralou regulační zralostí. Impulzivní reakce a ztráta kontroly nad emocemi může vést v některých případech i k frustraci jedinců. Ovládání a sebekontrola v tomto věku vyžaduje značné úsilí. K nárůstu emoční citlivosti kromě hormonálních příčin mohou působit i podněty sociálního charakteru (Vágnerová & Lisá, 2021).

2.3 FUNKČNÍ PŘEHLED SVALŮ

Svalovou soustavu, odborně *systema musculorum*, tvoří příčně pruhovaná svalová tkáň. Spolu s kosterním systémem fungují jako jeden celek pohybového ústrojí. Působí tedy jako aktivní a pasivní pohybový aparát. Díky kosterní svalovině je umožněno vykonávání pohybu celého těla i jeho částí v prostoru. Pro tento typ svalu je charakteristická pevnost a pružnost (podrobněji popsáno v kapitole 2.3.1 a 2.3.2). V lidském organismu jsou dále rozlišeny, dle mikroskopické stavby a funkce, svaly hladké a sval srdeční (Machová, 2016).

Svaly, latinsky *musculi*, často uváděny pod zkratkou *m.*, jsou orgány se schopností kontrakce, smrštění, a relaxace, tedy zpětného prodloužení. Sval dokáže reagovat na podněty mechanické, elektrické i humorální. Na lidském těle se nachází přibližně 600 svalů, přičemž každá polovina těla obsahuje zhruba 300 svalů. Zastoupení tělesné hmotnosti svalové soustavy se u mužů a žen liší. U mužů je tvořena v rozmezí 36–45 % váhy, zatímco u žen je to pouze kolem 32 %. Takové rozložení je podmíněno faktem, kdy některé svaly mohou u jednotlivců chybět či naopak se vytvářet v nadpočetném množství. (Naňka, Elišková & Eliška, 2009). Kopecký et al. (2012) dále tvrdí, že z celkového množství svalové hmoty se více jak polovina, tedy 56 % nachází na dolních končetinách. Horní končetiny pobírají 28 % svalové soustavy a zbylých 16 % je umístěno v oblasti hlavy a trupu (Kopecký et al., 2012).

Sval je složen z masité části, tvořící svalové bříško, a z části vazivové a šlašité. Červenohnědé svalové bříško, *venter musculi*, je složeno ze mnohojaderných, podlouhlých a cylindrických útvarů uvnitř sarkolemy – buněčné membrány. Tato aktivní část svalu dokáže měnit své napětí, tvrdí Roberts (2019). Svalová vlákna jsou vazivem spojena do malých snopečků, které se následně shlukují do větších snopců. V závislosti na funkci svalu se ve snopečcích může nacházet až 100 svalových vláken. Ta mohutní díky zvýšení *sarkoplazmy* (cytoplazmy) a počtu fibril. Kopecký et al. (2012) dále popisuje, že vazivo spojuje samostatná svalová vlákna vytvářející plochy, které umožňují svalům měnit délku a šířku. Povrch svalu je pokryt zhuštěným vazivem, které tvoří *fascii*, svalovou povázku. Masitá část svalu přechází na koncích ve šlašitou část. Následně dochází k upnutí šlachy, nejčastěji na kost, prostřednictvím okostice, *periostu* (Naňka, Elišková & Eliška, 2009).

Co se týče vnitřní stavby svalu, podstatnou součástí sarkoplazmy jsou myofibrily. Jedná se o bílkovinná vlákénka procházející celým svalovým vláknem. Myofibrily jsou složeny z myofilament, konkrétně z aktinu, myozinu. Aktinová, slabší, vlákna se nachází v ploténce označující jako Z-linie. Základní funkční jednotkou myofibrily, odborně

sarkomera, je úsek mezi dvěma Z-liniemi. Silnější, myozinová vlákna se skládají ze dvou hlavních částí. Lehký meromyozin tvořící základ a těžký meromyozin s krčkem a hlavičkou. Hlavičky myozinu se vážou na aktinová vlákna a společně tak vytvářejí aktin-myozinový komplex. Tato součinnost je klíčová pro svalovou kontrakci, více popsáno v kapitole 2.3.2 (Orel, 2019). Kopecký et al. (2012) ve své publikaci dodává, že poměr aktinových a myozinových vláken ve stavbě kosterních svalů je 6:1. Důležité je také zmínit svalové barvivo myoglobin, jehož funkcí je vázání molekulárního kyslíku. Právě na začátku jakékoli svalové aktivity dochází k jeho uvolňování (Orel, 2019).

Svalová vlákna Čihák (2016) rozděluje na 3 typy. Tyto heterogenní populace se odlišují v závislosti na fyziologických a biochemických vlastnostech svalových vláken. Pro I typ svalového vlákna je charakteristická pomalá kontrakce, vlákno se bez projevů únavy může protahovat velmi dlouho. Jelikož obsahuje mnoho mitochondrií, probíhá v nich oxidativní (aerobní) metabolismus. K produkci energie tak využívají kyslík. V důsledku tohoto se vlákna I typu mohou označovat pojmem z anglického jazyka-slow-oxidative (SO) neboli pomalá oxidativní vlákna. Dále obsahují méně myofibril, ale mají vysoký podíl myoglobinu a jsou tvořeny i hustou sítí kapilár, drobnými krevními cévami. Díky tomuto obsahu má svalové vlákno I. typu červenou barvu. Typ II je rozdělen na typ II X / II A a typ II B (Čihák, 2016). Dylevský (2009) ve své publikaci ale místo označení II X používá II A. Svalový typ vláken II A se označuje jako fast-oxidative-glycolytic (FOG), v překladu z anglického jazyka, rychlá oxidativně-glykolytická vlákna. Obsahují více myofibril a méně mitochondrií a střední množství kapilár. Jedná se o vlákna bílá. Díky enzymům jsou vybaveny k rychlým kontrakcím, prováděným velkou silou, ale pouze v krátkodobém úseku. Čihák (2016) dále popisuje Typ II B jako rychlá svalová vlákna s četným podílem glykolytického metabolismu. Proto se pro tuto skupinu používá termín také z anglického jazyka-fast-glycolytic (FG) neboli rychlá glykolytická vlákna. Rychlost koncentrace je zapříčiněna přítomností enzymu myozinové ATPázy. Ten je odpovědný za štěpení adenosintrifosfátu, dále jen ATP, molekuly sloužící jako hlavní zdroj pro energii svalové kontrakce. Naopak oproti výše popsanému typu se svalová vlákna rychle unavují, jelikož při výkonu vykazují maximální možnou sílu. K rychlým stahům tak dochází velmi dobře z důvodu vysoce vyvinutého sarkoplazmatického retikula a vysoké aktivity vápníkových a hořečnatých iontů. Vlákno II B obsahuje nízký počet myoglobinu i mitochondrií a kapilární síť je obzvláště chudší. Což zapříčiňuje růžovou či načervenalou barvu jednotlivých vláken (Dylevský, 2009; Čihák, 2016).

Ve svalectech se vyskytují všechna vlákna ve většině současně. Zpravidla jsou bílá vlákna v povrchových vrstvách svalů a červená vyplňují hlubší části (Čihák, 2016). Dylevský (2009) popisuje, že červená vlákna se jinak nazývají tonická a bílá vlákna fázická. Tato terminologie srovnání ale není správná, jelikož používání pojmů tonická a fázická se využívá v kontextu rychlých či pomalých kontrakcí a délky svalové výdrže a nepopisují biochemické vlastnosti jednotlivých vláken. Avšak v laickém kontextu lze tyto pojmy určit jako ekvivalenty. Proces tonických a fyzických svalů je v krátkosti popsán v kapitole 2.3.3 (Dylevský, 2009).

V rámci svalové mechaniky jsou svaly rozlišovány na agonisty, antagonisty a synergisty. Pro vykonání určitého pohybu je zapotřebí několika spolupracujících svalů. Sval provádějící pohyb primárně, se nazývá agonista. Sval zajišťující opačný pohyb je označován jako antagonist. Při vzájemné souhře tyto orgány nazýváme synergisty. Z těchto synergistů je jeden sval hlavní, ten je klíčový pro pohyb kloubu. Ostatní fungují jako svaly pomocné. Výsledný pohyb je zprostředkován koordinací mezi agonisty, antagonisty a synergisty (Naňka, Elišková & Eliška, 2009; Roberts, 2019).

2.3.1 SVALOVÁ SÍLA

Svalová síla je důležitou součástí zdraví a fyzické zdatnosti. Je nedílnou součástí při provádění mnoha činností každodenního života. Pokud jedinec není vybaven dostatečnou svalovou silou, dochází ke svalové slabosti. S tou přichází i zdravotní potíže, proto je síla významným prediktorem funkčnosti (Do Amaral Benfica, 2018).

Při kontrakci sval vyvíjí sílu. Tato svalová síla se měří podle hmotnosti závaží, jež sval dokáže udržet proti gravitaci. Sílu jednotlivých svalových skupin můžeme zjistit pomocí různých typů dynamometrů. Maximální svalová síla se projevuje na počátku kontrakce a postupně se snižuje. V průběhu ontogenetického vývoje dochází k rozvoji síly až do věku 25 let. Vrchol nastává mezi 25. a 30. rokem života. (Machová, 2016). Mcleod (2016) ve své studii ale tvrdí, že pravidelným trénováním se síla svalů zvětšuje a je možné si ji udržet až do postproduktivního věku. Stejně jako u rozdílnosti svalové hmotnosti v rámci pohlaví, mají ženy přibližně o 30–50 % menší svalovou sílu než muži (Mcleod, 2016).

Se svalovou silou se pojí termín svalová práce. Svalovou práci lze definovat jako působení svalové síly na určité dráze. Průběh této činnosti je zaznamenáván pomocí ergografů a měřen pomocí ergometrů. Z fyziologického hlediska Machová (2016) uvádí tři druhy svalové práce:

- Pozitivní: při této práci sval překonávám odpor nebo dodává tělesu potenciální či kinetickou energii.
- Statická: zahrnuje udržování předmětu ve stálé poloze nebo výdrže v určité pozici.
- Negativní: sval se uvolňuje proti odporu, čímž kontroluje pohyb nebo zabraňuje pádu tělesa.

Schoenfeld (2021) ve své výzkumné studii po sledování trénovaných jedinců popisuje, že k optimalizaci růstu svalové síly je zapotřebí trénovat s velkou zátěží a menším počtem opakování v rámci 1–5 sérií. Při 8–12 sériích s mírnou zátěží dochází k hypertrofii, tedy růstu svalové tkáně. Takové cvičení přispívá k tvorbě svalové tkáně a vytvarování svalů. A při více jak 15 sériích s lehkou zátěží dochází k rozvoji vytrvalosti. Studie ale prokázala, že trénink s použitím nižší zátěže při 20 a více sériích měl významnou roli při nárustu síly. Také jedinci pracující s odporem vykazovali nárůst síly při tréninku s lehkými zátěžemi, i když v menší míře než při použití těžkých zátěží (Schoenfeld, 2021).

2.3.2 SVALOVÝ STAH

Kontrakce či svalový stah je reakce svalu na určité podráždění. Je to proces, při kterém se sval zkracuje a vytváří sílu, což umožňuje pohyb. Samotnému svalovému stahu předchází svalový vzruch šířící se po povrchu svalového vlákna. Ten vzniká při elektrické změně povrchu svalu. Povrch svalového vlákna je kladně nabitý, zatímco vnitřek je záporně nabitý. Při dráždění dochází ke změně, kdy se kladné i záporné náboje přeskupí, což vytvoří akční potenciál (Machová, 2016). Podráždění svalu nervovými impulsy zahrnuje níže vysvětlené procesy.

V první části je podstatný mediátor *acetylcholin*. Díky této chemické látce je přenesen nervový vzruch v nervosvalové ploténce na membránu svalového vlákna, kde právě vzniká výše uvedený akční potenciál. Tímto procesem se uvolní některé ionty uvnitř svalové buňky. Například při zvýšené koncentraci vápníkových iontů může způsobit svalové křeče či naopak snížená koncentrace sodíkových iontů sníží dráždivost svalů (Dylevský, 2009; Machová, 2016).

Následují elektrické změny přecházející v mechanickou kontrakci. Tento děj probíhá v rámci aktin-myozinového komplexu. Vlivem vápníku vázaného na troponin (jedna z částí aktinového vlákna) ve svalu dochází k odkrytí vazebných míst aktinových vláken. Na tato odhalená místa jsou vázány hlavice myozinových vláken. V důsledku toho je umožněno myofibrilovým vláknům aktinu se zasunout mezi vlákna myozinu. Tento konkrétní proces zkracuje samotné svalové vlákno. Avšak po skončení svalových kontrakcí se aktin-

myozinový komplex rozpojí opět v aktin a myozin a troponin opět zakryje místo vazby aktinového vlákna (Orel, 2019).

Celý tento proces je doprovázen spotřebováváním energie ATP, za přítomnosti iontů vápníku. Konkrétně ATP-ázovou charakteristiku vykazuje hlavička myozinu, která štěpí a uvolňuje ATP. Jelikož dochází k rychlému uvolnění energie, svaly jsou schopny velkých výkonů na začátku každé činnosti (Orel, 2019). Machová (2016) dále tvrdí, že koncentrace ATP se ve svaích příliš nemění, jelikož ATP se u svalu ihned obnovuje. Energie pro tuto reakci se získává štěpením glukózy ze svalového glykogenu. Při delším zatížení se navíc využívá energie uložená v tucích a bílkovinách.

V literatuře dle Machové (2016) či Naňky, Eliškové & Elišky (2009) jsou uvedeny dva druhy svalové kontrakce, tedy izotonické a izometrické. Orel (2019) k těmto typům přidává ještě smíšený stah svalového napětí. Jednotlivé druhy jsou rozděleny na základě změny délky svalů a svalového napětí. Při izotonické koncentraci dochází ke změně délky svalů, zatímco svalové napětí zůstává stejné. Ke změně svalu může dojít koncentrickým či excentrickým způsobem. Pro koncentrické zkrácení svalu je charakteristické zvětšení objemu svalového bříška a opravdový stah. Smrštění tohoto typu je se vyznačuje také stálou rychlostí a urychlením pohybu. Naopak excentrické zkrácení svalu působí protichůdně vůči výše uvedenému typu izotonické koncentrace. V tomto případě dochází k prodloužení. Výsledné provádění pohybu má tak vlastnost pouze pohybu brzdícího (Dylevský, 2009). Aktivní pohyb nevzniká, jelikož nedochází ke zkrácení svalu. Izometrické smrštění svalu je opakem izotonické koncentrace. Nemění se tedy délka, ale zvyšuje se napětí ve svalovém bříšku. Díky tomuto procesu jsou tyto svaly schopny udržet tělo a jeho části jako celek v dané poloze. Z důvodu vysokého tonusu je ztížený průtok krve danou oblastí, a proto jsou takové svaly více náchylné k únavě. Hovoříme o svaích antigravitačních či posturálních (Kopecký et al., 2012). Smíšená koncentrace je kombinace výše uvedených pohybů (Orel, 2019).

2.3.3 SVALOVÉ ZKRÁCENÍ

O svalovém zkrácení hovoříme tehdy, kdy se sval v klidovém stavu nedokáže natáhnout do své fyziologické délky. Tím je omezen i plný rozsah pohybu v kloubu během pasivního protažení. Jelikož ve svalu nedochází k elektrické stimulaci ani kontrakci, není tento děj doprovázen zvýšenou nervovou aktivitou (Janda et al., 2004). Nelson & Kokkonen (2015) popisují, že při zatěžování zkráceného svalu se zkrácení zvyšuje a sval se stává méně funkčním. Dále uvádí, že jednou z příčin zkrácení svalů je nedostatek pohybu, což způsobuje zvýšené napětí neboli hypertonus. V případě zanedbání tohoto faktu může dojít až k trvalému

omezení pohyblivosti. Svalové zkrácení může nastat i při svalové nerovnováze. Pokud nezkrácené svaly přebírají funkci za svaly zkrácené, což může nastat např. při nevhodném tréninku či chybném posilování (Nelson & Kokkonen, 2015).

Machová (2016) doplňuje, že svalový tonus, také jinak nazýván klidový stah, zajišťuje udržování tělesného držení a stabilitu jednotlivých částí těla. Což je primární funkce svalového tonusu. Tento fakt je podstatný právě pro udržování vzpřímeného postoje a stability kloubních spojení. Takové svalstvo nazýváme tonické či posturální a je nutné je protahovat, jelikož má tendenci právě ke zkracování. Jedná se o svaly silné a vytrvalé, unavují se pomalu. Příkladem těchto svalů jsou vzpřimovače páteře či šíjové svaly (Jarkovská & Jarkovská, 2016).

Opakem jsou svaly fázické umožňující pohyb těla a jeho koordinaci. Kolář (2001) tvrdí, že se jedná o vývojově mladší svaly se sklonem k hypotonii, tedy snížení svalového napětí. Oproti tonickým svalům mají tendenci ochabovat, proto je nutné je posilovat. Protože se takové svaly rychleji unavují, potřebují delší časový úsek k regeneraci (Jarkovská & Jarkovská, 2016). Kopecký et al. (2012) k této skupině svalů uvádí trapézový sval a široký sval zádový. Uvedení konkrétních svalů jsou pouze příklady, kdy se svaly tonické i fázické mohou nacházet v jedné oblasti těla, a přesto mít jiný charakter v závislosti na udržování fyziologické délky svalů. Výše popsané skupiny svalů tak navzájem spolupracují a doplňují se (Jarkovská & Jarkovská, 2016).

2.3.4 BEDROKYČELNÍ SVAL

Bedrokyčelní sval, odborně *m. iliopsoas*, je řazen do oblasti svalů dolních končetin, přesněji k přední skupině svalstva kyčelního kloubu. Už jeho název naznačuje, že je složen z velkého svalu bederního, *m. psoas major*, a kratšího svalu kyčelního, *m. iliacus* (Kopecký et al., 2012).

Bederní část svalu se nachází podél páteře ve spodní části zad. Vychází z meziobratlových plotének od 5. bederního obratle až k poslednímu hrudnímu obratli. Tento sval se zároveň při sestoupení dolů skrze pánev, pod tříselným vazem, spojuje se svalem kyčelním. Začátek kyčelního svalu se upíná na plochu vnitřní části lopaty kyčelní kosti. Společně se tyto dva svaly připojují k malému chocholíku vnitřní části stehenní kosti. Chocholík, odborně *trochanter minor*, lze charakterizovat jako výčnělek vnitřní strany horní části kosti stehenní (Lifshitz et al., 2020). Proto je tento sval například v publikaci od Naňky, Eliškové & Elišky (2009) uveden pod pojmem jako bedrokyčlostehenní sval. Bordoni & Varacallo (2023) ještě doplňují, že součástí bedrokyčelního svalu může být i malý bederní

sval, tedy *m. psoas minor*. Dle popisu těchto autorů je umístěn před *m. psoas major* a vychází tedy z posledního obratle hrudního a prvního obratle bederního. Poté se sbíhá s velkým svaem bederním. Dále uvádí, že je tento sval přítomen pouze u 60 % populace. Jedním z uvedených důvodů je genetická variabilita. Přítomnost tohoto pomocného svalu je podmíněna genetickými faktory. A v případě jeho absence tělo nepocítuje funkční deficit. Jeho funkci často plní jiné svaly (Čihák, 2016; Varacallo, 2023).

Jednou z hlavních funkcí této skupiny svalů je flexor neboli ohybač kyčelního kloubu. Sval také napomáhá při zevní rotaci, tedy při otáčení stehenní kosti směrem ven. Dále je antagonistou zadním svalům kyčelního kloubu, čímž napomáhá k udržení rovnováhy trupu spolu se svaly břišními a zádovými. Přispívá tak i k rotaci trupu (Tramer, Holmich & Safran, 2022). Čihák (2016) doplňuje, že při obrně bedrokyčelního svalu je naprosto znemožněna chůze, jelikož je podstatný při pohybech stehenních svalů.

Co se týče ochabnutí výše popsaného svalu Adler & Fengler (2019) uvádějí bedrokyčelní sval jako často skrytý zdroj bolesti. Dle těchto autorů často oslabený či zkrácený *m. iliopsoas* způsobuje bolesti v bederní části zad, tříselech či na předních stranách steh. V důsledku nesprávného fungování není možné udržet pánev ve vzpřímené poloze. Svalový tonus způsobuje přetahování bederní páteře dopředu, což při velkém zkrácení může vést k hyperlordóze. Takový stav vyvolává odpor ostatní bederních a hýžd'ových svalů snažících se o kompenzaci a udržení páteře v přirozené poloze. I autoři Tramer, Holmich & Safran (2022) ve své studii dále popsali, že sledovaní probandi trpící bolestí v oblasti třísel způsobuje právě bedrokyčelní sval. Přesněji tedy nestabilita kyčelního kloubu z důvodu nedostatečné síly v této svalové skupině (Tramer, Holmich & Safran (2022).

2.3.5 VZPŘIMOVAČ PÁTEŘE

Vzpřimovače páteře, odborně *m. erector spinae* či *m. erector trunci*, jsou řazeny k zádovým svalům a ty jsou rozprostřeny do 4 vrstev. Pro zmíněné svaly je charakteristická právě poslední rovina, tedy hluboká oblast zádových svalů. Jelikož tuto svalovou skupinu tvoří 2 silné sloupce vlastních hřbetních svalů po stranách páteře, Čihák (2016) je proto označuje jako svaly *autochtonní*. Tento celek svalů je popisován jako nejmohutnější svalová hmota ze všech hlubokých zádových svalů (Dylevský, 2009).

Hluboké svaly zádové jsou dle úponů a začátku se dále rozdělují do jednotlivých skupin. Směrem od povrchové části do hloubky se jedná o systém spinotransverzální, sakrospinální, spinospinální, transverzospinální a skupina krátkých zádových svalů (Čihák, 2016). Vzpřimovače páteře tvoří komplex svalů *m. iliocostalis*, *m. longissimus* a *m. spinalis*

(Kot et al., 2019). *M. iliocostalis* a *m. longissimus* dle Dylevského (2009) a Naňky, Eliškové & Elišky (2009) patří do skupiny sakrospinálního systému. Tyto dva svaly jsou doplněny *m. spinalis*, který je ale dle anatomických podkladů řazen do skupiny spinospinální. Čihák (2016) ale popisuje, že *m. ilicostalis* a *m. longissimus* jsou součástí skupiny spinotransversálních svalů společně s *m. splenius* (Čihák, 2016).

M. iliocostalis je ze všech výše uvedených svalů uložen nejdále od páteře. Díky své délce pokrývá celou oblast zad. Je upnutý na začátku kyčelní kosti a dolních 6 žebrech a končí mezi výběžky 4.–6. krční páteře. Podle samotného upnutí je dále rozdělen na část bederní, hrudní a krční. V odborné literatuře Čiháka (2016) jsou tyto pojmy nahrazeny následovně: lumbální, thorakální a cervikální část. Mediálně uložený *m. longissimus* je taktéž složen ze 3 úseků, kterými jsou části hrudní, krční a hlavová. Naňka, Elišková & Eliška (2009) část hrudní a krční popisují odborněji jako thorakální a cervikální. Vybíhá od 1.–5. bederního obratle a končí u hlavových obratlů na spodní straně lebky. Svalové snopce *m. spinalis* pokrývají jednotlivé trny obratlů hrudní i krční páteře. Je tedy složen pouze ze 2 částí. Upíná se na 2. horním hrudním obratli a končí na posledním krčním, tedy 7., obratli, který je nejbližší hrudní části páteře. V krční oblasti v závislosti na jeho variabilitě může chybět. Pokud je ale sval přítomen, pokrývá trny krčního obratle od 4. ke 2 (Dylevský, 2009; Naňka, Elišková & Eliška, 2009; Čihák, 2016).

Na základě výše uvedeného textu je podstatné zmínit i svaly *m. splenius capitis* a *m. splenius cervicis*. *M. splenius capitis* může začít mezi 3. hrudním obratlem až 6. krčním obratlem. Úpon tohoto svalu často končí na zátylku lebky. Od 3.–6. hrudního obratle se upíná *m. splenius cervicis* a končí u 1.–3. obratle krčního. Oba svaly jsou kryté svalem trapézovým (Čihák, 2016). U jednotlivých svalů mohou nastat různé variace, zejména co se týče počtu a rozsahu snopců svalů a jednotlivých částí svalů. Tento fakt je ale prakticky nevýznamný. Svaly společně spolupracují, ale jejich funkce se liší. Jejich součinnost je podstatná pro správné fungování a stabilizace páteře (Kot et al., 2019).

Jednou z hlavních funkcí je, již dle uvedeného názvu, vzpřimování trupu. Podílejí se tak i na pohybech páteře. Zároveň pracují jako antagonisté břišních svalů. A díky tonické funkci svaly břicha dokáží udržet střed těla ve vzpřímené poloze, proto jsou řazeny mezi posturální svaly. Díky této svalové skupině je nám umožněno provádět zaklánění a otáčení hlavou. Jednotlivé části vzpřimovačů páteře se zapojují i při úklonech a rotacích páteře na stranu působícího svalu (Kopecký et al., 2012).

2.4 LATERALITA

Pojmem lateralita se označuje přednostní používání jedné strany těla ve srovnání s druhou na základě dominancí hemisféry. Nezáleží ale pouze na dominanci mozkové hemisféry, ale také na genetických faktorech i okolnostech prostředí, které mohou jedince ovlivnit (Musálek, 2015; Petro & Szabo, 2016).

Hemisféry lidského mozku fungují na kontralaterálním principu, tedy zkříženě. Což znamená, že pravá hemisféra ovládá levou část těla, a naopak pravá část těla je řízena levou hemisférou (Zocher, 2006). Co se týče párových struktur v různých částech mozku, pracují symetricky. Lateralizaci, umístění pouze na jedné straně, zahrnují pracovní schopnosti, řeč a motoriku ruky. Tyto vývojově nejmladší funkce jsou uloženy v kůře hemisféry koncového mozku. Jednotlivé funkce jsou propojeny díky příslušným centrům umístěným blízko sebe. Řečová centra a Brocova oblast, podstatná pro produkci řeči, jsou nepárová. Nachází se v levé hemisféře u všech pravostranných jedinců a 60–70 % levostranných jedinců. V této části mozku se také nachází funkce racionálního myšlení. Pro pravou hemisféru je charakteristické chápání jevů v prostoru a čase (Machová, 2016).

Rozvoj funkční laterality se projevuje ve výkonnostních rozdílech párových smyslových a motorických orgánů. Vývoj jednostranného používání horní končetiny u dítěte závisí na stupni vyžrálosti centrálního nervového systému a jeho nervových drah. Proces vymezení dominantní ruky u většiny dětí probíhá v prvních 5 letech života. Avšak již koncem 1. roku lze pozorovat značné projevy laterality. Machová (2016) dále uvádí, že přibližně u 30 % dětí se ukáže převaha jednostranného užívání ruky velmi brzy. Pro zbylých 70 % jedinců je běžné oboustranné využívání horních končetin. V případě používání obou rukou hovoříme o ambidextrii. Tento děj ale často zaniká vlivem zejména pravostranné společnosti. Kolem 5. roku zhruba u 50 % dětí se přednostně vymezi používání pravé ruky a pouze 10 % dětí se stane leváky (Machová, 2016). Güntürkün, Ströckens & Ocklenburg (2020) tak potvrzují, že dominantní horní končetinu má přibližně 90 % lidské populace. Machová (2016) uvádí, že z fyziologického hlediska má leváctví a praváctví stejnou hodnotu.

Maupas et al., (2002) v rámci studie dominance leváctví či praváctví provedli test horních a dolních končetin i očních reakcí. Po testování probandů zjistili, že sociokulturní i environmentální faktory ovlivňují výběr horní dominantní končetiny více než výběr dolní dominantní končetiny. Tým Teixeira, Silva & Carvalho (2003) uvádí, že předpoklady pro lepší rychlost, koordinaci a motorickou přesnost jsou zapříčiněny právě dominantní hemisférou. Výzkum zprostředkovaný těmito autory se zaměřil na trénink fotbalistů, kteří byli

testování na tyto motorické testy: kopání na sílu, kopání na přesnost a rychlost driblingu. Test byl zaměřen na laterální asymetrii, tudíž účastníci museli tyto činnosti vykonat nepreferovanou dominantní končetinou. Výsledky výzkumné studie po několika měsíčním tréninku popisují značné zlepšení nedominantní ruky i nohy, avšak nedosahují takové úrovně rychlosti a přesnosti, jako končetiny dominantní (Teixeira, Silva & Carvalho, 2003).

2.5 POHYBOVÉ SCHOPNOSTI

Pohybové schopnosti můžeme popsat jako vnitřní předpoklady jedince umožňující provádění různých druhů pohybů a tělesných aktivit. Jsou částečně geneticky podmíněny, proto je pro ně charakteristická stabilita. Ale prostřednictvím trénování jednotlivé schopnosti lze zlepšit v závislostech na konkrétních aspektech fyzické kondice (Měkota & Novosad, 2005). Perič & Březina (2019) tvrdí, že schopnosti nelze získat, ani zapomenout. V souvislosti s touto problematikou je podstatné vysvětlit také pojem pohybová dovednost. Hovoříme tak o dalším předpokladu k pohybové činnosti. Avšak na rozdíl od schopností si ji jedinec musí osvojit učním a zdokonalit tak různými typy nácviků. Samotné naučení se jednotlivých dovedností tak závisí na základních schopnostech jedince v oblasti motorické, senzorické i kognitivní. (Měkota & Novosad, 2005). Měkota & Cuberek (2007) doplňují, že tyto předpoklady od sebe nelze oddělit, jejich vztah je oboustranný a vzájemný. Pohybové schopnosti fungují jako předpoklad pro osvojení pohybových dovedností. Zároveň při učení se novým dovednostem dochází k rozvoji a zlepšení schopností.

Pohybové schopnosti Perič et al. (2012) člení do 5 základních kategorií, kterými jsou:

- pohybová koordinace
- pohybová rychlost
- pohybová síla
- pohybová vytrvalost
- pohyblivost

Jednotlivé oblasti můžeme rozdělit do 2 skupin – koordinační a kondiční. Schopnosti jsou vyčleněny v závislosti na fyziologických a neurologických základech. Koordinace je závislá na nervovém systému člověka. Tato soustava tak efektivně reguluje a řídí samotné pohyby těla a jeho částí. Zbylé kategorie schopností, tedy rychlost, síla, vytrvalost a pohyblivost, jsou označovány jako kondiční. Ty jsou ovlivněny metabolickými procesy, souvisí s produkováním a využíváním energie během fyzické aktivity. Další kategorizace je popsána v rámci jednotlivých 5 oblastí v souvislosti s dílčími schopnostmi (Perič & Dovalil, 2010).

Při klasifikaci pohybových aktivit je podstatné znát dominující charakteristiku konkrétní činnosti. Téměř u naprosté většiny pohybových schopností lze identifikovat projevy výše uvedených skupin. V závislosti na daném úkolu se jejich poměr liší. Záleží tedy na určité charakteristice pohybů. např. zda je aktivita zaměřena na přesnost či provedení nebo jestli zkoumáme rychlost, dobu trvání apod. (Perič & Dovalil, 2010).

2.5.1 POHYBOVÁ RYCHLOST

Rychlost, jako samotný pojem, je označení pro dráhu, kterou těleso urazí za jednotku času. Podává výsledek, jak rychlý je měřený pohyb. Ale ze sportovního hlediska termín pohybová rychlost či rychlostní schopnost označuje pohybovou činnost provedenou v krátkodobém časovém úseku, v řádu sekund, dále jen s., za maximální intenzity (Perič & Dovalil, 2010). Autoři popisují krátkodobou pohybovou činnost do 20 s. Ale Perič et al. (2012) uvádějí dobu trvání v rozmezí 10.–15. s. Také ale vysvětlují, že se zvyšujícím se věkem rychlostní schopnost mohou klesat, a proto dospělým jedincům připisují také 20 s. Pro tuto disciplínu je podstatné, že probíhá bez odporu či pouze malého vnějšího odporu (Perič & Dovalil, 2010).

Rozvoj rychlostních schopností patří k těm nejtěžším ze všech oblastí. Můžeme je rozvíjet pouze omezeně, jelikož působení vlivu dědičnosti dosahuje až 80 %. Tento fakt je podmíněn závislostí na nervosvalové koordinaci jedince, zastoupení typů svalových vláken ve svaích a velikost svalové síly. Nervosvalová koordinace zajišťuje rychlou výměnu kontrakce a relaxaci ve svaích jedince. Tuto predispozici u dětí lze do určité míry rozvíjet. Co se týče svalových vláken (podrobněji popsány v kapitole 2.3), jejichž rozložení je ovlivněno geneticky, ovlivnitelnost této vrozené predispozice je velmi malá. Se svalovou silou se dá také pracovat. Je důležitá pro mohutnost svalové kontrakce (Perič et al., 2012).

Dle různých pohybů vykonávaných v rychlostních schopnostech jsou rozděleny do 3 kategorií. Řadí se zde rychlost reakce, rychlost jednotlivého pohybu a rychlost lokomoce. Při rychlostní reakci či reakčním čase, jak už vyplývá z názvu, je hodnocena schopnost jedince reagovat v konkrétní čas na daný podnět, např. výběh sprinterů ze startovních bloků při startovním výstřelu. Rychlost jednotlivého pohybu, popisována i jako rychlost acyklická, se soustřeďuje na samotný pohyb od začátku do konce, např. skok, hod apod. A rychlost lokomoce, cyklická aktivita, jako je např. běh či jízda na kole, je dále rozdělena do 3 podkategorií. Zkoumá rychlost akcelerace (co nejvyšší zrychlení), rychlost frekvence (práce s co nejsilnější frekvencí) a rychlost se změnou směru (např. zpomalení či zrychlení). Jednotlivé rozdělení je podstatné, jelikož zřídka kdy jedinec vyniká naprosto

v každé z kategorií. Pro zlepšování a trénování nejen vrcholově výkonných sportovců je nutné pozorovat každý prvek zvlášť (Zumr, 2019).

2.5.2 POHYBOVÁ SÍLA

Stejně jako u pohybové rychlosti v kapitole 2.5.1, je nezbytné rozlišit sílu v kontextu fyzikální veličiny oproti další pohybové aktivitě. Z hlediska fyzikálního je chápána jako změna pohybu či deformace tělesa. V problematice sportovní hovoříme o schopnosti překonávat vnější odpor díky svalové kontrakci (Perič & Dovalil, 2010). Silová schopnost představuje základ pro svalový výkon, což vyžaduje aplikaci síly v rozsahu přibližně 30 % individuálního maximálního výkonu. Tuto hodnotu můžeme označit jako základní běžné využívání silového potenciálu (Měkota & Novosad, 2005). Kučera, Kolář & Dylevský (2011) tvrdí, síla je jedním z klíčových faktorů nejen sportovních výkonů ale i fyzické práce.

Vzhledem ke svalovým kontrakcím jsou rychlostní schopnosti rozděleny do 2 skupin. První skupinou jsou aktivity statické druhá kategorie zahrnuje činnosti dynamické. U statických pohybových schopností nedochází k pohybu těla ani jeho částí. Tyto aktivity závisí na udržení daného odporu v jedné pozici, např. vis na hrazdě. Naopak dynamické schopnosti zahrnují pohyb těla či jeho částí, např. shyby, dřepy aj (Zumr, 2019). U této síly jsou podstatné tři základní ukazatele-metodotvorní činitele a poměr mezi nimi-uvádějící hmotnost, se kterou jedinec cvičí. Jedná se o velikost odporu, tedy velikost překonávané váhy jedince. Dále je důležitá rychlost zvedání a v neposlední řadě neopomeneme ani počet opakování. Jednotlivé ukazatele napomáhají vyčleňovat 3 druhy spadající pod dynamickou sílu. Rozdělení, ale především závisí na rychlosti provedení pohybu a velikosti odporu. Dle Periče et al. (2012) se jedná o následující silové schopnosti se spojitostí metodotvorných činitelů:

- výbušná (rychlá) dynamická síla: opakování + hmotnost
- vytrvalá (pomalá) dynamická síla: hmotnost + rychlost
- maximální dynamická síla: opakování + rychlost

U rychlostních schopností je nemaximálním zrychlením překonáván nízký odpor. Vytrvalá síla závisí na zdolání nízkého odporu nevelkou stálou rychlostí. A pro maximální sílu je charakteristický vysoký až maximální odpor, který přemůže malá rychlost (Zumr, 2019). Do silových schopností také spadá problematika dynamometrie popsána v kapitole 3.3 (Perič et al., 2012).

2.5.3 POHYBLIVOST

Pohyblivost, flexibilita, ohebnost, je předpokladem pro vykonávání pohybů ve velkém kloubním rozsahu. Kloubní pohyblivost umožňuje lidskému tělu dosáhnout maximálního rozsahu působením svalové kontrakce či vnějších sil. Díky ohebnosti můžeme koordinovaněji provádět samotné pohyby (Zumr, 2019).

Pohyblivost jako taková je ovlivněna mnoha faktory. Jedním z nich je např. tvar kloubů, který je ovlivněn velikostí kloubní hlavice a kloubní jamky. Velký rozsah pohybu je podmíněn velkou hlavicí a malou jamkou. Pokud je tomu opačně, pohyblivost bude menší. Dalším činitelem je pružnost vazivového a kloubního aparátu, aktivní síla agonistů a antagonistů kolem daného kloubu. Zajímavým aspektem je ale pohlaví, protože dívky, ženy, jsou přirozeně ohebnější než chlapci, muži. Také ale může záležet na časovém harmonogramu dne, jelikož po spánku je tělo méně pohyblivé. Další aspekty jsou např. teplota prostředí, rozcvičení se či životní styl jedince (Perič et al., 2012). Význam pohyblivosti totiž nemá souvislost pouze se sportovními výkony, ale i doprovází nás i při běžných činnostech. Flexibilita zároveň snižuje riziko svalového zranění, zkrácené svaly jsou více vystaveny riziku, že se mohou přetrhnout, plní tak funkci preventivní. Ale v opačném případě může působit i negativně. V případě, že pohyblivost zatěžuje fyziologickou kapacitu kloubu, dochází k hypermobilitě. V souvislosti s touto problematikou může nastat nestabilita a nadměrné uvolnění v kloubních spojeních (Zumr, 2019).

Flexibilita je dle Periče & Dovalila (2010) rozdělena dle aktivity pohybu a dynamiky provedení. Obě skupiny zahrnují 2 podkategorie. Aktivita pohybu zahrnuje aktivní a pasivní pohyb. Aktivní provedení lze realizovat vlastní silou. Naopak pasivní aktivity lze dosáhnout pouze vnějšími silami, např. druhé osoby či gravitace. Dynamika pohybu zahrnuje dynamické a statické provedení. Dynamické cviky zahrnují aktivní švihové způsoby. Pro statické způsoby jsou charakteristické výdrže a setrvání v dané poloze. Jednotlivá kritéria se navzájem doplňují a lze je kombinovat (Perič & Dovalil, 2010).

2.6 DETERMINANTY TĚLESNÉ ZDATNOSTI

Tělesnou zdatnost ovlivňuje mnoho faktorů. Dělí se na 2 skupiny – neměnné a modifikované. Determinanty neměnné nemůžeme ovlivňovat naší vůlí, kdežto determinanty modifikované změnit můžeme (Seefeldt, Malina & Clark, 2002).

U neměnných faktorů se zejména jedná o činitele genetického původu, jako je predispozice svalové soustavy (rozeepsáno v kapitole 2.3) a metabolismus, využití energie.

Dále se zde řadí věk, pohlaví, rasa a etnický původ (Seefeldt, Malina & Clark, 2002). Grasgruber (2002) v článku popisuje právě rozdíl sportovních výkonů v závislosti na rase člověka. Uvádí, že ve svalové soustavě Afričanů je obsaženo více rychlých svalových vláken než u probandů bílé rasy. Polemizovaným faktorem je zdravotní stav. V kapitole 2.7 je uveden bližší popis, jak můžeme mnohé z nemocí ovlivnit. Ovšem při dočasných či trvalých zraněních může dojít k omezení pohybových schopností. A v závislosti na stupni nemoci, úrazu je poté diskutabilní, do jaké míry je tělesná zdatnost jedince ovlivněna. S pojmem zdraví také souvisí i možnost vykonávat aktivity v plném rozsahu energie. Proto se zde řadí morfologická, svalová, motorická, kardiorespirační a metabolická komponenta. Pro každou z těchto oblastí je dán určitý rozsah ovlivněný dědičností. Zároveň ale na tyto roviny působí i ovlivnitelné faktory (Cvejić, Pejović & Ostojić, 2013).

Jako modifikované determinanty můžeme určit životní styl, environmentální a sociální prostřední a osobnostní vlastnosti. Shanahan, 2016 uvádí, že v důsledku urbanizace dochází k rozsáhlé přeměně životního prostředí, čímž degradují přírodní ekosystémy. Což může vést ke snížení pohybu obyvatel měst a obcí a přínos přírody pro lidské zdraví se snižuje. Zelené plochy mohou podporovat fyzickou aktivitu především tím, že poskytují volná a snadno dostupná místa pro aktivní trávení volného času. Ve studii je dále uvedeno, že lidé žijící v oblastech s vyšším podílem zeleně, provozují více fyzické aktivity, než jedinci osidlující pouze zastavěné oblasti budovami (Shanahan, 2016). Důležitá je i sociální podpora rodiny a přátel. Je jednou z častých motivací pro udržení aktivního stylu života. Lindsay Smith et al., (2017) popsali, že tento faktor podmiňuje více fyzickou aktivitu žen než mužů. Zmíněná byla i samota, která může zapříčinit stagnaci v této problematice. Jelikož tento fakt právě podmiňuje i osobní motivaci a ovlivňuje sebevědomí a vnímání vlastního těla (Lindsay Smith et al., 2017).

2.7 DŮSLEDKY NEDOSTATKU POHYBU

Nedostatek pohybové aktivity je jedním negativně ovlivňujících zdraví a kvalitu života. Pedersen & Saltin (2015) uvádí, že fyzická aktivita představuje základní kámen primární prevence nejméně 35 chronických onemocnění. Cvičení je velmi významné i u chorob, které se primárně neprojevují jako poruchy hybného aparátu. Působí i v rovině psychické, nejen fyzické. Autoři do této studie zahrnuli 26 nemocí z oblasti psychiatrických, neurologických, metabolických, kardiovaskulárních, muskuloskeletálních a plicních onemocnění. Ke každé konkrétní nemoci uvádí různé typy fyzických aktivit pro zmírnění či stabilizování příznaků

onemocnění. Pozitivní vliv, a snížení stupně nemoci souvisí s tím faktem, že cvičení stimuluje růst nových nervových buněk a uvolňování proteinů přispívající zdraví (Pedersen & Saltin, 2015).

Pro přesnější vysvětlení uvedeme působnost cvičení u jedinců trpících depresí. Lidé s diagnostikovanou depresí mají snížený objem v mozkové části – hipokampu. Léčba antidepressivy umožňuje tvorbu nových buněk stejně tak, jako fyzická aktivita. Při testování probandů po dobu 3. měsíců došlo nejen ke zvětšení této části mozku, ale také se posílila krátkodobá paměť. Jelikož jsou v tomto centru uloženy procesy paměti a učení (Pedersen & Saltin, 2015). I výzkumná studie dle Parka et al. (2023) uvádí, že jedním z rizikových faktorů způsobujících kloubní onemocnění jako je osteoartrózu, infarkt myokardu či cévní mozkovou příhodu, je kromě věku, obezity, vysokého krevního tlaku i fyzická aktivita. Tohoto výzkumu se účastnili jedinci starší 50 let a nutností bylo podstoupení zdravotní prohlídky. Zároveň probandi podali informace o dalších faktorech souvisejících se životním stylem formou dotazníků. Výsledné shrnutí poukazuje, že všechny mezi kritérii, jako je např. kouření či požívání návykových látek a fyzickou aktivitou nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly, co se týče procentuálního vyčíslení. Závěr této studie tedy vysvětluje, že nejen fyzická aktivita ale i celkový způsob života je závislý na každodenních zvyklostech jedince a může tak ovlivnit vysoké procento vznikajících chorob (Park et al., 2023).

Také Booth, Roberts & Laye (2012) popisují, že lidé mají nyní díky technickému rozvoji možnost nebýt fyzicky aktivní. Tvrdí, že pohybová nečinnost je primární příčinou většiny chronických onemocnění. Nedostatek pohybu ovlivňuje každou buňku, orgán a systém v těle, což působí sedavé dysfunkce a urychluje tak proces stárnutí (Booth, Roberts & Laye, 2012). Ve 21. století je téměř běžné na jakoukoli nemoc či náznak onemocnění předepisovat léky. Ale ve většině případech mnohé studie naznačují, že pohybová terapie je stejně účinná jako léčba medikamenty (Pedersen & Saltin, 2015).

3 VÝZKUMNÁ STUDIE

Hlavním cílem výzkumné studie bylo srovnat svalové funkce chlapců a dívek 8. a 9. ročníků Základních škol z okresu Kroměříž.

Dílčí cíle byly formulovány takto:

1. Prostudovat literaturu vztahující se k tématu a provést přehled aktuálního stavu problematiky
2. Zhodnotit BMI respondentů
3. Otestovat rychlostní schopnosti jedinců při sprintovém běhu 60 m
4. Určit svalové zkrácení bedrokyčelního svalu pomocí Thomasova testu
5. Určit svalové zkrácení vzpřimovačů páteře
6. Zjistit sílu stisku ruky probandů pomocí dynamometru
7. Zhodnotit sílu dominantní i nedominantní ruky probandů pomocí dynamometru
8. Analyzovat shromážděná data respondentů

3.1 METODIKA ZKOUMÁNÍ

Kvantitativní výzkum zaměřený na hodnocení svalových funkcí žáků staršího školního věku probíhal na dvou vybraných základních školách (dále jen ZŠ) v okrese Kroměříž ve Zlínském kraji.

Na základě hlavního cíle a dílčích cílů této práce byly vybrány 4 testy zaměřující se na zjištění svalových funkcí, konkrétně se jednalo o test rychlostních schopností, 2 testy svalového zkrácení a test svalové síly. Pro testování rychlostních schopností byla zvolena disciplína v běhu na 60 m. Svalové zkrácení bylo zkoumáno u bedrokyčelního svalu a vzpřimovačů páteře. Svalová síla byla zaměřena na sílu stisku levé i pravé ruky. V neposlední řadě byla zjištěna váha i výška žáků pro následné určení Body mass index (dále jen BMI) průměru žáků. K těmto jednotlivým testům bylo nutné zajistit pomůcky pro správné a kvalitní měření dat. Konkrétní pomůcky zahrnovaly – svinovací metr, digitální váhu, švédskou bednu, žíněnky, dynamometr, digitální stopky a venkovní dráhu 60 m. Každý respondent byl před zahájením testování obeznámen s dobrovolnou účastí tohoto výzkumného měření. Testování a následné vyhodnocování probíhalo v anonymitě ve smyslu nařízení č. 679/2016 o ochraně osobních údajů fyzických osob GDPR. Žákům, kteří se rozhodli výzkumné studie zúčastnit, byly všechny cviky názorně popsány a předvedeny.

Před samotným zahájením výzkumné studie byl osloven ředitel 3. ZŠ Holešov a ředitelka ZŠ Kostelec u Holešova pro schválení testování žáků. Vedení školy byl předložen

souhlas se zpracováním osobních údajů, viz Příloha 1 a Příloha 2. Po udělení souhlasů bylo možné výzkumnou studii realizovat.

3.2 POPIS INSTITUCE, CHARAKTERISTIKA RESPONDENTŮ

První část testování byla realizována na 3. ZŠ Holešov. Jedná se o rozlehlou městskou školu s výukou prvního i druhého stupně. Celkový počet žáků, tedy 522, je rozdělen 24 tříd. Konkrétně škola disponuje 12 třídami na prvním i druhém stupni. Tato škola je vybavena vlastní sportovní halou, plaveckým bazénem i venkovním sportovištěm vybaveným travnatou plochou, běžeckým oválem a betonovým hřištěm.

Výzkumného testování na 3. ZŠ Holešov se celkem zúčastnilo 141 respondentů z 8. a 9. ročníků. Četné rozdělení pohlaví a věku této vzorkové skupiny předkládá Tab. 1

Tab. 1: Četné zastoupení vzorkové skupiny žáků 8. a 9. ročníků 3. ZŠ Holešov.

3. ZŠ Holešov			
ROČNÍK	POHLAVÍ	VĚK	POČET
8.A	Dívky	13 let	6
		14 let	4
	Chlapci	13 let	5
		14 let	7
8.B	Dívky	13 let	5
		14 let	2
	Chlapci	13 let	3
		14 let	5
8.C	Dívky	13 let	3
		14 let	6
	Chlapci	13 let	7
		14 let	10
9.A	Dívky	14 let	7
		15 let	7
	Chlapci	14 let	7
		15 let	6
9.B	Dívky	14 let	5
		15 let	6
	Chlapci	14 let	9
		15 let	4

9.C	Dívky	14 let	10
		15 let	4
	Chlapci	14 let	6
		15 let	7

Druhá část testování proběhla v ZŠ Kostelci u Holešova. Tato škola je naopak oproti výše popsané instituci menší vesnickou školou. Vzdělávací zařízení navštěvuje 225 žáků. I přes menší působnost tato Základní škola nabízí kompletní devítileté vzdělání, prvního i druhého stupně, což zahrnuje výuku od prvního až devátého ročníku. S výjimkou první a sedmé třídy má každý ročník pouze jednu třídu. Tato škola disponuje vlastním sportovním hřištěm s travnatou plochou.

Zde se výzkumné studie dobrovolně zúčastnilo celkem 43 žáků z osmého a devátého ročníku. Četné rozdělení pohlaví a věku této vzorkové skupiny předkládá Tab. 2.

Tab. 2: Četné zastoupení vzorkové skupiny žáků 8. a 9. ročníků ZŠ Kostelec u Holešova.

ZŠ Kostelec u Holešova			
ROČNÍK	POHLAVÍ	VĚK	POČET
8.	Dívky	13 let	7
		14 let	2
	Chlapci	13 let	5
		14 let	4
9.	Dívky	14 let	9
		15 let	3
	Chlapci	14 let	9
		15 let	4

3.3 VÝZKUMNÉ NÁSTROJE

Rychlostní testy

Pro rychlostní test byl zvolena atletická sprinterská disciplína-běh na 60 m. Obecně se do této kategorie řadí všechny běhy do 400 m včetně. Zahrnují běhy hladké, překážkové i štafetové. Přesto, že se vzdálenostně úseky tratí až tak moc neliší, z hlediska fyzických schopností a energetického výdaje lze sledovat značné rozdíly. Proto se rozlišují krátké sprinty, do 200 m, a dlouhé sprinty, 200–400 m. Jsou také řazeny k rychlostně-silovým disciplínám. Jeřábek (2021) dále popisuje, že k dosažení vysokého výkonu je potřeba využití maximálních rychlostních schopností a výbušné silové síly (popsáno v kapitolách 2.5.1

a 2.5.2). Zahájení nejen běhu na 60 m, ale i jiných sprinterských disciplín, je realizováno z nízkého startu. A to z toho důvodu, že účastníci běhu tak mají možnost vytěžit onu maximální rychlost, ale pouze při správném provedení tohoto typu startu. Při atletických závodech soutěžící využívají také startovní bloky napomáhající při stabilizaci a opoře startovní polohy. Měřený výkon je zaznamenáván ručně pomocí stopek či automatickým časoměrem, cílovou kamerou. V obou případech je čas udáván s přesností 0,01. V neposlední řadě je důležité zmínit startovní povely, ke kterým patří zvuk píšťalky, povely připravte se a pozor a konečný výstřel. Zvuk píšťalky a povel připravte se účastníky upozorní pro zakleknutí do startovních bloků. Následuje poloha při povelu „pozor“, kdy jedinec pomalým náklonem vpřed zdvihne hýždě a těžiště tak přeneseme vpřed a vzhůru. Po výstřelu závodníci vybíhají. Časovač se zastaví tehdy, kdy jakákoli část jejich těla přesáhne cílovou rovinu (Jeřábek, 2021).

Svalové funkční testy

K výzkumné studii byly využity dva svalové funkční testy. Pro zjištění zkrácení bedrokyčelního svalu byl zvolen Thomasův test. Jako druhý test byl vybrán cvik ukazující zkrácení svalové skupiny vzpřimovačů páteře. Mimo jiné tyto testy slouží jako pomocná metoda pro vyšetření správné funkce svalů. Výsledné hodnoty měření informují jedince o síle konkrétních svalů či funkčních jednotek svalových skupin. Také umožňují lékařům i respondentům posoudit možné příčiny hybných vzorců zapříčiňující určitou svalovou dysbalanci. V neposlední řadě se takové testy využívají v rámci tělovýchovných postupů při nápravě oslabených svalových skupin či jednotlivých svalů (Janda et al., 2004).

Thomasův test

Thomasův test či *m. iliopsoas* test zkoumá rozsah kyčelního kloubu a zkrácení svalů *iliacus* a *psoas major* (Lee, 2011). U respondentů bylo zjišťováno zkrácení bedrokyčelního svalu, podrobně popsáno v kapitole 2.3.4.

Cvik byl prováděn z výchozí pozice, kdy se proband opřel hýžděmi kraje švédské bedny. Následně se na tělocviční náčiní položil zády a jedno koleno si přitáhl k břichu oběma rukama. Pro zabezpečení sklonu pánve a zabránění bederní lordózy byla jedinci noha zafixována zatlačením na chodidlo. Vyšetřovaná noha volně visela dolů. Cílem bylo zjistit, zda se vyšetřovaná noha dostane pod horizontální úroveň. V případě, že se stehno nachází pod horizontální úrovní, bérec visí kolmo dolů k zemi a patela, česka, kolene se lehce vysunuje směrem k vnější části, sval zkrácený není. Pokud se vyšetřovaná noha nedostala pod

horizontálu, došlo k lehkému stlačení stehna směrem dolů. Jestliže v tomto případě bylo možné stlačit bedrokyčelní sval pod horizontální úroveň, jednalo se o malé zkrácení. Při velkém zkrácení se probandova testovaná noha nacházela nad horizontálním postavením i při stlačení stehna směrem do hyperextenze. Velké zkrácení lze vidět na Obr. 1 (Janda et al., 2004; Riegerová et al., 2006).

Při vykonávání cviku bylo nutné dodržet správné postavení a fixace pánve. V opačném případě by došlo ke sklonu pánve a nadměrné bederní lordózy. Tím by bylo způsobeno nesprávné postavení celé končetiny, což by vedlo ke zkreslení výsledných naměřených dat. Dalším důležitým bodem byla dostatečná relaxace v kolenním kloubu vyšetřované končetiny, aby se proband vědomě neudržoval kolenní kloub v extenzi (Janda et al., 2004). Vigotský et al. (2016) popisují, že Thomasův test je považovaný za spolehlivý nástroj měření pouze v případě, kdy je kontrolována poloha oblast bederní páteře a pánve.



Obr. 1: Velké zkrácení bedrokyčelního svalu testovaného respondenta 8. ročníku ze 3. ZŠ Holešov (foto Molková, 2023).

Vzpřimovače páteře

Dalším prováděným testem bylo měření paravertebrálních zádoových svalů. Při tomto cviku bylo zjišťováno zkrácení vzpřimovačů páteře, podrobněji popsáno v kapitole 2.3.5.

Výchozí pozice pro cvik první fáze byl sed vzpřímený. Důležitým znakem tohoto testu byly natažené dolní končetiny, což vyřadilo funkci těchto svalů. Následovalo upevnění pánve za kyčelní kosti, aby nedošlo k naklánění pánevní oblasti dopředu. Proband se následně

naklonil dopředu. Názorné provedení je na Obr. 2. V další fázi testu byl proband přemístěn na švédskou bednu. Výchozí pozice pro cvik byl opět sed vzpřímený s horními končetinami volně podél těla a dolní končetiny byly ve flexi 90 stupňů v kolenních i kyčelních kloubech. Stehna byla položena celou plochou na švédské bedně. Chodidla byla opřena o kolmou plochu pro zachování pravého úhlu v hlezenních kloubech viz Obr. 3. Cílem obou fází cviků bylo přiblížit hlavu co nejbližší ke kolenům, aniž by došlo k flexi v kolenních kloubech. Pokud byl respondent schopen dostat hlavu do 10 cm nad kolena, vzpřimovače páteře nejsou hodnoceny jako zkrácené svaly. Pokud by byla naměřena hodnota hlavy od kolen 10–15 cm, jedná se o malé zkrácení. Velké zkrácení by nastalo v případě, dojde ke zjištění hodnot 15 cm od kolene a výše. (Riegerová et al., 2006).

Při vykonávání stejně jako u předešlého cviku bylo nutno dodržet prováděnou pozici. Podstatným prvkem bylo fixování pánve. V jiném případě by mohlo dojít primárnímu zapojení jiných svalů, což by vedlo ke zkreslení hodnot výsledného testu (Janda et al., 2004; Riegerová et al., 2006).



Obr. 2: První fáze testování svalové skupiny vzpřimovačů páteře respondentky 9. ročníku ze ZŠ Kostelec u Holešova (foto Molková, 2023).



Obr. 3: Druhá fáze testování svalové skupiny vzpřimovačů páteře respondentky 9. ročníku ze ZŠ Kostelec u Holešova (foto Molková, 2023).

Dynamometr

Jako další nezbytný nástroj byl využit digitální ruční dynamometr Grip Force. Po nastavení pohlaví a věku tento přístroj udává přesnou sílu stisku ruky v kilogramech (kg) nebo librách (lb). Tato pomůcka je schopna změřit sílu až 90 kg / 180 lb. Také přímo vyhodnotí a zařadí jedince do kategorie, podprůměru, průměru či nadprůměru, vzhledem k pohlaví a věku. Součástí dynamometru je posuvná rukojeť pro správné nastavení dle velikosti rukou.

Vykonávání testu je prováděno ve stabilní pozici, rukojeť se nepohybuje. Při tomto měření dochází k situaci, kdy svaly vyvíjejí sílu, aniž by docházelo k pohybu v daném kloubu. Pomocí tohoto přístroje je prováděno kvantitativní měření maximální izometrické síly ruky (Skirven, 2011). Respondent svým úchopem vyvíjí sílu proti odporu rukojeti, viz Obr. 4. V porovnání s izokinetickým dynamometrem tak vykazuje při měření méně chyb, uvádí Ekstrand, Lexell & Brogårdh (2015). Síla úchopu se používá k posouzení mnoha zdravotních stavů jako je sarkopenie, tedy ztráta svalové hmoty spojená se stárnutím člověka. Dynamometrie také predikuje postižení a fyzické funkce (Amo-Setién, 2020).



Obr. 4: Měření síly stisku levé ruky pomocí ručního digitálního dynamometru respondenta 8. ročníku ze 3. ZŠ Holešov (foto Molková, 2023).

BMI

K výzkumné studii bylo vybráno testování Body mass index. V některých publikacích může být označován jako Queteletův index podle autora A. Queteleta (Hronek et al., 2013). Index tělesné hmotnosti udává je statistickým ukazatelem využívaným k odhadu množství tělesného tuku u mužů a žen. Pro jeho výpočet potřebujeme znát hmotnost a výšku daného jedince. Index se vypočítá podílem hmotnosti osoby v kilogramech a výškou v metrech čtverečních. Vzorec pro získání hodnoty:

$$\text{BMI} = \frac{\text{hmotnost (kg)}}{\text{výška (m}^2\text{)}}$$

Získané hodnoty určují osoby do několika kategorií – podváhy, přiměřené váhy, nadváhy nebo obezity (Weir & Jan, 2023). Neuman (2007) dále popisuje, že díky tomuto indexu můžeme posoudit zdravotní rizika populace související s obezitou. Uvedené hodnoty ale nemusí neplatit pro všechny jedince stejným způsobem. Například trénovaní sportovci mají vyšší podíl svalové hmoty a může tak dojít k nesprávnému hodnocení. Mekonnen et al. (2021) ve své studii uvádí, že v období vývinu může docházet k menším nerovnostem vzhledem k rozvíjejícím se tělesným proporcím dívek i chlapců. Proto Světová zdravotnická organizace (WHO, 2007) rozlišuje jednotlivé ekvivalenty hodnot v rámci pohlaví a věku.

Tab. 3 uvádí rozdělení dívek a chlapců ve věkové kategorii 13–15 let. Konkrétní hodnoty v Tab. 3 jsou zpracované z grafického znázornění dle Světové zdravotnické organizace.

Tab. 3: Posouzení hmotnosti dětí staršího školního věku podle indexu BMI (převzato z grafu WHO, 2007).

KATEGORIZACE DLE HMOTNOSTI DÍVEK A CHLAPCŮ					
POHLAVÍ	VĚK	PODVÁHA	PŘÍMĚŘENÁ VÁHA	NADVÁHA	OBEZITA
Dívky	13 let	<15	15–22	22–26	>26
	14 let	<15,5	15,5–22,5	22,5–27,5	>27,5
	15 let	<16	16–23,5	23,5–28,5	>28,5
Chlapci	13 let	<15	15–21	21–25	>25
	14 let	<15,5	15,5–22	22–26	>26
	15 let	<16	16–22,5	22,5–27	>27

Studentův t-test

Pro výpočet statistických dat v této výzkumné studii byl využit Studentův t-test, který je dle Chráska (2016) řazen mezi nejčastěji používané statistické testy pro hodnocení významnosti rozdílů mezi dvěma soubory metrických dat. Díky tomuto testu můžeme posoudit, zda jsou průměry dvou různých skupin subjektů, v mém případě žáků, statisticky signifikantně odlišné (Chráska, 2016).

Upravený vzorec Studentova t-testu dle Chráska (2016):

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

kde $\bar{x}_1$ znázorňuje průměr jedné skupiny (chlapci) a $\bar{x}_2$ odpovídá průměru druhé skupiny (dívky). Pro znak n_1 dosazujeme četnost jednoho zkoumaného vzorku (chlapců) a pro znak n_2 zvolíme četnost druhého zkoumaného vzorku (dívek). Hodnoty směrodatné odchylky první skupiny respondentů (chlapců) doplníme místo s_1^2 a namísto s_2^2 . doplníme hodnoty směrodatné odchylky druhé skupiny respondentů (dívek) (Chráska, 2016).

Důležité je i zmínit pojem hladinu významnosti alfa, dále jen α , popisující pravděpodobnost nesprávného zamítnutí nulové hypotézy. Tato pravděpodobnost se volí v závislosti na situaci. Pro následující výzkumnou studii je hladina významnosti nastavena na hodnotu 0,05, což představuje 5 %. Následně v tabulkách Kvantily $t_{1-\alpha} (v)$ Studentova t

rozdělení se určuje hodnota $1-\alpha$, tedy $1-0,05$ pokud se jedná o jednostrannou hypotézu. V tomto případě pro stupně volnosti vyhledáváme hodnoty pod údajem 0,95. V případě, že hovoříme o oboustranné hypotéze, získáme hodnotu 0,975, jelikož využijeme výpočet $1-\alpha/2$, tedy $1-0,05/2$ (Chráska, 2016).

Pro výsledné porovnání testové t hodnoty s hladinou významnosti alfa p bylo podstatné zvolení stupně volnosti f . Stupeň volnosti byl stanoven pro správné přiřazení hladiny významnosti. Vzorec pro orientaci kritéria stupňů volnosti:

$$f = n_1 + n_2 - 2$$

Přičemž n_1 udává četnost jedné zkoumané skupiny (chlapců) a n_2 udává četnost druhé zkoumané skupiny (dívek). Vypočítaná kritická hodnota testového kritéria se poté srovnává s hladinou významnosti na konkrétním počtu stupňů volnosti (Chráska, 2016).

3.4 SBĚR DAT

Testování žáků ze 3. Základní školy Holešov oficiálně probíhalo v datovém rozmezí od 9.10.2023 do 3.11.2023. Měření mi bylo umožněno provést v předmětech jako je tělesná výchova (TV) a výchova ke zdraví (VkZ). Avšak po domluvě s vedením školy i vyučujícími daných předmětů byl sběr dat prodloužen o celý následující měsíc, tedy do 9.12.2023. Jedním z důvodů je vyšší počet tříd i žáků. Další kolize nastala při rozdělení dvouhodinové časové dotaci vyučovacích hodin tělesné výchovy. Výuka na 3. ZŠ Holešov je rozdělena dva jednohodinové bloky po 45 minutách namísto původních 90 minut. Podmínky a souhlas se zpracováním osobních údajů žáků je uveden v příloze 1.

Sběr dat na Základní škole v Kostelci u Holešova probíhal taktéž v rámci výuky tělesné výchovy i výchovy ke zdraví. V časovém období od 11.12.2023 do 21.12.2023. Oproti 3. ZŠ Holešov je časový interval kratší z důvodu menšího počtu respondentů a dvouhodinového bloku výuky tělesné výchovy.

Sběr dat respondentů ze 3. ZŠ Holešov i ZŠ Kostelec u Holešova začínalo měřením výšky a váhy. Žáci z 3. ZŠ Holešov byli měřeni v nářadovně z důvodu zachování soukromí o osobních údajích. Každý respondent byl postaven k metru pro změření výšky a poté se přemístil na digitální váhu. Některým účastníkům studie bylo takové měření nepříjemné, proto mi tito jedinci svou váhu pouze sdělili ústně. Stejně tomu bylo tak i u žáků ze ZŠ Kostelec u Holešova.

V rámci kategorie rychlostních schopností byl proveden běh na 60 m, realizovaný v rámci obou vzdělávacích zařízení ve venkovních prostorách sportovních areálů škol.

Na 3. ZŠ Holešov byly pro respondenty připraveny dvě vyznačené dráhy na běžeckém oválu. Žáci mohli využít při startu startovací bloky. Při běžném testování této disciplíny ve výuce jej pravidelně využívají. Zde mi se sběrem dat byla poskytnuta výpomoc vyučujícího Mgr. Jiřího Drhy. Testování probandů ze ZŠ Kostelec u Holešova se uskutečnilo na travnaté ploše. Tato škola nedisponuje pomůckami jako jsou startovací bloky. Respondenti jej proto neměli možnost využít jako v předešlé škole. Z důvodu rychlejšího sběru dat mi na této škole vypomohla Mgr. Lenka Dědičová. Časová délka úseku 60 m byla měřena digitálními stopkami. Tato disciplína byla respondenty absolvována 2krát. Pro výsledné hodnocení dat byl vybrán rychlejší časový úsek jednotlivců. Dalšími vybranými cviky ze série svalových funkčních testů bylo zjišťování chybné funkce bedrokyčelního svalu a svalové skupiny vzpřimovačů páteře. K těmto cvikům byla potřebná švédská bedna a žíněnka. Realizování v obou vzdělávacích zařízeních probíhalo ve vnitřních prostorách tělocvičen. Respondenti provedli daný cvik 2krát. Poslední měření se zaměřovalo na sílu stisku ruky pomocí dynamometru. Pravá i levá ruka byla měřena 2krát. Avšak mnoho jedinců absolvovalo tento cvik i vícekrát. Pro výsledné hodnocení dat byl zapsány hodnoty nejsilnějšího stisku ruky. Měření se na obou základních školách uskutečnil v předmětech Výchovy ke zdraví. Co se týče daného testu, dle respondentů byl hodnocen jako nejzábavnější a nejoblíbenější.

3.5 HYPOTÉZY

Pro tuto výzkumnou studii bylo určeno 5 hypotéz. Pro jejich ověření byli testováni probandi ze ZŠ Kostelec u Holešova a respondenti ze 3. ZŠ Holešov. Následující hypotézy jsou:

H₀₁: Chlapci běží při délce 60 m stejně rychle jako dívky

H_{A1}: Chlapci běží při délce 60 m rychleji než dívky

H₀₂: Chlapci mají stejný sklon ke svalovému zkrácení bedrokyčelního svalu jako dívky

H_{A2}: Chlapci mají častější sklon ke svalovému zkrácení bedrokyčelního než dívky

H₀₃: Chlapci mají stejný sklon ke svalovému zkrácení vzpřimovačů páteře jako dívky

H_{A3}: Chlapci mají častější sklon ke svalovému zkrácení vzpřimovačů páteře než dívky

H₀₄: Chlapci i dívky mají průměrnou stejnou sílu stisku ruky

H_{A4}: Průměrná síla stisku ruky u chlapců se liší od průměrné síly stisku ruky u dívek

H₀₅: Síla stisku silnější ruky nezávisí na dominanci hemisféry

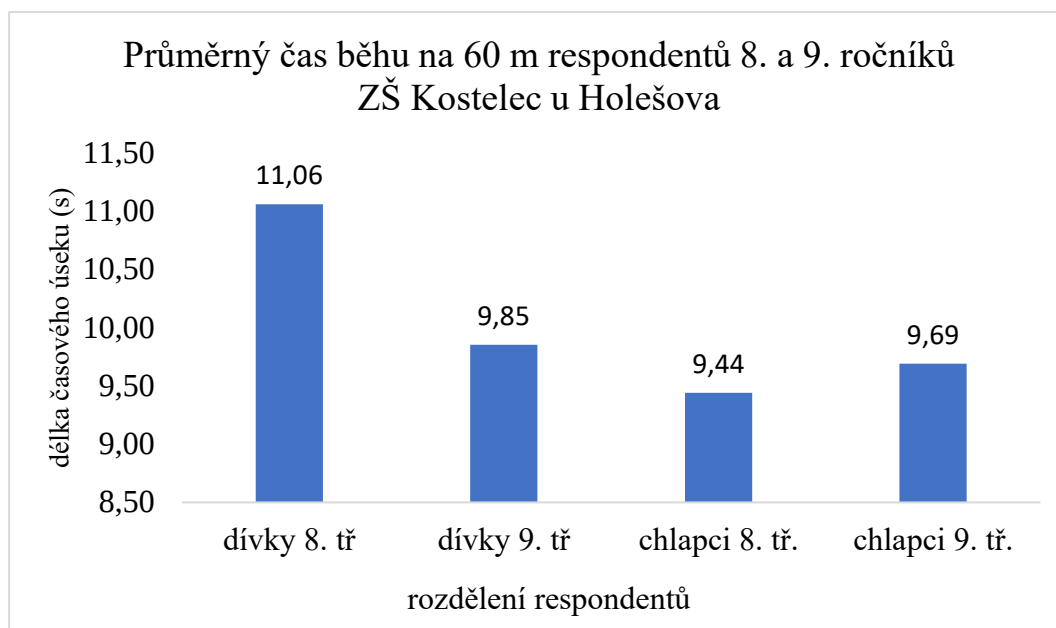
H_{A5}: Síla stisku silnější ruky závisí na dominanci hemisféry

3.6 VÝSLEDKY RESPONDENTŮ ZŠ KOSTELEC U HOLEŠOVA

Pro vyhodnocení dat byl použit operační systém Microsoft Excel, ve kterém byly vypočítány všechny statistické hodnoty, vytvořeny tabulky i grafy.

H₀₁: Chlapci běží při délce 60 m stejně rychle jako dívky

H_{A1}: Chlapci běží při délce 60 m rychleji než dívky



Obr. 5: Průměrný čas rychlosti délky v běhu na 60 m respondentů 8. a 9. ročníků ZŠ Kostelec u Holešova.

Pro ověření této hypotézy byli porovnáváni respondenti dle pohlaví, tedy chlapci vs. dívky, v rámci jednoho ročníku ZŠ Kostelec u Holešova. Stanovení průměrné rychlosti respondentů v rámci ročníků a pohlaví znázorňuje graf na Obr. 5. Dívky z 8. ročníku po získání hodnot vykazovali průměrnou rychlost sprintu na 60 m 11,06 s. Dívky 9. třídy byly o něco rychlejší a vypočítaný průměr odpovídal času 9,85 s. Nejrychlejší měřenou skupinou byli chlapci z 8. ročníku, jejichž rychlost se v průměru rovnala 9,44 s. Pouze o 0,25 s. byli pomalejší chlapci z 9. třídy s časem 9,69 s.

Výpočet běhu na 60 m respondentů 8. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty 8. ročníků byly zadány hodnoty průměrného času rychlosti v běhu na 60 m pro dívky – 11,06 a pro chlapce 9,44. Výzkumného testování

se zúčastnilo 9 dívek a 9 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 1,14 u dívek a u chlapců jako 1,48.

$$t = \frac{(11,06 - 9,44)}{\sqrt{\frac{1,14^2}{9} + \frac{1,48^2}{9}}}$$

$$t = 2,606580839$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 9 + 9 - 2 = 16$$

$$p = 1,746$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme alternativní hypotézu. Vypočítaná t hodnota je větší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že chlapci 8. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova běží při délce 60 m rychleji než dívky 8. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova.

Výpočet běhu na 60 m respondentů 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty 9. ročníku byly zadány hodnoty průměrného času rychlosti v běhu na 60 m pro dívky 9,85 a pro chlapce 9,69. Výzkumného testování se zúčastnilo 12 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,87 u dívek a u chlapců jako 1,69.

$$t = \frac{(9,85 - 9,69)}{\sqrt{\frac{0,87^2}{12} + \frac{1,69^2}{13}}}$$

$$t = 0,304029759$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 13 + 12 - 2 = 23$$

$$p = 1,714$$

Nulovou hypotézu zamítáme, přijímáme alternativní hypotézu. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že chlapci 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova jsou rychlejší než dívky 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova, ale rozdílná hodnota není statisticky významná.

H₀₂: Chlapci mají stejný sklon ke svalovému zkrácení bedrokyčelního svalu jako dívky

H_{A2}: Chlapci mají častější sklon ke svalovému zkrácení bedrokyčelního než dívky



Obr. 6: Četnost zkrácení bedrokyčelního svalu respondentů 8. a 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova.

Pro ověření této hypotézy byli porovnáváni respondenti dle pohlaví, tedy chlapci vs. dívky, v rámci jednoho ročníku ZŠ Kostelec u Holešova. Stanovení četného zkrácení bedrokyčelního svalu respondentů v rámci 8. a 9. ročníku znázorňuje Obr. 6. Pro žáky 8. ročníku platí, že z celkového počtu, 18 probandů, bylo hodnoceno 10 v kategorii bez zkrácení. Konkrétně 7 dívek a 3 chlapci. Pro 6 respondentů platí, že byli zařazeni do skupiny malého zkrácení, přesněji 1 dívka a 5 chlapců. Pouze u 2 jedinců, 1 dívky a 1 chlapce bylo zjištěno velké zkrácení. Co se týče 9. ročníku, z celkového počtu 25 žáků bylo 8 dívek a 2 chlapci zařazeno do kategorie bez zkrácení. Malé zkrácení vykazovaly 3 dívky a 5 chlapců. A velké zkrácení bylo zjištěno u 1 dívky a 6 chlapců.

Výpočet zkrácení bedrokyčelního svalu respondentů 8. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty 8. ročníku byly zadány hodnoty průměrného zkrácení bedrokyčelního svalu pro dívky – 0,33 a pro chlapce 0,78. Výzkumného testování se zúčastnilo 9 dívek a 9 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,71 u dívek a u chlapců jako 0,67.

$$t = \frac{(0,78 - 0,33)}{\sqrt{\frac{0,67^2}{9} + \frac{0,71^2}{9}}}$$

$$t = 1,371988681$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 9 + 9 - 2 = 16$$

$$p = 1,746$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že chlapci 8. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova nemají větší sklon ke svalovému zkrácení bedrokyčelního svalu než dívky 8. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova.

Výpočet zkrácení bedrokyčelního svalu respondentů 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty 9. ročníku byly zadány hodnoty průměrného zkrácení bedrokyčelního svalu pro dívky 0,42 a pro chlapce 1,31. Výzkumného testování se zúčastnilo 12 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,87 u dívek a u chlapců jako 1,69.

$$t = \frac{(1,31 - 0,42)}{\sqrt{\frac{0,75^2}{12} + \frac{0,67^2}{13}}}$$

$$t = 3,137725860$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

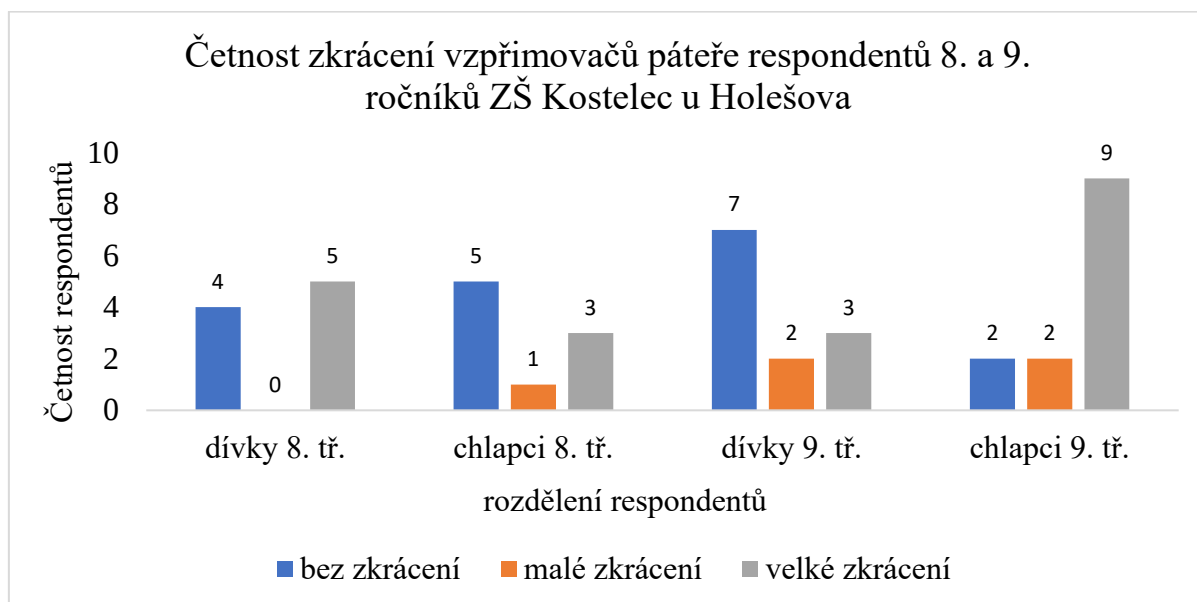
$$f = 13 + 12 - 2 = 23$$

$$p = 1,714$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme alternativní hypotézu. Vypočítaná t hodnota je větší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že chlapci 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova mají větší sklon ke svalovému zkrácení bedrokyčelního svalu než dívky 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova.

H₀₃: Chlapci mají stejný sklon ke svalovému zkrácení vzpřimovačů páteře jako dívky

H_{A3}: Chlapci mají častější sklon ke svalovému zkrácení vzpřimovačů páteře než dívky



Obr. 7: Četnost zkrácení vzpřimovačů páteře respondentů 8. a 9. ročníků ZŠ Kostelec u Holešova.

Dále k ověření této hypotézy byl proveden test zkrácení vzpřimovačů páteře. Tak jako u předchozího testování byli porovnáváni respondenti dle pohlaví, tedy chlapci vs. dívky, v rámci jednoho ročníku na ZŠ Kostelec u Holešova. Stanovení četného zkrácení vzpřimovačů páteře respondentů v rámci 8. a 9. ročníku znázorňuje Obr. 7. Výsledné testování ukázalo, že v 8. ročníku se nachází probandi bez zkrácení, se malým i velkým zkrácením. Z 18 probandů jsou 4 dívky a 5 chlapců hodnoceni bez zkrácení tohoto svalu. Malé zkrácení bylo zjištěno pouze u 1 žáka, a to mužského pohlaví. Zbýlých 8 žáků vykazovali velká zkrácení, konkrétně 5 dívek a 3 chlapci. Co se týče 9. ročníku, zde bylo z 25 žáků 7 dívek a 2 chlapci hodnoceno bez zkrácení. Malé zkrácení se projevilo u 2 dívek a 2 chlapců. U zbylých 3 dívek a 9 chlapců bylo zaznamenáno velké zkrácení.

Výpočet zkrácení vzpřimovačů páteře respondentů 8. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova:

Pro dosažení do vzorce pro respondenty 8. ročníku byly zadány hodnoty průměrného zkrácení vzpřimovačů páteře pro dívky – 1,11 a pro chlapce 0,78. Výzkumného testování se zúčastnilo 9 dívek a 9 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 1,05 u dívek a u chlapců jako 0,97.

$$t = \frac{(1,11 - 0,78)}{\sqrt{\frac{1,05^2}{9} + \frac{0,97^2}{9}}}$$

$$t = 0,697485832$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 9 + 9 - 2 = 16$$

$$p = 1,746$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že chlapci 8. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova nemají větší sklon ke svalovému zkrácení vzpřimovačů páteře než dívky 8. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova.

Výpočet zkrácení vzpřimovačů páteře respondentů 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty 9. ročníků byly zadány hodnoty průměrného zkrácení vzpřimovačů páteře pro dívky 0,67 a pro chlapce 1,54. Výzkumného testování se zúčastnilo 12 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,89 u dívek a u chlapců jako 0,78.

$$t = \frac{(1,54 - 0,67)}{\sqrt{\frac{0,78^2}{12} + \frac{0,89^2}{13}}}$$

$$t = 2,604896465$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

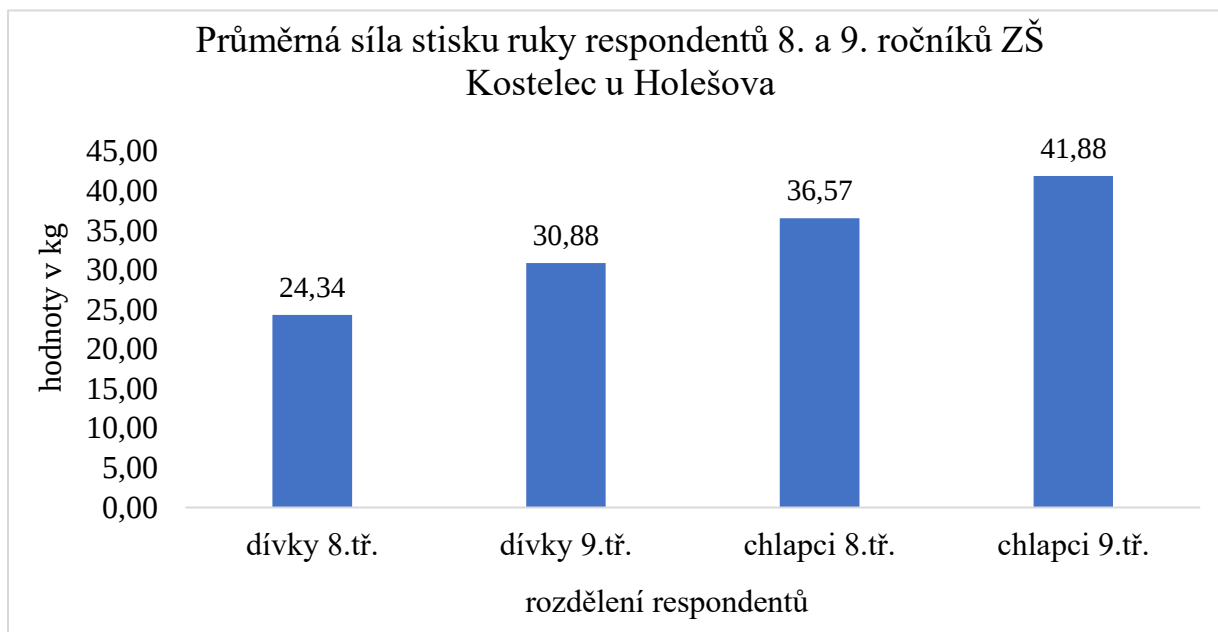
$$f = 13 + 12 - 2 = 23$$

$$p = 1,714$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme alternativní hypotézu. Vypočítaná t hodnota je větší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že chlapci 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova mají větší sklon ke svalovému zkrácení vzpřimovačů páteře než dívky 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova.

H₀₄: Chlapci i dívky mají průměrnou stejnou sílu stisku ruky

H_{A4}: Průměrná síla stisku ruky u chlapců se liší od průměrné síly stisku ruky u dívek



Obr. 8: Průměrná síla stisku ruky respondentů 8. a 9. ročníků ZŠ Kostelec u Holešova.

Pro ověření této hypotézy byli porovnáváni respondenti dle pohlaví, tedy chlapci vs. dívky, v rámci jednoho ročníku na ZŠ Kostelec u Holešova. Stanovení průměrné síly respondentů v rámci ročníků a pohlaví znázorňuje Obr. 8. Průměrná síla stisku ruky u dívek 8. ročníků byla vypočítána na hodnotu 24,34 kg, jedná se o nejmenší získanou hodnotu na ZŠ Kostelec u Holešova při tomto typu testování. O něco vyšší stisk ruky byl naměřen u dívek 9. třídy, konkrétně 30,88 kg. Co se týče měření chlapců 8. ročníku, hodnota naměřené síly ruky dosáhla 36,57 kg. Nejvyšší naměřenou hodnotu mají chlapci z 9. třídy a to 41,88 kg.

Výpočet síly stisku ruky respondentů 8. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty 8. ročníku byly zadány průměrné hodnoty síly stisku ruky dívek – 24,34 a chlapců – 36,57. Výzkumného testování se zúčastnilo 9 dívek a 9 chlapců. Přičemž směrodatná odchylka chlapců byla vypočítána na hodnotu 9,31 a u dívek 4,90.

$$t = \frac{(36,57 - 24,34)}{\sqrt{\frac{9,31^2}{9} + \frac{4,90^2}{9}}}$$
$$t = 3,485268218$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 9 + 9 - 2 = 16$$

$$p = 2,120$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme hypotézu alternativní. Vypočítaná t hodnota je větší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že průměrná síla stisku ruky u chlapců 8. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova je větší než průměrná síla stisku ruky u dívek 8. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova.

Výpočet síly stisku ruky respondentů 9. ročníků ZŠ Kostelec u Holešova

Pro dosažení do vzorce pro respondenty 9. ročníku byly zadány průměrné hodnoty síly stisku ruky dívek – 30,88 a chlapců – 41,88. Výzkumného testování se zúčastnilo 12 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky chlapců byla vypočítána na hodnotu 7,97 a u dívek 2,85.

$$t = \frac{(41,88 - 30,88)}{\sqrt{\frac{7,97^2}{13} + \frac{2,85^2}{12}}}$$

$$t = 4,661429666$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

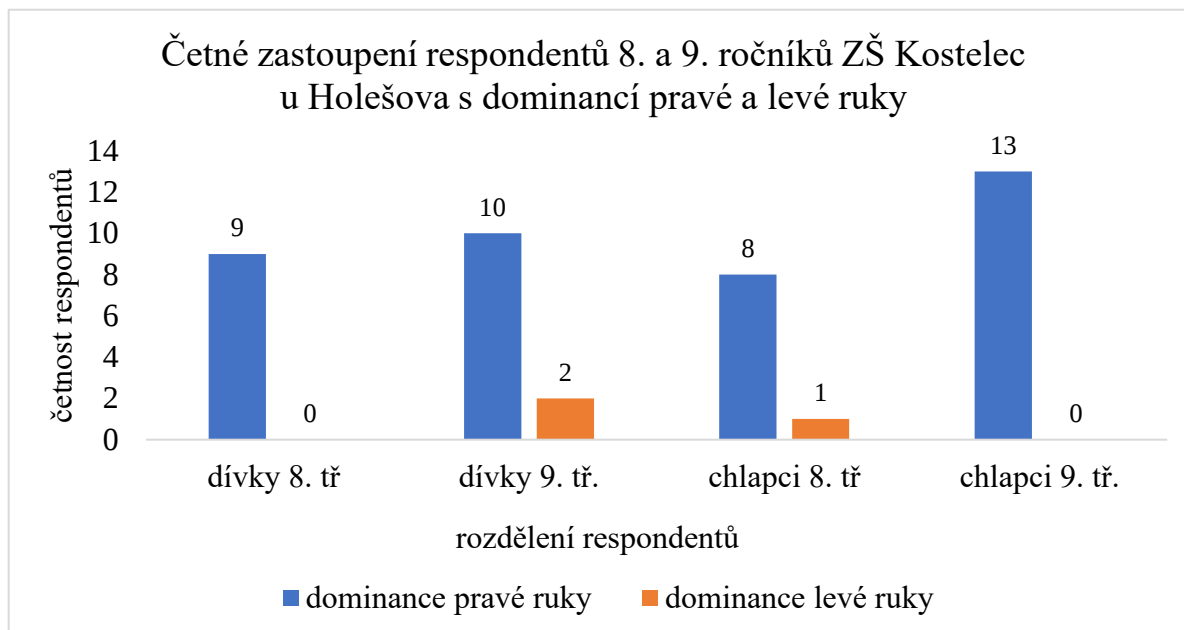
$$f = 13 + 12 - 2 = 23$$

$$p = 2,069$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme alternativní hypotézu. Vypočítaná t hodnota je větší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že průměrná síla stisku ruky u chlapců 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova je větší než průměrná síla stisku ruky u dívek 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova.

H₀₅: Síla stisku silnější ruky nezávisí na dominanci hemisféry

H_{A5}: Síla stisku silnější ruky závisí na dominanci hemisféry



Obr. 9: Četné zastoupení respondentů 8. a 9. ročníků s dominancí pravé ruky a s dominancí levé ruky ze ZŠ Kostelec u Holešova.

K ověření posledního hypotetického tvrzení byla porovnána naměřená síla pravé i levé ruky u respondentů ZŠ Kostelec u Holešova. V závislosti na dominanci hemisféry byla zjišťována síla stisku dominantní ruky a její síly v porovnání s nedominantní silou ruky. Výzkumné studie se zúčastnilo 40 respondentů s pravou dominantní rukou a 3 respondenti s levou dominantní rukou. Konkrétní rozdělení probandů ukazuje Obr. 9. Konkrétně u 8. ročníku bylo hodnoceno 9 dívek a 8 chlapců s využíváním pravé dominantní ruky. Levorukost zde vykazoval pouze 1 chlapec. U třídy 9. byla taktéž převaha pravorukých jedinců. Výzkumného testování se zúčastnilo 10 dívek a 13 chlapců s pravou dominantní rukou. Zastoupení levorukých bylo pouze ze strany dívek v četnosti 2.

U 26 jedinců bylo naměřeno větší síly při stisku dynamometru dominantní rukou. Kdežto u zbylých 17 žáků vykazovala silnější stisk ruky nedominantní ruka. Průměrná síla jedinců se silnější dominantní rukou činila hodnotu 34,28. Průměrná síla jedinců se silnější nedominantní rukou byla vypočítána na hodnotu 28,29. Směrodatná odchylka žáků s dominantní rukou – 10,93 a u žáků s nedominantní rukou – 9,84.

Výpočet síly dominantní a nedominantní ruky žáků ZŠ Kostelec u Holešova:

$$t = \frac{(38,29 - 34,28)}{\sqrt{\frac{9,84^2}{17} + \frac{10,93^2}{26}}}$$

$$t = 1,24957444$$

Hladina významnosti alfa = 0,05

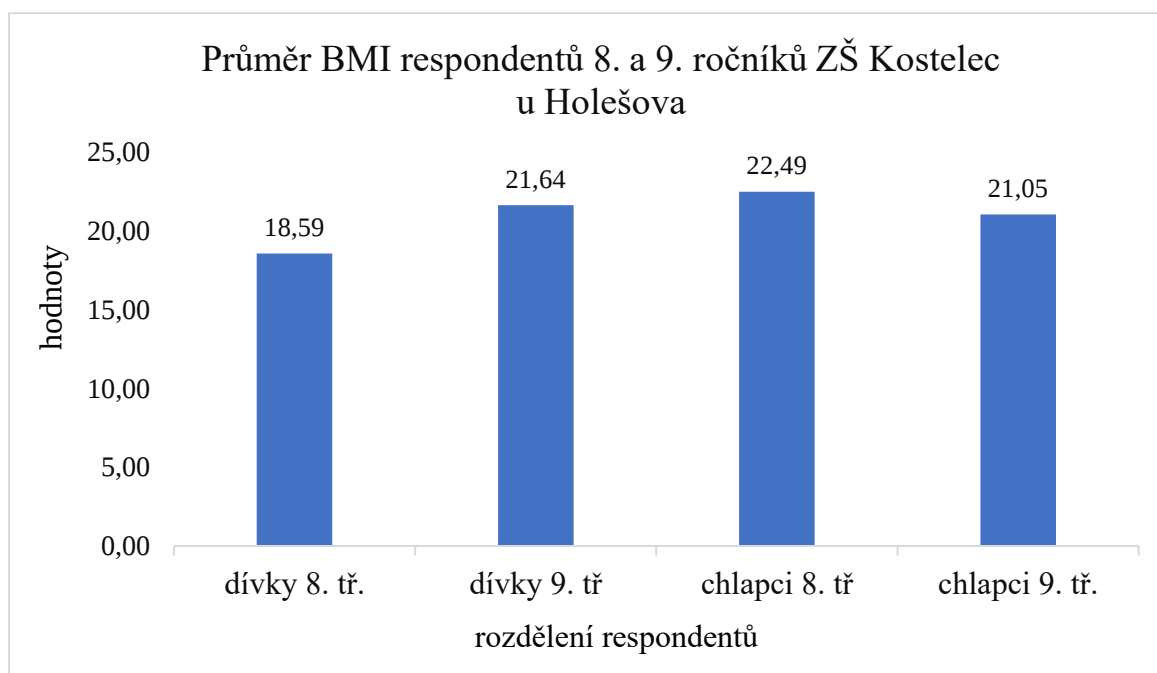
$$f = 26 + 17 - 2 = 41$$

$$p = 2,019$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Jelikož stanovená p hodnota je větší než vypočítaná t hodnota. Znamená to tedy, že průměrná síla jedinců pravé dominantní ruky či levé dominantní ruky nemusí být vždy silnější než síla nedominantní ruky.

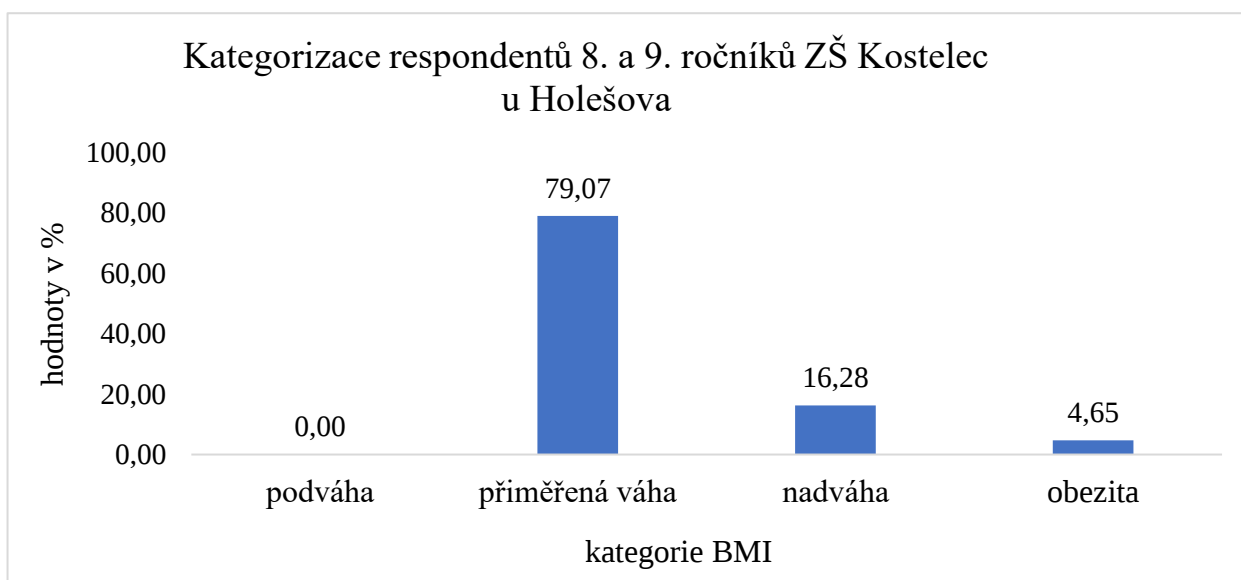
3.6.1 HODNOCENÍ BMI RESPONDENTŮ ZŠ KOSTELEC U HOLEŠOVA

V rámci hodnocení respondentů ZŠ Kostelec u Holešova byly vytvořeny grafy znázorňující hodnoty průměru BMI u dívek a chlapců 8. a 9. ročníků.



Obr. 10: Kategorizace průměru BMI dívek a chlapců z 8. a 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova.

Pro respondenty 8. a 9. ročníků ZŠ Kostelec u Holešova byl vypočítán průměr BMI předkládá Obr. 19. Graf znázorňuje téměř všechny ročníky dívek i chlapců v rozmezí přiměřené váhy. Konkrétně pro dívky 8. ročníku průměr BMI udává hodnotu 18,59. Žákyně 9. třídy dosáhly hodnoty 21,64. U chlapců 8. třídy je zaznamenána kategorie nadváhy s hodnotou 22,49. A pro 9. ročník respondentů chlapeckého zastoupení je vymezena hodnota 21,05.



Obr. 11: Kategorizace všech zúčastněných respondentů 8. a 9. ročníků ZŠ Kostelec u Holešova.

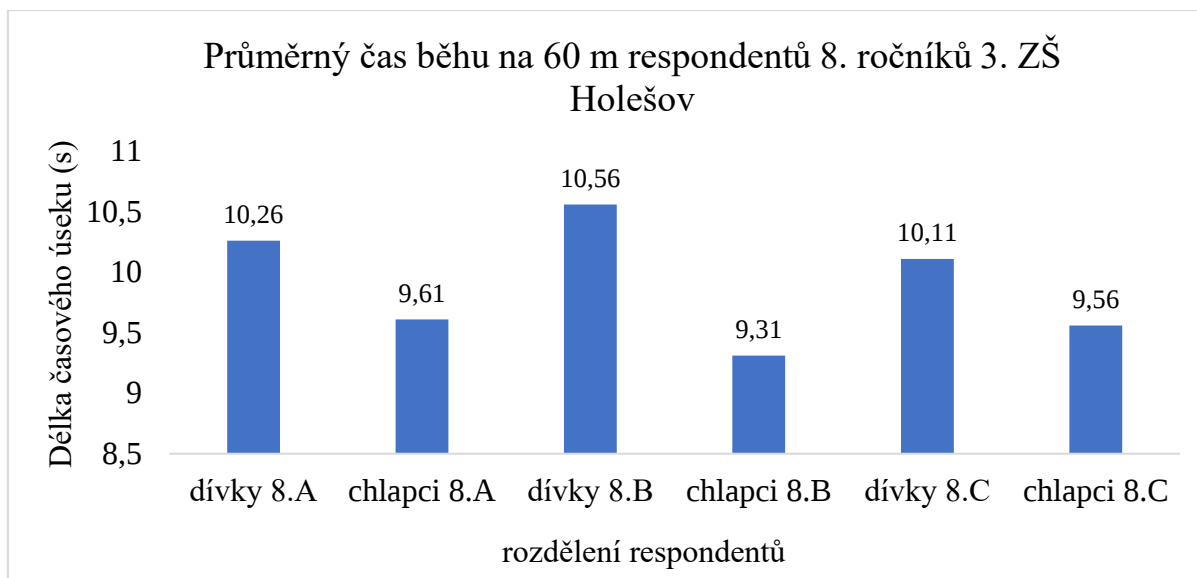
Dále následovalo kategorizování probandu 8. a 9. ročníků ZŠ Kostelec u Holešova dle pohlaví a věku jako celek. Přehled uvádí Obr. 20. Hodnoty jsou uvedeny v procentuálním zastoupení (%). V kategorii podváhy se nenachází žádný žák. 79,07 % jedinců (konkrétní zastoupení je 34 respondentů) mají váhu přiměřenou. 16,28 % účastníků výzkumné studie je dle WHO zařazeno do kategorie nadváhy (celkem 7 žáků). V posledním stupni, obezity, se nachází 2 žáci, procentuální zastoupení činí 4,65 %.

3.7 VÝSLEDKY RESPONDENTŮ 3. ZŠ HOLEŠOV

Jelikož na 3. ZŠ Holešov jsou žáci 8. a 9. ročníků rozdělení do 3. tříd – A., B., C., jednotlivé T-testy a grafy byly vytvořeny pro každou třídu zvlášť.

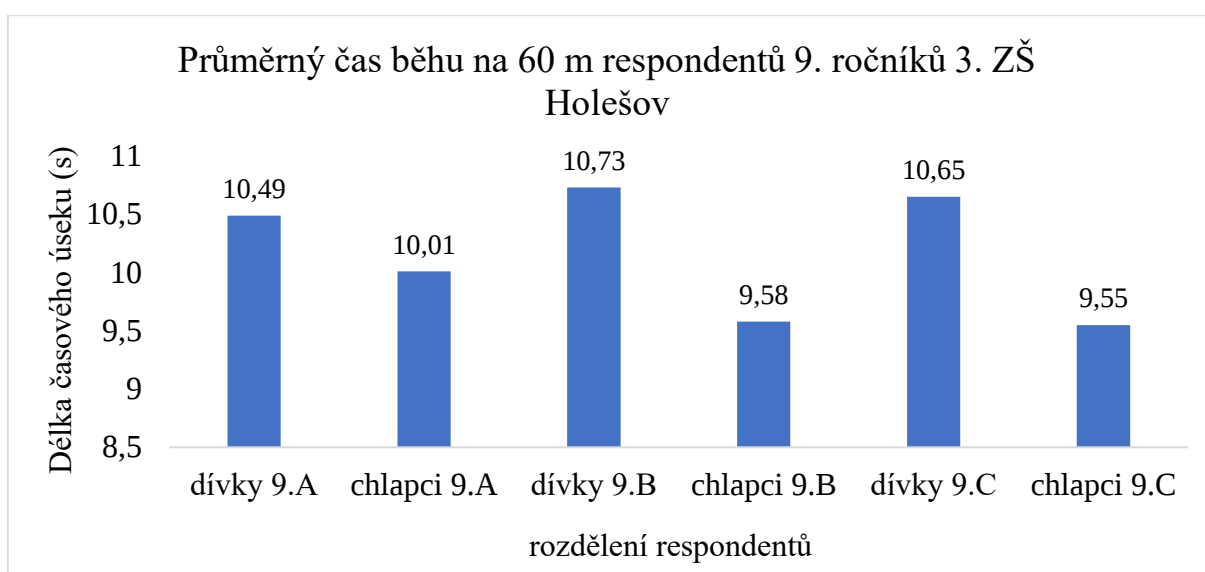
H_{01} : Chlapci běží při délce 60 m stejně rychle jako dívky

H_{A1} : Chlapci běží při délce 60 m rychleji než dívky



Obr. 12: Průměrný čas rychlosti délky v běhu na 60 m respondentů 8. ročníků 3. ZŠ Holešov.

Pro ověření této hypotézy byli porovnávání respondenti dle pohlaví, tedy chlapci vs. dívky, v rámci jednoho ročníku 3. ZŠ Holešov. Jednotlivé hodnoty pro žáky 8. ročníků 3. ZŠ Holešov znázorňuje graf na Obr. 10. Dívky ze všech tříd, A, B i C jsou nad hranicí 10 s. Konkrétně průměr běhu dívek 8.A byl vypočítaný na 10,26 s. Dívky z 8.B běží o něco pomaleji, naměřený čas v průměru vykazuje 10,56 s. A dívky z 8.C podaly rychlejší výkon než předchozí třídy, jejich čas se rovná 10,11 s. Co se týče rychlosti běhu chlapců, naměřené časy se liší minimálně. Chlapci z 8.A běží průměrnou rychlostí 9,61 s. O něco rychlejší jsou chlapci z 8.B, jejichž průměrný výkon činí 9,31 s. Mezníkem u těchto tříd jsou chlapci z 8.C, jejichž čas je 9,56 s. Nejrychlejší testovanou skupinou jsou tedy chlapci 8.B a nejpomalejší zastoupení v tomto testu jsou dívky z 8.B 3. ZŠ Holešov.



Obr. 13: Průměrný čas rychlosti délky v běhu na 60 m respondentů 9. ročníků 3. ZŠ Holešov.

Získané hodnoty respondentů 9. ročníků 3. ZŠ Holešov jsou uvedeny na Obr. 11. Pro následující vyhodnocení se běhu na 60 m zúčastnili probandi 9. ročníků. Stejně jako u předchozího grafu Obr. 10, průměrné časy dívek se pohybují nad hranicí 10 s. Nejrychlejší třída dívek z 9. ročníků je 9.A, konkrétně je jejich průměrný výkon hodnocen časem 10,49 s. Dívky z 9.B zdolaly dráhu 60 m v průměrném čase 10,73 s. A Dívky z 9.C vykazují průměrný čas 10,65 s. Co se týče chlapců, kromě žáků z 9.A, nepřesáhl průměr 10 s. Probandi z 9.A oproti 9.B a 9.C nejpomalejšími. Jejich průměr činil 10,01. Chlapci z 9.B dosáhli výkonu 9,58 s. A nejrychlejší ze všech jedinců 9. ročníků byli chlapci z 9.C s průměrným časem 9,55 s. Obecně lze říci, že nejlepší výkon ze všech tříd podali chlapci z 9.C a nejpomalejší testovanou skupinou byly dívky 9.B 3. ZŠ Holešov.

Výpočet běhu na 60 m respondentů 8.A 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 8.A byly zadány hodnoty průměrného času rychlosti v běhu na 60 m pro dívky – 10,26 a pro chlapce 9,61. Výzkumného testování se zúčastnilo 10 dívek a 12 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 1,01 u dívek a u chlapců jako 1,27.

$$t = \frac{(10,26 - 9,61)}{\sqrt{\frac{1,01^2}{10} + \frac{1,27^2}{12}}}$$

$$t = 1,315895966$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 10 + 12 - 2 = 20$$

$$p = 1,725$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. V doplnění vzorce lze vidět značné rozdíly naměřených hodnot chlapců i dívek 8.A 3. ZŠ Holešov. Konkrétně průměrný čas dívek je o 0,65 s pomalejší než u chlapců. I přes tyto hodnoty není rozdíl statisticky významný, proto je nulová hypotéza přijata.

Výpočet běhu na 60 m respondentů 9.A 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 9.A byly zadány hodnoty průměrného času rychlosti v běhu na 60 m pro dívky – 10,49 a pro chlapce 10,08. Výzkumného testování

se zúčastnilo 14 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,96 u dívek a u chlapců jako 1,51.

$$t = \frac{(10,49 - 10,08)}{\sqrt{\frac{0,96^2}{14} + \frac{1,51^2}{13}}}$$

$$t = 0,83394892$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 14 + 13 - 2 = 25$$

$$p = 1,708$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Stejně jako u předchozího výpočtu je t hodnota menší než stanovená p hodnota. V doplnění vzorce lze vidět značné rozdíly naměřených hodnot chlapců i dívek 3. ZŠ Holešov. Konkrétně průměrný čas dívek je o 0,41 s pomalejší než u chlapců. I přes tyto hodnoty není rozdíl statisticky významný, proto je nulová hypotéza přijata.

Výpočet běhu na 60 m respondentů 8.B 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 8.B byly zadány hodnoty průměrného času rychlosti v běhu na 60 m pro dívky – 10,16 a pro chlapce 9,31. Výzkumného testování se zúčastnilo 7 dívek a 8 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,74 u dívek a u chlapců jako 0,75.

$$t = \frac{(10,16 - 9,31)}{\sqrt{\frac{0,74^2}{7} + \frac{0,75^2}{8}}}$$

$$t = 2,192474069$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 7 + 8 - 2 = 13$$

$$p = 1,771$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme alternativní hypotézu. Vypočítaná t hodnota je vyšší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že chlapci z ročníku 8.B 3. ZŠ Holešov jsou rychlejší v běhu na 60 m než dívky 8.B 3. ZŠ Holešov.

Výpočet běhu na 60 m respondentů 9.B 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 9.B byly zadány hodnoty průměrného času rychlosti v běhu na 60 m pro dívky – 10,73 a pro chlapce 9,85. Výzkumného testování

se zúčastnilo 11 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 1,47 u dívek a u chlapců jako 1,62.

$$t = \frac{(10,73 - 9,58)}{\sqrt{\frac{1,47^2}{11} + \frac{1,62^2}{13}}}$$

$$t = 1,803675889$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 11 + 13 - 2 = 22$$

$$p = 1,717$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme hypotézu alternativní. Vypočítaná t hodnota je vyšší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že chlapci z ročníku 9.B 3. ZŠ Holešov jsou rychlejší v běhu na 60 m než dívky 9.B 3. ZŠ Holešov.

Výpočet běhu na 60 m respondentů 8.C 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 8.C byly zadány hodnoty průměrného času rychlosti v běhu na 60 m pro dívky – 10,11 a pro chlapce 9,56. Výzkumného testování se zúčastnilo 9 dívek a 17 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 1,03 u dívek a u chlapců jako 1,38.

$$t = \frac{(10,11 - 9,56)}{\sqrt{\frac{1,03^2}{9} + \frac{1,38^2}{17}}}$$

$$t = 1,041270532$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 9 + 17 - 2 = 24$$

$$p = 1,711$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. V doplnění vzorce lze vidět značné rozdíly naměřených hodnot chlapců i dívek 8.C 3. ZŠ Holešov. Konkrétně průměrný čas dívek je o 0,55 s pomalejší než u chlapců. I přes tyto získané hodnoty není rozdíl statisticky významný, proto je nulová hypotéza přijata.

Výpočet běhu na 60 m respondentů 9.C 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 9.C byly zadány hodnoty průměrného času rychlosti v běhu na 60 m pro dívky – 10,66 a pro chlapce 9,55. Výzkumného testování

se zúčastnilo 14 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 1,98 u dívek a u chlapců jako 0,90.

$$t = \frac{(10,66 - 9,56)}{\sqrt{\frac{1,98^2}{14} + \frac{0,90^2}{13}}}$$

$$t = 1,854999966$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

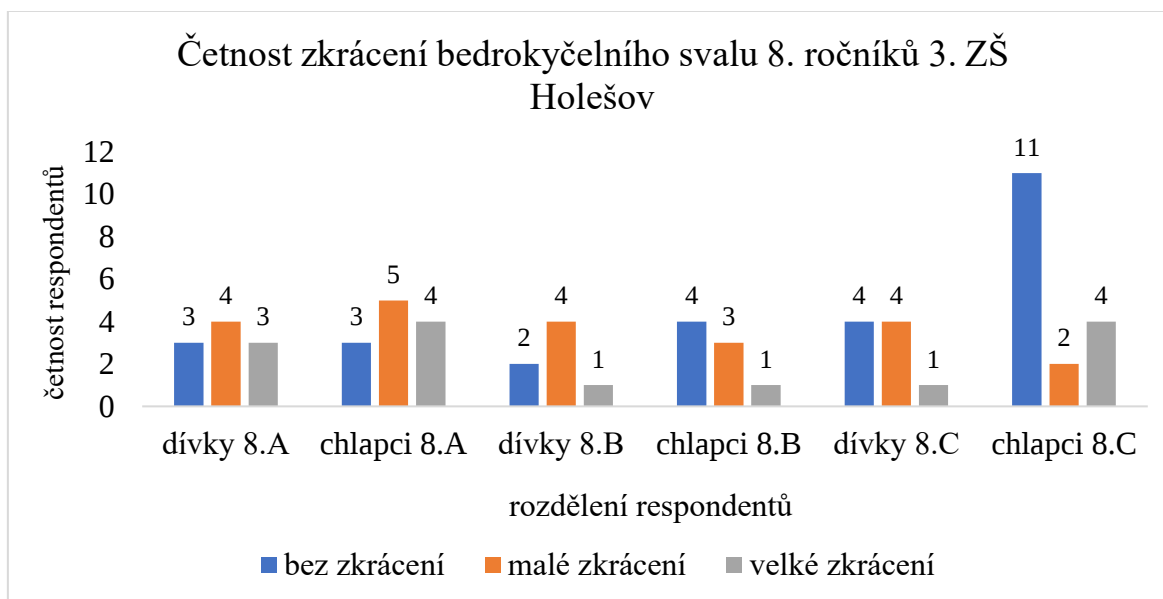
$$f = 14 + 13 - 2 = 25$$

$$p = 1,708$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme hypotézu alternativní. Vypočítaná t hodnota je vyšší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že chlapci z ročníku 9.C 3. ZŠ Holešov jsou rychlejší v běhu na 60 m než dívky 9.C 3. ZŠ Holešov.

H₀₂: Chlapci mají stejný sklon ke svalovému zkrácení bedrokyčelního svalu jako dívky

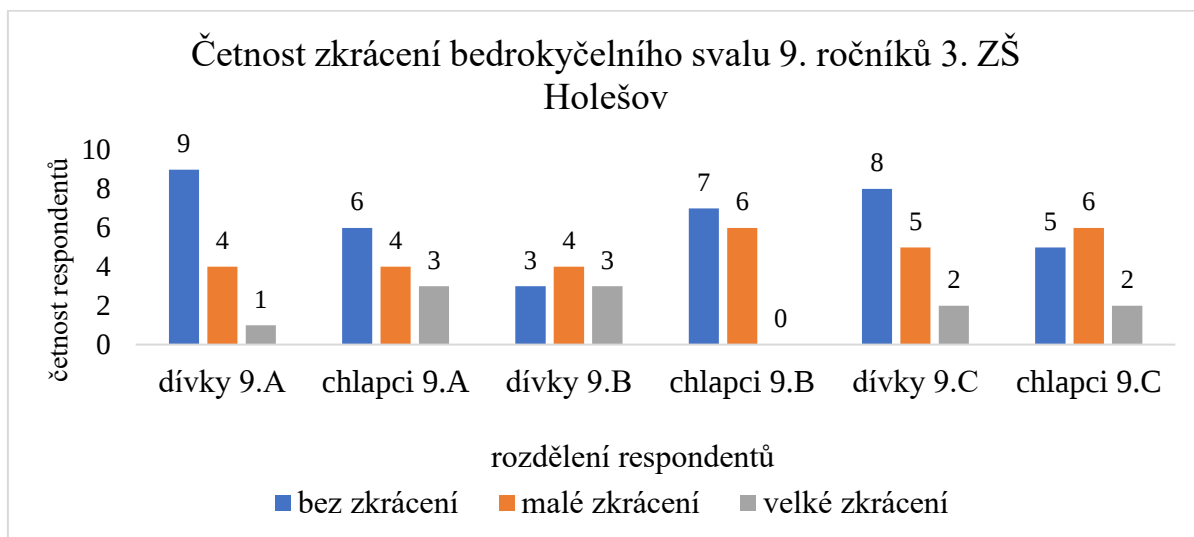
H_{A2}: Chlapci mají častější sklon ke svalovému zkrácení bedrokyčelního svalu než dívky



Obr. 14: Četnost zkrácení bedrokyčelního svalu respondentů 8. ročníků 3. ZŠ Holešov.

Pro ověření další hypotézy byli porovnáváni respondenti dle pohlaví, tedy chlapci vs. dívky, v rámci jednoho ročníku 3. ZŠ Holešov. Stanovení četného zkrácení bedrokyčelního svalu respondentů v rámci 8. ročníku znázorňuje Obr. 12. Testování probandů 8. ročníků 3. ZŠ Holešov ukázalo, že se zde nachází jedinci v kategorii bez zkrácení, s malým i velkým zkrácením. Konkrétně z ročníku 8.A byly 3 dívky a 3 chlapci hodnoceni bez zkrácení. Dále 4 dívky a 5 chlapců bylo zařazeno do skupiny malého zkrácení. A velké

zkrácení bylo zjištěno u 3 dívek a 4 chlapců. Ve třídě 8.B byly 2 dívky a 4 chlapci hodnoceni bez zkrácení. Malé zkrácení bylo zjištěno u 4 dívek a 3 chlapců. A pouze u 1 dívky a 1 chlapce bylo zaznamenáno velké zkrácení. V rámci testování ročníku 8.C u 4 dívek a 11 chlapců nebylo zjištěno žádné zkrácení. Avšak do kategorie malého zkrácení byly zařazeny 4 dívky a 2 chlapci. Jen 1 dívka a 4 chlapci vykazovaly známky velkého zkrácení. Tato analýza ukazuje, že třída 8.C má nejvyšší počet dívek a chlapců bez zkrácení, zatímco třída 8.B má nejnižší počet jedinců s velkým zkrácením, což naznačuje, že jsou obecně nejméně zkrácené.



Obr. 15: Četnost zkrácení bedrokyčelního svalu respondentů 9. ročníků 3. ZŠ Holešov.

Stanovení četného zkrácení bedrokyčelního svalu respondentů v rámci 9. ročníku 3. ZŠ Holešov znázorňuje Obr. 13. Testování probandů 9. ročníků 3. ZŠ Holešov ukázalo, že se zde nachází jedinci v kategorii bez zkrácení, s malým i velkým zkrácením. Konkrétně z ročníku 9.A bylo 9 dívek a 6 chlapců hodnoceno bez zkrácení. Dále 4 dívky a 4 chlapci byli zařazeni do skupiny malého zkrácení. A velké zkrácení bylo zjištěno u 1 dívky a 3 chlapců. Ve třídě 9.B byly 3 dívky a 7 chlapců hodnoceno bez zkrácení. Malé zkrácení bylo zjištěno u 4 dívek a 6 chlapců. A pouze u 3 dívek této třídy bylo zaznamenáno velké zkrácení. V rámci testování ročníku 9.C u 8 dívek a 5 chlapců nebylo zjištěno žádné zkrácení. Avšak do kategorie malého zkrácení bylo zařazeno 5 dívek a 6 chlapců. Jen 2 dívka a 2 chlapci vykazovali známky velkého zkrácení bedrokyčelního svalu. Analýza poukazuje, že nejvíce zkrácený bedrokyčelní sval je u chlapců 9.A a u dívek 9.B. Naopak nejlépe, dle výsledků, jsou na tom dívky 9.A a chlapi 9.B 3. ZŠ Holešov.

Výpočet zkrácení bedrokyčelního svalu respondentů 8.A 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 8.A byly zadány hodnoty průměrného zkrácení bedrokyčelního svalu pro dívky – 1,00 a pro chlapce 1,08. Výzkumného testování

se zúčastnilo 10 dívek a 12 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,82 u dívek a u chlapců jako 0,79.

$$t = \frac{(1,08 - 1,00)}{\sqrt{\frac{0,79^2}{12} + \frac{0,82^2}{10}}}$$

$$t = 0,24217974$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 12 + 10 - 2 = 20$$

$$p = 1,725$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. V doplnění vzorce lze vidět značné rozdíly naměřených hodnot chlapců i dívek 8.A 3. ZŠ Holešov. Konkrétně průměrný zkrácení bedrokyčelního svalu dívek je o 0,08 menší než u chlapců. I přes tyto získané hodnoty není rozdíl statisticky významný, proto je nulová hypotéza přijata.

Výpočet zkrácení bedrokyčelního svalu respondentů 9.A 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 9.A byly zadány hodnoty průměrného zkrácení bedrokyčelního svalu pro dívky 0,43 a pro chlapce 0,43. Výzkumného testování se zúčastnilo 14 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,65 u dívek a u chlapců jako 0,83.

$$t = \frac{(0,43 - 0,43)}{\sqrt{\frac{0,83^2}{13} + \frac{0,65^2}{14}}}$$

$$t = 0$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 13 + 14 - 2 = 25$$

$$p = 1,708$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. V doplnění vzorce lze vidět značné rozdíly naměřených hodnot chlapců i dívek 9.A 3. ZŠ Holešov. Tentokrát je průměrné zkrácení bedrokyčelního svalu dívek i u chlapců stejné. Ale i přesto lze vidět rozdíl ve směrodatné odchylce, který činí o 0,18 více pro chlapce. Rozdíl není ale statisticky významný, proto je nulová hypotéza přijata.

Výpočet zkrácení bedrokyčelního svalu respondentů 8.B 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 8.B byly zadány hodnoty průměrného zkrácení bedrokyčelního svalu pro dívky – 0,86 a pro chlapce 0,63. Výzkumného testování se zúčastnilo 7 dívek a 8 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,69 u dívek a u chlapců jako 0,74.

$$t = \frac{(0,86 - 0,63)}{\sqrt{\frac{0,69^2}{7} + \frac{0,74^2}{8}}}$$
$$t = 0,623302292$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 7 + 8 - 2 = 13$$

$$p = 1,771$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. V doplnění vzorce lze vidět značné rozdíly naměřených hodnot chlapců i dívek 8.B 3. ZŠ Holešov. Konkrétně průměrné zkrácení bedrokyčelního svalu dívek je o 0,23 větší než u chlapců. I přes tyto získané hodnoty není rozdíl statisticky významný, proto je nulová hypotéza přijata.

Výpočet zkrácení bedrokyčelního svalu respondentů 9.B 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 9.B byly zadány hodnoty průměrného zkrácení bedrokyčelního svalu pro dívky 1,00 a pro chlapce 0,46. Výzkumného testování se zúčastnilo 11 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,77 u dívek a u chlapců jako 0,52.

$$t = \frac{(1,00 - 0,46)}{\sqrt{\frac{0,77^2}{11} + \frac{0,52^2}{13}}}$$
$$t = 2,029128165$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 11 + 13 - 2 = 22$$

$$p = 1,717$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. V doplnění vzorce lze vidět značné rozdíly naměřených hodnot chlapců i dívek 9.A 3. ZŠ

Holešov. I u této třídy lze vidět, že průměrné zkrácení bedrokyčelního svalu u dívek je vyšší, než u chlapců, konkrétně o hodnotu 0,54. I přes tyto získané hodnoty rozdíl není statisticky významný.

Výpočet zkrácení bedrokyčelního svalu respondentů 8.C 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 8.C byly zadány hodnoty průměrného zkrácení bedrokyčelního svalu pro dívky – 0,67 a pro chlapce 0,59. Výzkumného testování se zúčastnilo 9 dívek a 17 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,71 u dívek a u chlapců jako 0,87.

$$t = \frac{(0,67 - 0,59)}{\sqrt{\frac{0,71^2}{9} + \frac{0,87^2}{17}}}$$

$$t = 0,232168693$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 9 + 17 - 2 = 14$$

$$p = 1,711$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. V doplnění vzorce lze vidět značné rozdíly naměřených hodnot chlapců i dívek 8.C 3. ZŠ Holešov. Konkrétně průměrné zkrácení bedrokyčelního svalu dívek je o 0,08 větší než u chlapců. I přes tyto získané hodnoty není rozdíl statisticky významný, proto je nulová hypotéza přijata.

Výpočet zkrácení bedrokyčelního svalu respondentů 9.C 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 9.C byly zadány hodnoty průměrného zkrácení bedrokyčelního svalu pro dívky 0,77 a pro chlapce 0,50. Výzkumného testování se zúčastnilo 14 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,65 u dívek a u chlapců jako 0,73.

$$t = \frac{(0,77 - 0,50)}{\sqrt{\frac{0,73^2}{13} + \frac{0,65^2}{14}}}$$

$$t = 1,017105481$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

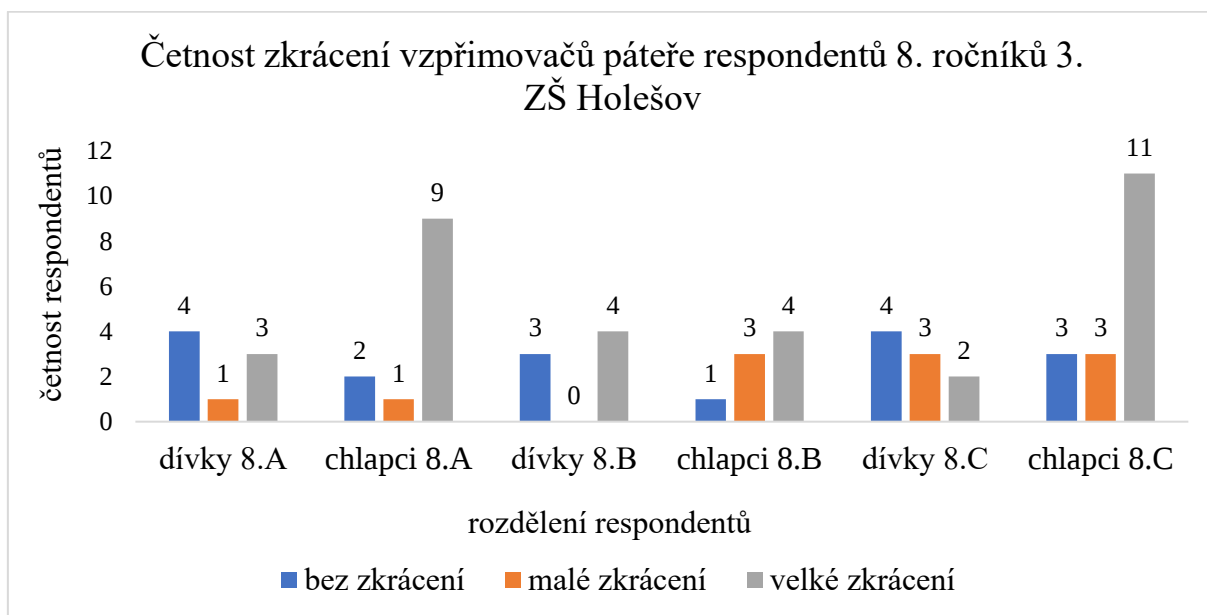
$$f = 14 + 13 - 2 = 25$$

$p = 1,708$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. I přesto, že jsou chlapci 9.C 3 ZŠ Holešov v průměru zkráceni v oblasti bedrokyčelního svalu více o hodnotu 0,22 než dívky z 9.C 3 ZŠ Holešov, rozdíl není statisticky významný.

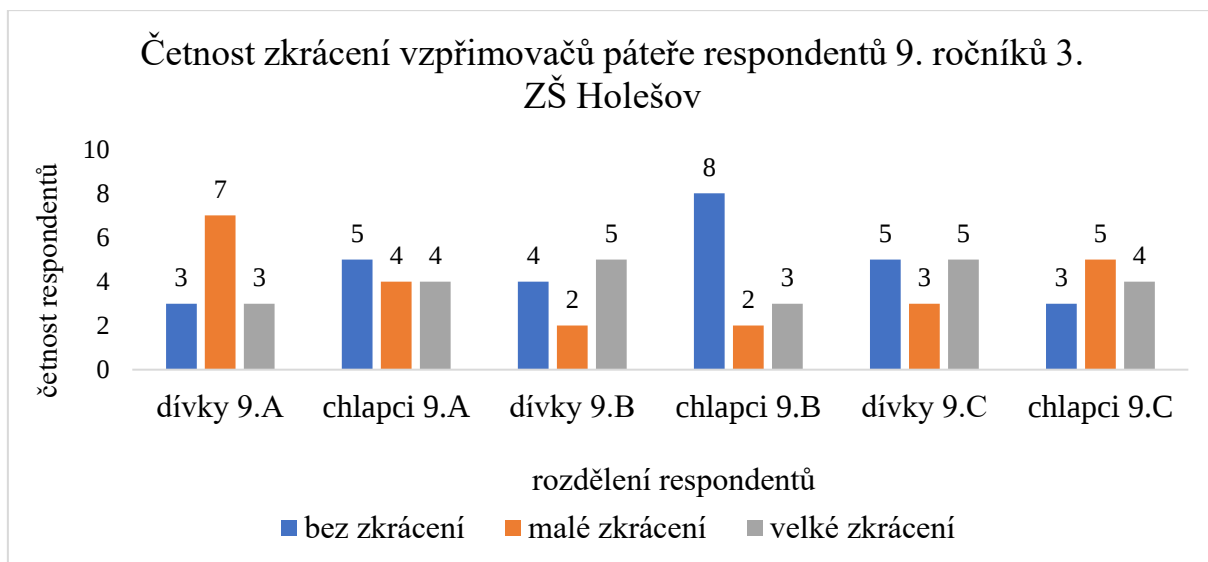
H_{03} : Chlapci mají stejný sklon ke svalovému zkrácení vzpřimovačů páteře jako dívky

H_{A3} : Chlapci mají častější sklon ke svalovému zkrácení vzpřimovačů páteře než dívky



Obr. 16: Četnost zkrácení vzpřimovačů páteře respondentů 8. ročníků 3. ZŠ Holešov.

Pro ověření další hypotézy byli porovnáváni respondenti dle pohlaví, tedy chlapci vs. dívky, v rámci jednoho ročníku. Stanovení četného zkrácení vzpřimovačů páteře u respondentů 8. ročníků znázorňuje Obr. 14. Testování probandů 8. ročníků 3. ZŠ Holešov ukázalo, že se zde nachází jedinci v kategorii bez zkrácení, s malým i velkým zkrácením. Konkrétně z ročníku 8.A byly 4 dívky a 2 chlapci hodnoceni bez zkrácení. Pouze 1 dívka a 1 chlapec byli zařazeni do skupiny malého zkrácení. A velké zkrácení bylo zjištěno u 3 dívek a 9 chlapců. Ve třídě 8.B byly 3 dívky a 1 chlapec hodnoceni bez zkrácení. Malé zkrácení bylo zjištěno pouze u 3 chlapců. A u 4 dívek a 4 chlapců bylo zaznamenáno velké zkrácení. V rámci testování ročníku 8.C u 4 dívek a 3 chlapců nebylo zjištěno žádné zkrácení. Avšak do kategorie malého zkrácení byly zařazeny 3 dívky a 3 chlapci. Zkrácení velké bylo hodnoceno u 2 dívek a 11. chlapců. Vzpřimovače páteře mají nejvíce zkrácené chlapci z 8.C, a naopak nejmenší zkrácení vykazují dívky z 8.B 3. ZŠ Holešov.



Obr. 17: Četnost zkrácení vzpřimovačů páteře respondentů 9. ročníků 3. ZŠ Holešov.

Stanovení četného zkrácení vzpřimovačů páteře u respondentů 9. ročníků předkládá Obr. 15. Testování probandů 9. ročníků 3. ZŠ Holešov ukázalo, že se zde nachází jedinci v kategorii bez zkrácení, s malým i velkým zkrácením. Konkrétně z ročníku 9.A byly 3 dívky a 5 chlapců hodnoceni bez zkrácení. Dále 7 dívek a 4 chlapci byli zařazeni do skupiny malého zkrácení. A velké zkrácení bylo zjištěno u 3 dívek a 4 chlapců. Ve třídě 9.B byly 4 dívky a 8 chlapců hodnoceni bez zkrácení. Malé zkrácení bylo zjištěno pouze u 2 dívek a u 2 chlapců. Velké zkrácení bylo zaznamenáno u 5 dívek a 3 chlapců. V rámci testování ročníku 9.C u 5 dívek a 3 chlapců nebylo zjištěno žádné zkrácení. Avšak do kategorie malého zkrácení byly zařazeny 3 dívky a 5 chlapců. Zkrácení velké bylo hodnoceno u 5 dívek a 4 chlapců. Nejvíce zkrácené vzpřimovače páteře mají dívky z 9.B a 9.C. Naopak nejméně jsou v této oblasti zkráceni chlapci 9.B a dívky 9.A 3. ZŠ Holešov.

Výpočet zkrácení vzpřimovačů páteře respondentů 8.A 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 8.A byly zadány hodnoty průměrného zkrácení vzpřimovačů páteře pro dívky – 0,90 a pro chlapce 1,58. Výzkumného testování se zúčastnilo 10 dívek a 12 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,99 u dívek a u chlapců jako 0,79.

$$t = \frac{(1,58 - 0,90)}{\sqrt{\frac{0,79^2}{12} + \frac{0,99^2}{10}}}$$

$$t = 1,7946072$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 12 + 10 - 2 = 20$$

$$p = 1,725$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme hypotézu alternativní. Vypočítaná t hodnota je vyšší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že chlapci 8.A 3. ZŠ Holešov mají vyšší sklon ke svalovému zkrácení vzpřimovačů páteře než dívky 8.A 3. ZŠ Holešov.

Výpočet zkrácení vzpřimovačů páteře respondentů 9.A 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 9.A byly zadány hodnoty průměrného zkrácení vzpřimovačů páteře pro dívky 0,93 a pro chlapce 0,92. Výzkumného testování se zúčastnilo 14 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,73 u dívek a u chlapců jako 0,86.

$$t = \frac{(0,93 - 0,92)}{\sqrt{\frac{0,73^2}{14} + \frac{0,86^2}{13}}}$$

$$t = 0,017914934$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 13 + 14 - 2 = 25$$

$$p = 1,708$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. Průměrné zkrácení vzpřimovačů páteře dívek 9.A 3. ZŠ Holešov je vyšší pouze o hodnotu 0,01 než u chlapců 9.A 3. ZŠ Holešov. Vzhledem k tomuto rozdílu nelze přijmout alternativní hypotézu.

Výpočet zkrácení vzpřimovačů páteře respondentů 8.B 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 8.B byly zadány hodnoty průměrného zkrácení vzpřimovačů páteře pro dívky – 1,14 a pro chlapce 1,38. Výzkumného testování se zúčastnilo 7 dívek a 8 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 1,07 u dívek a u chlapců jako 0,74.

$$t = \frac{(1,38 - 1,14)}{\sqrt{\frac{0,74^2}{8} + \frac{1,07^2}{7}}}$$

$$t = 0,493664801$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 7 + 8 - 2 = 13$$

$$p = 1,771$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. U tohoto ročníku jsou průměrné vypočítané hodnoty zkrácení vzpřimovačů páteře u chlapců 8.B 3. ZŠ Holešov o 0,24 vyšší než u dívek 8.B 3. ZŠ Holešov. I přes tento rozdíl nelze posoudit, že mají chlapci vyšší sklon ke zkrácení těchto svalů.

Výpočet zkrácení vzpřimovačů páteře respondentů 9.B 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 9.B byly zadány hodnoty průměrného zkrácení vzpřimovačů páteře pro dívky 1,09 a pro chlapce 0,62. Výzkumného testování se zúčastnilo 11 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,94 u dívek a u chlapců jako 0,87.

$$t = \frac{(1,09 - 0,62)}{\sqrt{\frac{0,94^2}{11} + \frac{0,87^2}{13}}}$$

$$t = 1,283746138$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 11 + 13 - 2 = 22$$

$$p = 1,717$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. Průměrná hodnota zkrácení vzpřimovačů páteře dívek 9.B 3. ZŠ Holešov je vyšší o 0,47 než u chlapců 9.B 3. ZŠ Holešov.

Výpočet zkrácení vzpřimovačů páteře respondentů 8.C 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 8.C byly zadány hodnoty průměrného zkrácení vzpřimovačů páteře pro dívky - 0,78 a pro chlapce 1,47. Výzkumného testování se zúčastnilo 9 dívek a 17 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,83 u dívek a u chlapců jako 0,80.

$$t = \frac{(1,47 - 0,78)}{\sqrt{\frac{0,80^2}{17} + \frac{0,83^2}{9}}}$$

$$t = 2,071936052$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 9 + 17 - 2 = 14$$

$$p = 1,711$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme hypotézu alternativní. Vypočítaná t hodnota je větší než stanovená p hodnota. Jelikož průměrné zkrácení vzpřimovačů páteře chlapců 8.C 3. ZŠ Holešov je vyšší o hodnotu 0,69 než u dívek 8.C 3. ZŠ Holešov, potvrzujeme alternativní hypotézu, kdy mají chlapci vyšší sklon ke zkrácení těchto svalů.

Výpočet zkrácení vzpřimovačů páteře respondentů 9.C 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 9.C byly zadány hodnoty průměrného zkrácení vzpřimovačů páteře pro dívky 1,07 a pro chlapce 1,15. Výzkumného testování se zúčastnilo 14 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 0,80 u dívek a u chlapců jako 0,80.

$$t = \frac{(1,15 - 1,07)}{\sqrt{\frac{0,80^2}{13} + \frac{0,80^2}{14}}}$$

$$t = 0,267261242$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

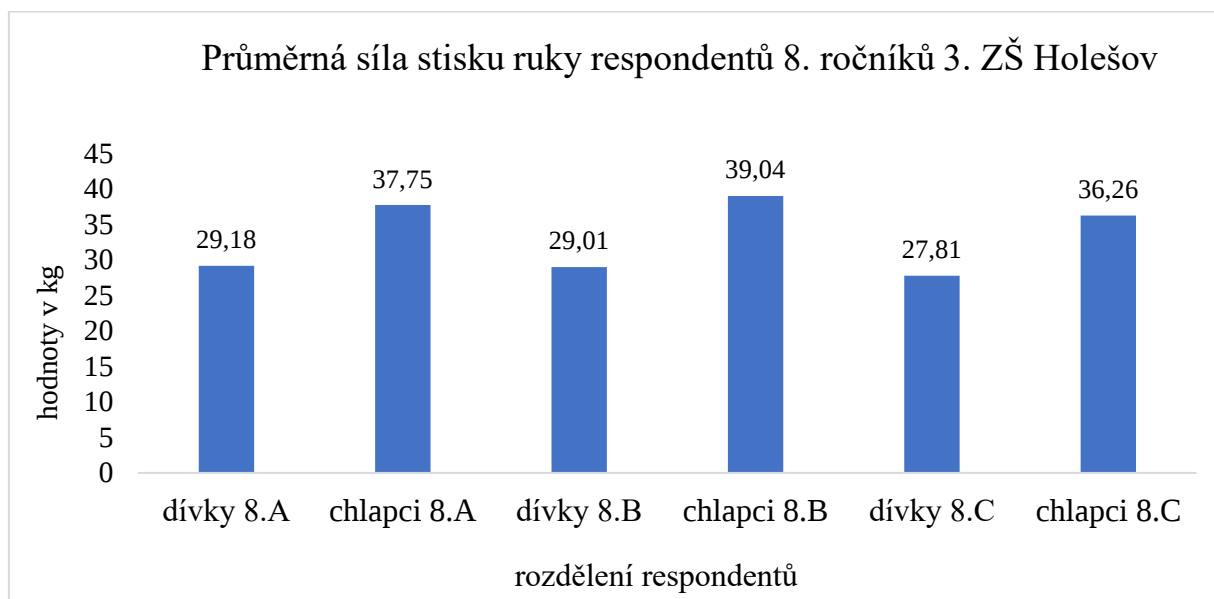
$$f = 14 + 13 - 2 = 25$$

$$p = 1,708$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je menší než stanovená p hodnota. I přesto, že jsou chlapci 9.C 3 ZŠ Holešov v průměru zkráceni v oblasti vzpřimovačů páteře více o hodnotu 0,08 než dívky z 9.C 3 ZŠ Holešov, rozdíl není statisticky významný.

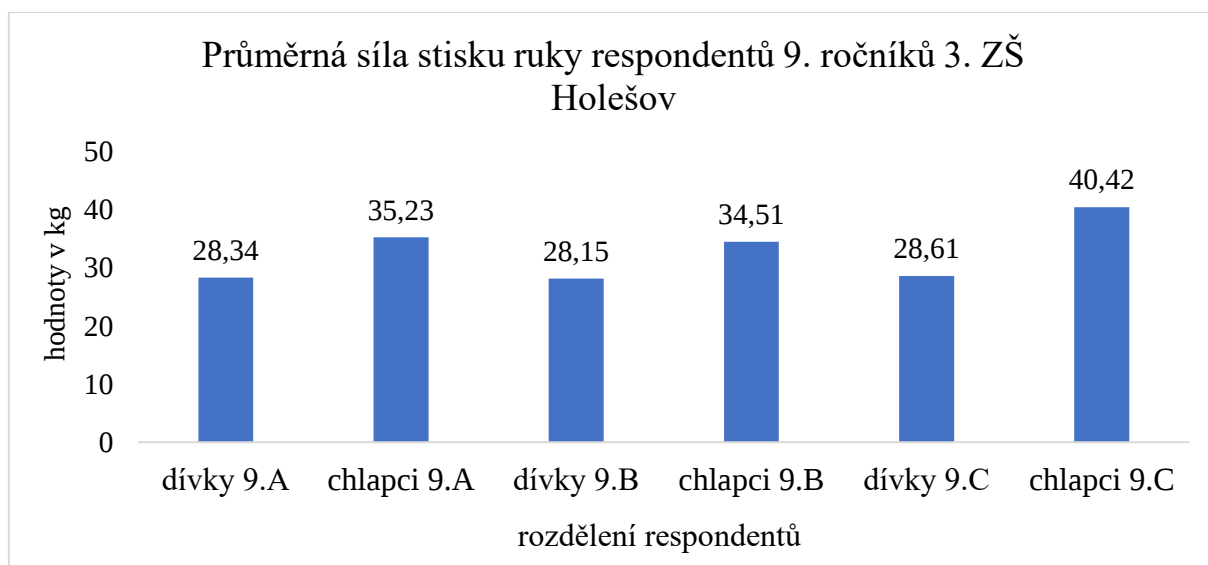
H₀₄: Chlapci i dívky mají průměrnou stejnou sílu stisku ruky

H_{A4}: Průměrná síla stisku ruky u chlapců se liší od průměrné síly stisku ruky u dívek



Obr. 18: Průměrná síla stisku ruky respondentů 8. ročníků 3. ZŠ Holešov.

Pro ověření této hypotézy byli porovnávání respondenti dle pohlaví, tedy chlapci vs. dívky, v rámci jednoho ročníku. Stanovení průměrné síly respondentů v rámci 8. ročníků a pohlaví znázorňuje Obr. 16. Naměřené hodnoty byly následující: dívky z 8.A měly průměrnou sílu stisku ruky 29,18 kg, zatímco chlapci z 8.A dosáhli značně průměrně vyšší hodnoty, tedy 37,75 kg. U dívek z 8.B byla průměrná síla stisku ruky vyhodnocena jako 29,01 kg a u chlapců 8.B 39,04 kg. Pro dívky třídy 8.C byla analyzována hodnota 27,81 kg. U chlapců 8.C byla vypočítána průměrná hodnota 36,26 kg. Nejvyšší průměrný stisk ruky byl dosažen u chlapců ročníku 8.B a u dívek třídy 8.A. Nejmenší hodnota průměrného stisku ruky byla naměřena u chlapců i dívek z 8.C.



Obr. 19: Průměrná síla stisku ruky respondentů 9. ročníků 3. ZŠ Holešov.

Pro znázornění průměrných hodnot síly stisku ruky u probandů 9. ročníků 3. ZŠ Holešov je vytvořen graf na Obr. 17. Naměřené hodnoty byly následující: průměrná síla stisku ruky u dívek 9.A činila 28,34 kg, zatímco u chlapci 9.A dosáhli značně průměrně vyšší hodnoty, tedy 35,23 kg. Pro dívky třídy 9.B byla analyzována hodnota 28,15 kg. U dívek z 9.C byla průměrná síla stisku ruky 28,61 kg a u chlapců 9.C 40,42 kg. Nejvyšší průměrný stisk ruky byl dosažen u chlapců i dívek třídy 9.C. Naopak nejnižší vyhodnocená data byla naměřena u žáků 9.B.

Výpočet síly stisku ruky respondentů 8.A 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 8.A byly zadány průměrné hodnoty síly stisku ruky dívek – 29,18 a chlapců – 37,75. Výzkumného testování se zúčastnilo 10 dívek a 12 chlapců. Přičemž směrodatná odchylka chlapců byla vypočítána na hodnotu 2,93 a u dívek 2,87.

$$t = \frac{(37,75 - 29,18)}{\sqrt{\frac{2,93^2}{12} + \frac{2,87^2}{10}}}$$
$$t = 6,899165983$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 10 + 12 - 2 = 20$$

$$p = 2,086$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme hypotézu alternativní. Vypočítaná t hodnota je větší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že průměrná síla stisku ruky u chlapců 8.A 3. ZŠ Holešov je větší než průměrná síla stisku ruky u dívek 8.A 3. ZŠ Holešov.

Výpočet síly stisku ruky respondentů 9.A 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 9.A byly zadány průměrné hodnoty síly stisku ruky dívek – 28,34 a chlapců – 35,23. Výzkumného testování se zúčastnilo 14 dívek a 13 chlapců. Přičemž směrodatná odchylka chlapců byla vypočítána na hodnotu 6,22 a u dívek 3,44.

$$t = \frac{(35,23 - 28,34)}{\sqrt{\frac{6,22^2}{13} + \frac{3,44^2}{14}}}$$
$$t = 3,601245933$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 14 + 13 - 2 = 25$$

$$p = 2,06$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme hypotézu alternativní. Vypočítaná t hodnota je větší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že průměrná síla stisku ruky u chlapců 8.A 3. ZŠ Holešov je větší než průměrná síla stisku ruky u dívek 8.A 3. ZŠ Holešov.

Výpočet síly stisku ruky respondentů 8.B 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 8.B byly zadány průměrné hodnoty síly stisku dívek – 29,04 a chlapců 39,04. Výzkumného testování se zúčastnilo 7 dívek a 8 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 1,60 u dívek a u chlapců jako 3,01.

$$t = \frac{(39,04 - 29,04)}{\sqrt{\frac{3,01^2}{8} + \frac{1,60^2}{7}}}$$
$$t = 7,855481729$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 8 + 7 - 2 = 13$$

$$p = 2,16$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme alternativní hypotézu. Vypočítaná t hodnota je vyšší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že chlapci z ročníku 8.B 3. ZŠ Holešov mají silnější stisk ruky než dívky 8.B 3. ZŠ Holešov.

Výpočet síly stisku ruky respondentů 9.B 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 9.B byly zadány průměrné hodnoty síly stisku dívek – 28,15 a chlapců 34,50. Výzkumného testování se zúčastnilo 11 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 2,66 u dívek a u chlapců jako 6,20.

$$t = \frac{(34,50 - 28,15)}{\sqrt{\frac{6,20^2}{13} + \frac{2,66^2}{11}}}$$
$$t = 3,154022251$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 13 + 11 - 2 = 22$$

$$p = 2,074$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme hypotézu alternativní. Vypočítaná t hodnota je vyšší než stanovená p hodnota. Stejně jako u předchozí třídy to znamená, že chlapci 9.B 3. ZŠ Holešov mají silnější sílu stisku ruky než dívky 9.B 3. ZŠ Holešov.

Výpočet síly stisku ruky respondentů 8.C 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 8.C byly zadány hodnoty průměrné síly stisku ruky u dívek – 27,81 a u chlapce 36,25. Výzkumného testování se zúčastnilo 9 dívek a 17 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 1,84 u dívek a u chlapců jako 4,63.

$$t = \frac{(36,25 - 27,81)}{\sqrt{\frac{4,63^2}{17} + \frac{1,84^2}{9}}}$$

$$t = 5,213326054$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

$$f = 17 + 9 - 2 = 24$$

$$p = 2,064$$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Vypočítaná t hodnota je větší než stanovená p hodnota. I pro tuto třídu platí, že chlapci 8.C 3. ZŠ Holešov mají silnější stisk ruky oproti dívkám 8.C 3. ZŠ Holešov.

Výpočet síly stisku ruky respondentů 9.C 3. ZŠ Holešov:

Pro dosazení do vzorce pro respondenty ročníku 9.C byly zadány hodnoty průměrné síly stisku ruky u dívek – 28,60 a u chlapců 40,42. Výzkumného testování se zúčastnilo 14 dívek a 13 chlapců. Přičemž hodnota směrodatné odchylky byla vyhodnocena jako 5,95 u dívek a u chlapců jako 3,94.

$$t = \frac{(40,42 - 28,60)}{\sqrt{\frac{5,95^2}{14} + \frac{3,94^2}{13}}}$$

$$t = 6,131421458$$

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

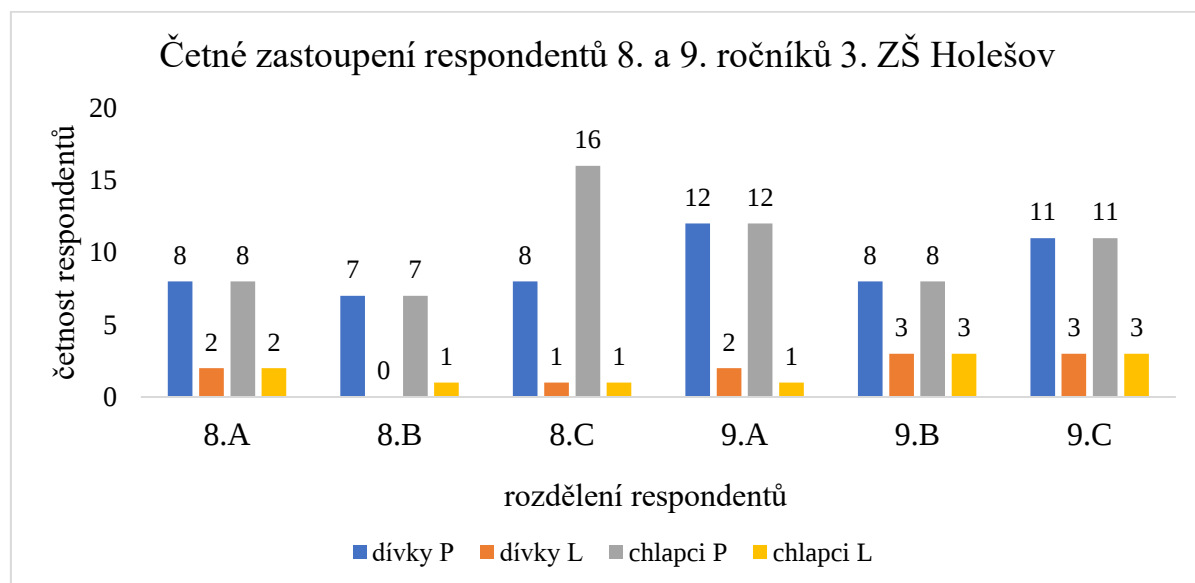
$$f = 14 + 13 - 2 = 25$$

$$p = 2,06$$

Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme hypotézu alternativní. Vypočítaná t hodnota je vyšší než stanovená p hodnota. Znamená to tedy, že chlapci z ročníku 9.C 3. ZŠ Holešov jsou rychlejší v běhu na 60 m než dívky 9.C 3. ZŠ Holešov.

H_{05} : Síla stisku silnější ruky nezávisí na dominanci hemisféry

H_{A5} : Síla stisku silnější ruky závisí na dominanci hemisféry



Obr. 20: Četné zastoupení respondentů 8. a 9. ročníků s dominancí pravé ruky a s dominancí levé ruky ze 3. ZŠ Holešov.

V rámci poslední hypotézy byla u žáků ze 3. ZŠ Holešov porovnána síla pravé i levé ruky. V závislosti na dominanci hemisféry byla zjišťována síla stisku dominantní ruky a její síly v porovnání s nedominantní silou ruky. Výzkumné studie se zúčastnilo 125 respondentů s pravou dominantní rukou a 16 respondentů s levou dominantní rukou. Konkrétní rozdělení probandů ukazuje Obr. 18. Z ročníku 8.A se výzkumného testování zúčastnili 8 dívek i 8 chlapců s pravou dominantní rukou. Zároveň v této třídě byly 2 dívky a 2 chlapci s levou dominantní rukou. V rámci třídy 8.B bylo zjištěna pravorukost u 7 chlapců a 7 dívek. Pouze 1 žák, chlapec, byl v této třídě hodnocen jako levoruký. Co se týče probandů 8.C, praváctví vykazovalo 8 dívek a 16 chlapců. Jen 1 dívka a 1 chlapec vyznačovali známky leváctví. Četnost respondentů 9.A s pravou dominantní rukou byla 12 dívek a 12 chlapců. Levou ruku jako dominantní v této třídě využívaly 2 dívky a 1 chlapec. Ročník 8.B měl opět v převaze jedince s pravou dominantní rukou, konkrétně 8 dívek i 8 chlapců. Pouze 3 dívky a 3 chlapci byli hodnoceni jako leváci. Ve třídě 9.C byla zjištěna pravorukost u 11 dívek a 11 chlapců. Stejně jako u předchozí třídy, 3 dívky a 3 chlapci využívali levou dominantní ruku.

U 80 jedinců bylo naměřeno větší síly při stisku dynamometru dominantní rukou. Kdežto u zbylých 16 žáků vykazovala silnější stisk ruky nedominantní ruka. Z testu bylo vyřazeno 5 žáků se stejnými hodnotami dominantní i nedominantní ruky. Průměrná síla jedinců se silnější dominantní rukou činila hodnotu 34,92. Průměrná síla jedinců se silnější nedominantní rukou byla vypočítána na hodnotu 33,84. Směrodatná odchylka žáků s dominantní rukou – 6,95 a u žáků s nedominantní rukou – 5,35.

Výpočet síly dominantní a nedominantní ruky žáků 3. ZŠ Holešov:

$$t = \frac{(34,92 - 33,84)}{\sqrt{\frac{6,95^2}{80} + \frac{5,35^2}{56}}}$$

$$t = 0,975811748$$

Hladina významnosti alfa = 0,05

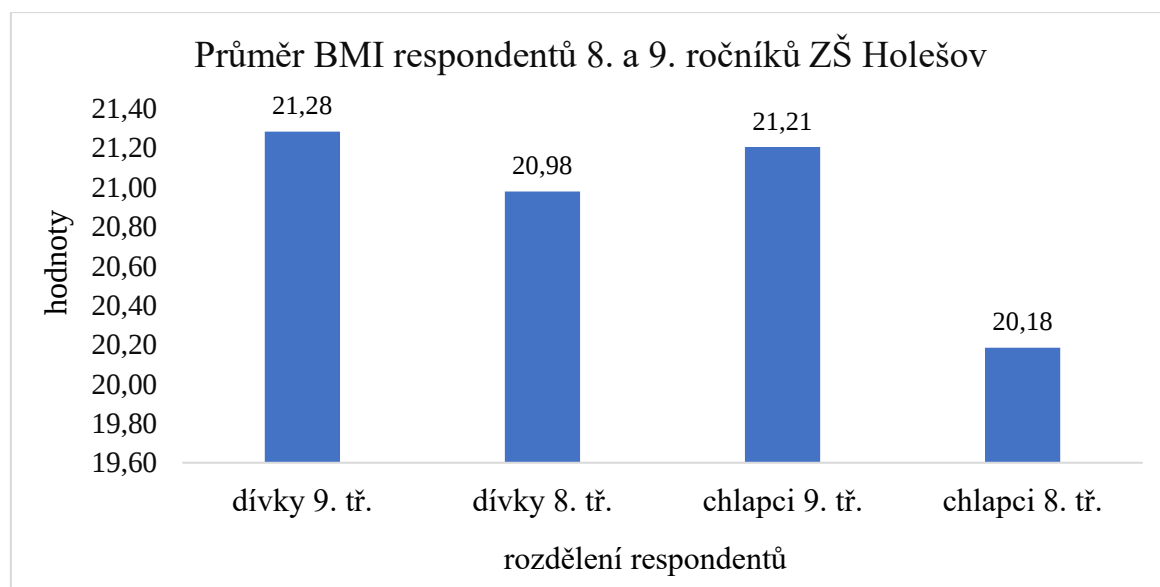
$f = 125 + 16 - 2 = 139 - 5 = 134$

$p = 1,98$

Nulovou hypotézu nezamítáme. Jelikož stanovená p hodnota je větší než vypočítaná t hodnota. Znamená to tedy, že průměrná síla jedinců pravé dominantní ruky či levé dominantní ruky nemusí být vždy větší než síla nedominantní ruky.

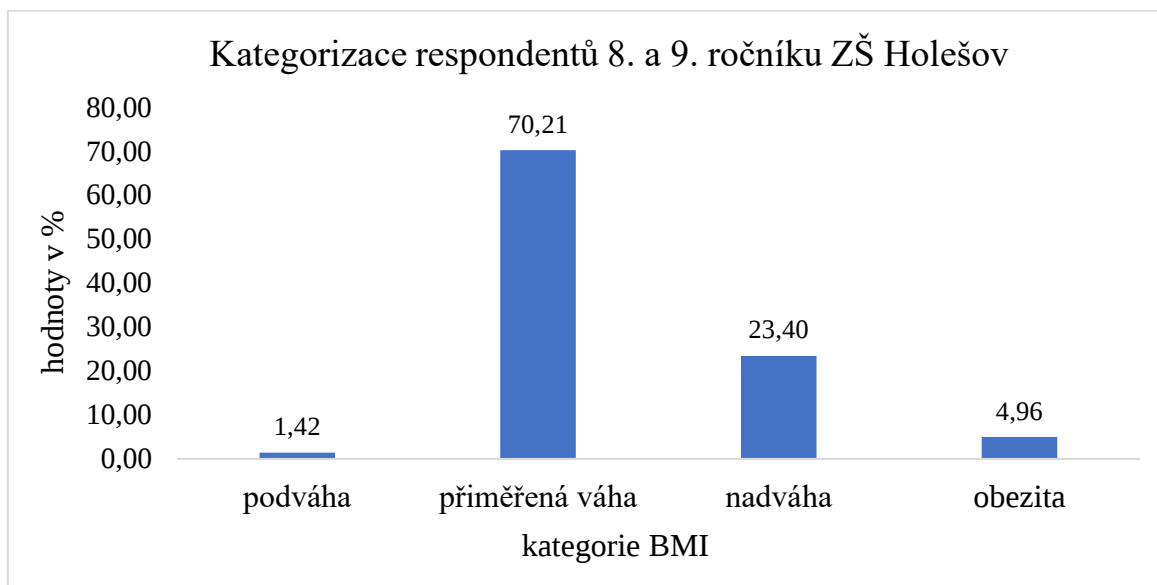
3.7.1 HODNOCENÍ BMI RESPONDENTŮ 3. ZŠ HOLEŠOV

V rámci hodnocení respondentů ZŠ Kostelec u Holešova byly vytvořeny grafy znázorňující hodnoty průměru BMI u dívek a chlapců 8. a 9. ročníků.



Obr. 21: Kategorizace průměru BMI dívek a chlapců z 8. a 9. ročníků 3. ZŠ Holešov.

Probandi 8. a 9. ročníků 3. ZŠ Holešov byli hodnoceni v rámci analýzy BMI v rámci ročníků, tedy byl vytvořen průměr dívek 8.A, 8.B a 8.C v porovnání s chlapci 8.A., 8.B a 8.C. Stejně tomu tak bylo i žáků 9. tříd. Průměrné BMI předkládá Obr. 21. Konkrétně pro dívky 8. ročníků průměr BMI udává hodnotu 20,98. Oproti tomu chlapci ze stejné třídy dosáhli o něco nižší hodnoty, tedy 20,18. Pro žákyně 9. třídy platí průměrný výpočet 21,28, který je téměř totožný s chlapci stejného ročníku. U těchto probandů 9. ročníku mužského zastoupení byla zjištěna hodnota 21,21.



Obr. 22: Kategorizace všech zúčastněných respondentů 8. a 9. ročníků 3. ZŠ Holešov.

Dále následovalo kategorizování probandů 8. a 9. ročníků 3. ZŠ Holešov dle pohlaví a věku jako celek. Přehled uvádí Obr. 22. Hodnoty jsou uvedeny v procentuálním zastoupení (%). V kategorii podváhy je zaznamenána hodnota 1,42 % jedinců (konkrétní zastoupení jsou 2 respondenti. Nejvíce probandů bylo vyhodnoceno do skupiny přiměřené váhy, tedy 70,21 % (celkem 99 žáků). A 23,40 % účastníků výzkumné studie je dle WHO zařazeno do kategorie nadváhy (přesněji 33 jedinců). Procentuální zastoupení probandů posledního stupně – obezity, činí 4,96 % (konkrétně 7 respondentů).

4 DISKUSE

4.1 POPIS REŠERŠE K VYHLEDÁNÍ VÝZKUMNÝCH STUDIÍ

Diskusní text byl vypracován na podkladě získaných hodnot a srovnán s 6 odbornými texty. Jedná se o anglicky psané tituly. Jako český literární zdroj je využita 1 publikace. Bibliografické citace jednotlivých textů jsou uvedeny v Seznamu použitých zdrojů.

Pro vyhledávání zdrojů byly využity 3 komponenty: participant (P), jako účastník výzkumné studie, dále interence (I), jako aplikovaná akce na účastníky a outcome (O), jako zkoumaný či měřený efekt výzkumného studia. Pro vyhledávání hesel byly využity vyhledávače Web of Science, Google Scholar a Science Direct. Konkrétní pojmy využité k vyhledávání jsou předloženy v Tab. 4. Tab. 4 uvádí i příbuzné termíny jednotlivých hesel v českém jazyce. V Tab. 5 jsou hesla předložena v jazyce anglickém.

Tab. 4: Hesla komponentů P, I, O k vyhledávání výzkumných studií v českém jazyce.

komponenty	primární hesla česky	primární hesla s příbuzným pojmem česky
P	starší školní věk	starší školní věk OR pubescence OR puberta OR raná adolescence OR dospívající, pravoruký OR levoruký
I	svalové testy	svalové testy OR dynamické testy OR rychlostní testy OR testy svalového zkrácení OR dynamometrie OR pohybové schopnosti OR BMI
O	svalové funkce	svalové funkce OR svalová síla OR běh na 60 m OR bedrokyčelní sval OR vzpřimovače páteře OR síla stisku ruky, dominantní ruka

Tab. 5: Hesla komponentů P, I, O k vyhledávání výzkumných studií v anglickém jazyce.

komponenty	primární hesla anglicky	primární hesla s příbuzným pojmem anglicky
P	middle childhood	middle childhood OR pubescence OR puberty OR young adolescence OR teenage, left handed OR right handed
I	muscle tests	muscle tests OR dynamic tests OR speed tests OR muscle shortening tests OR dynamometry OR movement skills OR BMI

O	muscle function	muscle function or muscle strenght OR 60 m run OR muscle shortening <i>m. iliopsoas</i> OR muscle shortening <i>m. erector spinae</i> OR hand grip strenght, dominant hand
---	-----------------	---

Pro vypracování diskusní části byly formulovány následující výzkumné otázky, jejichž vypracování proběhlo v období června roku 2024.

První výzkumná otázka byla formulována ve znění: Jaké jsou rozdíly běžeckých schopností ve sprintovém běhu na 60 m mezi dívkami a chlapci 8. a 9. ročníků základních škol? Prostřednictvím vyhledávače Google Scholar k nalezení odborných textů byla využita hesla: starší školní věk, pubescence, raná adolescence, dynamické testy a běh na 60 m. Pro stejné vyhledávání o rozšíření ve vyhledávači Science Direct byla použita hesla v anglickém jazyce: pubescence, young adult, movement skills, 60 m run. Omezení výstupů bylo prvně nastaveno na období 2014–2024, ale pro nedostatek relevantních zdrojů bylo období přenastaveno na rozmezí 2010–2024. Dalším výstupem bylo omezení na anglický, slovenský a polský jazyk. Také byly vyřazeny bakalářské, diplomové, disertační a kvalifikační práce. Po vyhodnocení byla vybrána 1 relevantní studie z roku 2012. Výzkumné testování bylo analyzováno v Polsku a polském jazyce.

Druhá výzkumná otázka byla formulována ve znění: Jaké jsou rozdíly ve svalovém zkrácení bedrokyčelního svalu a vzpřimovačů páteře mezi dívkami a chlapci 8. a 9. ročníků základních škol? Prostřednictvím vyhledávače Google Scholar k nalezení odborných textů byla využita hesla: pubescence, raná adolescence, svalové zkrácení, bedrokyčelní sval, *m. iliopsoas*, *m. erector spinae*, vzpřimovače páteře. Následně bylo opět využito vyhledávání v jazyce anglickém s těmito hesly: pubescence, young adolescence, muscle shortening, *m. iliopsoas*, *m. erector spinae*. V tomto případě bylo nastaveno opět omezení výstupů prvé řadě na období 2014–2024 a poté bylo datum vyhledávání přenastaveno od roku 2000. Dále byl pro vyhledávání nastaven anglický, polský a slovenský jazyk. A stejně jako u první výzkumné otázky byly vyřazeny bakalářské, diplomové, disertační a kvalifikační práce. Vybrány byly 2 relevantní studie v anglickém jazyce z roku 2008 a 2014. Výzkumné testování v roce 2008 bylo analyzováno na Slovensku. Následující studie lokalitu neuvádí.

Třetí výzkumná otázka byla formulována ve znění: Jaké jsou rozdíly svalové síly stisku ruky mezi dívkami a chlapci 8. a 9. ročníků základních škol? Prostřednictvím vyhledávače Google Scholar bylo vyhledávání odborných textů prvně provedeno v českém jazyce pod těmito hesly: pubescence, svalová síla, dynamometrie, síla stisku ruky. Poté bylo opět využito

vyhledávání i ve vyhledávači Web of Science v jazyce anglickém s těmito hesly: pubescence, young adolescence, muscle strenght, hand grip strenght, dynamometry. Omezení výstupů bylo nastaveno pro časové rozmezí 2014–2024 a anglický jazyk. Po vyhodnocení byla vybrána 1 relevantní studie v anglickém jazyce z roku 2021, kde se výzkumné testování uskutečnilo v Brazílii.

Čtvrtá výzkumní otázka byla formulována ve znění: Jaké jsou rozdíly v síle stisku dominantní a nedominantní ruky pravorukých a levorukých základních škol? Prostřednictvím vyhledávače Google Scholar bylo vyhledávání odborných textů prvně provedeno v českém jazyce pod těmito hesly: starší školní věk, svalová síla, dynamometrie, dominantní ruka, síla stisku ruky. Poté bylo opět využito vyhledávání i ve vyhledávači Web of Science v jazyce anglickém s těmito hesly: young adolescence, muscle strength, hand grip, dominant hand, dynamometry. Omezení výstupů bylo nastaveno pro časové rozmezí 2014–2024 a anglický jazyk. Po vyhodnocení byly vybrány 2 relevantní výzkumné studie v anglickém jazyce z roku 2020 a 2021. Testování v roce 2021 se uskutečnilo v Brazílii. Druhá použitá výzkumná studie byla realizována ve Španělsku.

Pátá výzkumná otázka byla formulována ve znění: Jaké jsou rozdíly BMI hodnot jedinců 8. a 9. ročníků základních škol? Prostřednictvím vyhledávače Google Scholar bylo vyhledávání odborných textů prvně provedeno v českém jazyce pod těmito hesly: starší školní věk, pubescence, BMI. Poté bylo opět využito vyhledávání i ve vyhledávači Web of Science a Science Direct v jazyce anglickém s těmito hesly: pubescence, young adolescence, BMI. Omezení výstupů bylo nastaveno pro časové rozmezí 2014–2024 a anglický jazyk. Po vyhodnocení byla vybrána 1 relevantní výzkumná studie v anglickém jazyce z roku 2017. Místo testování nebylo uvedeno.

4.2 TEXT DISKUSE

Výzkumného testování se zúčastnilo dohromady 184 respondentů 8. a 9. ročníků. Konkrétně 141 žáků ze 3. ZŠ Holešov a 43 jedinců ze ZŠ Kostelec u Holešova. Účast na výzkumné studii byl pro všechny probandy dobrovolný. Pro hodnocení svalových funkcí byl vybrán test svalové síly měřené pomocí dynamometru, dále test rychlostních schopností s disciplínou sprintu na 60 m a v neposlední řadě bylo zjišťováno zkrácení 2 svalových skupin, tedy bedrokyčleního svalu a vzpřimovačů páteře.

Běžecké schopnosti probandů 8. a 9. ročníků ze 3. ZŠ Holešov a Kostelec u Holešova jsou u dívek a chlapců značně odlišné. Obecně lze ale říci, že chlapci vykazují vyšší rychlost

běhu než dívky. Na obou školách byly analyzovány mezitřídní rozdíly. Příkladem jsou dívky z 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova, které dosáhly výrazně lepších časů než žákyně v nižším ročníku. Což může naznačovat, že výkony probandů mohou souviset s věkem, ale samozřejmě i tréninkem či individuální fyzickou kondicí a přípravou jedinců. Příkladem výzkumné studie, kde byli také žáci testováni na sprintový běh podává tým Marek et al. (2012), který se odehrává v sousedním Polsku, konkrétně ve městě Bydhošť. Testování rychlostního běhu se zúčastnilo 127 studentů střední školy. Průměrný čas běhu u dívek byl 8,57 s. a u chlapců 6,99 s. Je potřeba ale brát v potaz, že časový úsek probandů byl o 10 m kratší, běželi tedy 50 m. Jedinci také navštěvují vyšší stupeň školského vzdělání, což by mohl být jeden z faktorů takových výsledků. Výsledky, které potvrzují průměrné časy sprintových běhů se mohou právě v souvislosti s pohlavím či věkem (Marek et al., 2012). Ovšem ne vždy tomu musí tak být., např dívky 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova dosáhly rychlejšího výkonu než chlapci z 9.A 3. ZŠ Holešov, i když se jedná o rozdíl pouze 0,16 s.

Zkrácení jednotlivých částí u respondentů 8. a 9 ročníků 3. ZŠ Holešov a Kostelec u Holešova bylo zaměřeno na bedrokyčelní sval a vzpřimovače páteře. Zkrácení bedrokyčelního svalu bylo hodnoceno u dívek 8. i 9. ročníku značně nižší, než u chlapců na 3. ZŠ Holešov. Naopak u jedinců ze ZŠ Kostelec u Holešova bylo zjištěno, že dívky vykazují vyšší zkrácení tohoto svalu. Co se týče svalové skupiny vzpřimovačů páteře, převažovalo zkrácení u chlapců ze ZŠ Kostelec u Holešova. Podobně tomu tak bylo i u jedinců ze 3. ZŠ Holešov. Jednotlivé rozdíly žáků mohou být způsobeny růstovým spurem či nedostatkem strečinku (Kanášová, 2008). Díky těmto získaných výsledků je tak možné doporučit respondentům preventivní cviky pro podporu a správné držení těla. Což by se mohlo realizovat ve výuce tělesné výchovy. Příklad uvádí výzkumná studie Kanášové (2008), do které byli zahrnuto 49 chlapců ve věkovém rozmezí 10–12 let. Testování probíhalo v sousedním Slovensku, konkrétně v Nitře, kdy byl do tělesné výchovy zapojen pohybový program zaměřený na protahování dílčích svalových skupin. Bylo zde zjištěno, že žáci po realizaci cílených cvičení daných kategorií svalů vykazovali příznivé změny ve funkčním stavu pohybového aparátu. Zkrácení svalů se tak snížilo až o 34 %. Právě kvůli pubertálnímu vývoji je podstatné sledovat funkci pohybového aparátu. Cvičení v rámci tělesné výchovy tak může velmi ovlivnit dynamický vývoj a hraje důležitou roli ve svalovém zkrácení. Dysfunkce nejen těchto svalových skupin může být častou příčinou chronické bolesti zad. Při zkrácení bedrokyčelního svalu či vzpřimovačů páteře jejich činnost mohou přebírat jiné svaly, a kromě toho tak dochází i k ochabování těchto svalů, což může zapříčinit i deformaci vzpřímené postavy. Takový příklad uvádí ve studii Barroqueiro & Morais (2014). Autoři popisují

reedukaci 15 ti letých dívek trpících zkrácením a oslabením těchto svalových skupin. A tak potvrzují, že je podstatná prevence protahování a posilování (Barroqueiro & Morais, 2014).

Síla stisku ruky byla definována součtem síly levé i pravé ruky. Dle naměřených hodnot respondentů 8. a 9. ročníků 3. ZŠ Holešov a ZŠ Kostelec u Holešova ukazují, že mezi jednotlivými třídami a pohlavími jsou značné rozdíly. Příkladem jsou žákyně 8. třídy ZŠ Kostelec u Holešova, jejichž hodnota síly stisku ruky vykazuje 23,24 kg. Dívky o ročník výše mají v průměru o 7,64 kg silnější stisk ruky, tedy hodnota se zvýšila na 30,88 kg. Co se týče probandů mužského zastoupení z 8. a 9. ročníků, jejich hodnoty jsou značně vyšší než získané výpočty u dívek. Chlapci z 8. třídy dosáhli průměru 36,57 kg a v ročníků 9. se síla stisku ruky zvýšila dokonce až na 41,88 kg. Tento trend se potvrdil i u respondentů z 3. ZŠ Holešov, kde u chlapců byly zaznamenány výrazně vyšší hodnoty v tomto typu testování. Zajímavým zjištěním u probandů 3. ZŠ Holešov je, že nejvyšší průměr stisku ruky byl dosažen u chlapců 9.C a dívek 8.A. Naopak nejnižší hodnoty byly naměřeny u žáků 9.B a třídy 8.C. Podobně tomu tak je i ve výzkumné studii realizované v jižní Brazílii ve městě Florianópolis, kde byli testováni dívky i chlapci ve věku 14 až 19 let. K získání dat byl pro tuto studii využit manuální dynamometr. U chlapců se průměrná celková síla stisku ruky pohybovala v rozmezí 67,5–86,9 kg. Zatímco u dívek byly zjištěny hodnoty 48,8–56,4 kg. Tým autorů Bim et al. (2021) dále uvádí, že normativní hodnoty síly stisku ruky souvisí s chronologickým věkem a pohlavním zráním. Dle těchto výsledků lze posoudit, že sílu stisku ruky do značné míry může ovlivňovat pohlaví, věk i individuální fyzická síla jedince. V souvislosti s tímto kontextem na fyzickou sílu působí pravidelná pohybová aktivita a životní styl. (Bim et al., 2021).

Dalším záměr této výzkumné studie byla analýza síly dominantní a nedominantní ruky. Bylo zjištěno, že převážná většina respondentů ze 3. ZŠ Holešov a navštěvující ZŠ Kostelec u Holešova má silnější dominantní ruku než ruku nedominantní. Také bylo vyhodnoceno, že testování se zúčastnilo více pravorukých než levorukých jedinců. Zajímavostí ale je, že u 5 jedinců ze 3. ZŠ Holešov byla naměřena hodnota na dominantní i nedominantní ruce totožná. Konkrétně 125 respondentů s pravou dominantní rukou a 16 respondentů s levou dominantní rukou zastupovalo 3. ZŠ Holešov. Na ZŠ Kostelec u Holešova v 8. a 9. ročníku bylo celkem 40 probandů pravorukých a 3 respondenti levorucí. Podobná studie byla realizována týmem Amo-Setién et al. (2020) ve Španělsku. Testování bylo zaměřené jednak na rozdíly síly dominantní a nedominantní ruky, ale i na faktory podmiňující sílu stisku ruky. Do výzkumu bylo zahrnuto celkem 452 jedinců ve věku 12 až 17 let, konkrétně 246 mužů a 206 žen. Pro měření byl využit, téměř totožný, ruční dynamometr

Takei. Výsledné hodnoty dominantní ruky ukazují hodnotu 29,4 kg. Naopak nedominantní ruka byla vypočítána jako 27,3 kg (Amo-Setién et al., 2020). V porovnání se studenty ZŠ Kostelec u Holešova, kdy dominantní ruka vykazovala sílu 34,28 kg a nedominantní ruka 28,29 kg. Téměř podobné výsledky měli žáci 3. ZŠ Holešov. Síla úchopu dominantní ruky dosáhla 34,92 kg a nedominantní ruky 33,84 kg. Rozdíly hodnot mezi jednotlivými skupiny probandů mohly nastat ze stejných či podobných rozdílů, jako předkládali autoři Bim et al., (2021). S tímto kolektivem se shoduje i Amo-Setién et al. (2020), kteří k výše uvedeným faktorům také uvádí úchopové dovednosti v závislosti na individuálním rozvoji jedinců.

Analýza hodnot BMI mezi respondenty 8. a 9. ročníků ZŠ Kostelec u Holešova a 3. ZŠ Holešov vykazuje značné rozdíly mezi školami i pohlavími. Většina žáků spadá do kategorie přiměřené váhy, avšak u některých skupin byly zaznamenány vyšší hodnoty BMI naznačující riziko nadváhy. Důležité je ale brát v úvahu omezení BMI jako ukazatele tělesné hmotnosti a zohlednit další faktory ovlivňující tělesnou kondici a zdraví. Proto lze brát toto testování probandů pouze jako orientační. BMI také nerozlišuje svalovou a tukovou hmotu, dále nezohledňuje rozdíly ve složení těla dle pohlaví a také nebere v potaz genetické a etnické rozdíly (Peterson et al., 2017). Např. kolekti autorů Peterson et al. (2017) popisuje značné rozdíly v kategorizaci díky triponderálnímu indexu, dále jen TMI, navrženu jako alternativa BMI. TMI odhaduje hladiny tělesného tuku přesněji než BMI. A u jedinců ve věku 8 a 17 let se jednotlivé výsledky nadváhy snížily. I přesto TMI nepracuje s ukazatelem svalové hmotnosti a tělesné kondice, proto je i u této analýzy nutné zvážit samotné využití (Peterson et al., 2017).

5 SOUHRN A ZÁVĚRY

Pro správné fungování lidského organismu je klíčová aktivní činnost svalové soustavy. Díky podnětům, ať už mechanickým, elektronickým či hormonální, se svaly buď zkracují nebo protahují. To podmiňuje fakt, že svalový systém zajišťuje pohyb lidského těla a jeho částí v prostoru společně i s kosterní soustavou. V případě nesprávných funkcí jednotlivých skupin svalů může dojít k dysbalancím. Tuto nerovnováhu lze zjistit pomocí funkčních svalových testů zaměřujících se na konkrétní problematické oblasti.

Hlavním cílem výzkumné studie bylo srovnat svalové funkce chlapců a dívek 8. a 9. ročníků Základních škol z okresu Kroměříž. Testování bylo provedeno na Základní škole Kostelec u Holešova a 3. Základní škole Holešov. Ke splnění hlavního cíle a následujících dílčích cílů byly vybrány 4 testy zaměřující na hodnocení fungování jednotlivých svalových partií. Jednalo se o test rychlostních schopností, konkrétně sprintový běh na 60 m. Dále zde byl zařazen Thomasův test zjišťující svalové zkrácení bedrokyčelního svalu. Z této oblasti byl uplatněno také testování zkrácení vzpřimovačů páteře. Jako poslední svalovou činnost bylo hodnocení sílu stisku ruky pomocí dynamometru a následná analýza síly dominantní a nedominantní ruky probandů. Dílčím cílem bylo ještě posuzování a kategorizace průměrného BMI žáků.

Z realizovaného testování vyplývá, že mezi dívkami a chlapci 8. a 9. ročníků Základních škol v okrese Kroměříž se vyskytují značné rozdíly ve svalové síle, běžeckých schopnostech, zkrácení svalů i četnostech BMI. U chlapců Základní školy Kostelec u Holešova i 3. ZŠ Holešov lze obecně říci, že vykazují vyšší hodnoty svalové síly než dívky z těchto vzdělávacích zařízení. Co se týče rychlostních schopností, také chlapci v rámci ročníku vykazují průměrné vyšší časy ve srovnání s dívkami. Ale navzdory lepším výsledkům v již zmíněných testech, probandi mužského zastoupení mají častější sklon ke svalovému zkrácení vzpřimovačů páteře i bedrokyčelního svalu než samotné respondentky. Podle testování BMI je většina žáků v kategorii přiměřené váhy, ale u některých účastníků výzkumu byla tato skupina hraniční. Nižší četnost jedinců má tendenci k vyšším hodnotám BMI. Na základě analyzovaných hodnot lze říci, že hlavní cíl i cíle dílčí byly splněny.

Pro diskusní část této práce bylo vybráno 6 článků. Na základě komponentů participant (P), interence (I) a outcome (O) byly vyhledány výzkumné studie z několika zemí. Konkrétně tým autorů Marek et al. (2012) provedli studii v sousedním Polsku. Autorka Kanásová (2008) uskutečnila testován taktéž ve vedlejší státě, na Slovensku. Barroqueiro & Morais (2014) neuvádí lokalitu výzkumné studie na základě ochrany osobních údajů

respondentů. Kolektiv Bim et al. (2021) uskutečnili výzkum v jižních částech Brazílie. Amo-Setién et al. (2020) realizovali studii ve Španělsku. Peterson et al. (2017) taktéž nezmiňují konkrétní místo testování probandů. Nejzajímavější srovnáním bylo výzkumné testování síly stisku ruky s autory Amo-Setién et al. (2020).

Pro navazující studie by bylo zajímavé se zaměřit na pravidelné cvičení daných svalových oblastí probandů a sledovat fyziologické změny v rámci delšího časového období. Pro další testování by mohly být vybrány jiné svalové schopnosti žáků, např. vytrvalostní či koordinální. V souvislosti s tímto kontextem by bylo vhodné se v příštích výzkumných studiích lépe zaměřit na hodnocení tělesné hmotnosti. Pro analyzování by jako lepší ukazatel bylo měření indexem WHR, waist to hip ratio, z anglického jazyka v překladu poměr obvod pasu a boků a v určité míře se tak zaměřuje i na tukovou složku těla. V nejlepším případě by bylo posouzení celkového tělesného složení i s ohledem na zdravotní stav a životní styl.

Výsledky výzkumné studie poskytují cenné informace nejen pro trenéry ale i pedagogy. Jejich využití lze uplatnit např. ve výuce tělesné výchovy či při jiných sportovních aktivitách. Zjištění mohou být využita k následující cíleným intervencím zaměřujících se na zlepšení fyzické kondice a zdraví žáků. Mnoho naměřených hodnot poukazuje, že je podstatné věnovat pozornost svému tělu z fyzického hlediska. Pravidelná fyzická aktivita v kombinaci se správným životním stylem je jedním z faktorů prevence zdravotních omezení či onemocnění.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- 1) ADLER, Kristin & Arndt, FENGLER. *Psoas trénink: posilování a zlepšování pohyblivosti bedrokyčelního svalu při sedavém životním stylu*. Přeložil Mária SCHWINGEROVÁ. Olomouc: Poznání, 2019. ISBN 978-80-87419-88-5.
- 2) ANDREWS-HANNA, Jessica R., et al. Cognitive control in adolescence: neural underpinnings and relation to self-report behaviors. *PloS one*, 2011, 6.6: e21598.
- 3) AMO-SETIÉN, Francisco José, et al. Factors associated with grip strength among adolescents: An observational study. *Journal of hand therapy*, 2020, 33.1: 96-102.
- 4) BARBER, Anita D., et al. Developmental changes in within-and between-network connectivity between late childhood and adulthood. *Neuropsychologia*, 2013, 51.1: 156-167.
- 5) BARROQUEIRO, Carlos & Valente Nuno, MORAIS. The effects of a global postural reeducation program on an adolescent handball player with isthmic spondylolisthesis. *Journal of bodywork and movement therapies*, 2014, 18.2: 244-258.
- 6) BIM, Mateus Augusto, et al. Normative values of handgrip strength in adolescents according to chronological age and sexual maturation. *Motriz: Revista de Educação Física*, 2021, 27: e1021004421.
- 7) BOOTH, Frank W.; ROBERTS, Christian K. & Matthew J., LAYE. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Comprehensive physiology*, 2012, 2.2: 1143.
- 8) BORDONI, Bruno & Matthew, VARACALLO. Anatomy, bony pelvis and lower limb, Iliopsoas Muscle. *StatPearls Publishing, Treasure Island (FL)*, 2023. PMID: 30285403.
- 9) COAST, Ernestina; LATTOF, Samantha R. & Joe, STRONG. Puberty and menstruation knowledge among young adolescents in low-and middle-income countries: a scoping review. *International journal of public health*, 2019, 64: 293-304.
- 10) CVEJIĆ, Dragan; PEJOVIĆ, Tamara & Sergej, OSTOJIĆ. Assessment of physical fitness in children and adolescents. *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport*, 2013, 11.2.
- 11) ČELEDOVÁ, Libuše; KALVACH, Zdeněk & Rostislav ČEVELA. *Úvod do gerontologie*. Praha: Univerzita Karlova, Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3404-3.
- 12) ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-3817-8.

- 13) DEVESA, Jesús, et al. Multiple effects of growth hormone in the body: is it really the hormone for growth? *Clinical Medicine Insights: Endocrinology and Diabetes*, 2016, 9: CMED. S38201.
- 14) DO AMARAL BENFICA, Poliana, et al. Reference values for muscle strength: a systematic review with a descriptive meta-analysis. *Brazilian journal of physical therapy*, 2018, 22.5: 355-369.
- 15) DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.
- 16) EKSTRAND, Elisabeth; LEXELL, Jan & Christina, BROGÅRDH. Isometric and isokinetic muscle strength in the upper extremity can be reliably measured in persons with chronic stroke. *Journal of rehabilitation medicine*, 2015, 47.8: 706-713.
- 17) GRASGRUBER, Pavel. Rasové rozdíly ve sportovní výkonnosti. *Vesmír*, 2002, 81: 388.
- 18) GÜNTÜRKÜN, Onur; STRÖCKENS, Felix & Sebastian, OCKLENBURG. Brain lateralization: a comparative perspective. *Physiological reviews*, 2020.
- 19) HAYWOOD, M. Kathleen & Nancy, GETCHELL. *Life span motor development*. Human kinetics, 2021. 978-1-7182-1081-3.
- 20) HRONEK, Miloslav et al. *Praktická cvičení z morfologie a fyziologie pro posluchače Farmaceutické fakulty*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2013. ISBN 978-80-246-2293-4.
- 21) CHRÁSKA, Miroslav. *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. 2., aktualiz. vyd. Pedagogika (Grada). Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5326-3.
- 22) CHULANI, L. Veenod & Lonna P. GORDON. Adolescent growth and development: *Primary care*. 2014 41(3), 465–487.
- 23) JANDA, Vladimír et al. *Svalové funkční testy*. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0722-5.
- 24) JANSÁ, Petr. *Pedagogika sportu*. Vydání druhé. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3986-4.
- 25) JARKOVSKÁ, Helena & Markéta, JARKOVSKÁ. *Posilování s vlastním tělem: 494krát jinak*. Druhé, rozšířené vydání. *Fitness, síla, kondice*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5730-8.
- 26) JEŘÁBEK, Petr. *Didaktika školní atletiky I: Obecná část a běžecké disciplíny*. Liberec: Technická univerzita, 2021. ISBN 978-80-7494-557-1.
- 27) KANÁSOVÁ, Janka. Reducing shortened muscles in 10-12-year-old boys through a physical exercise programme. *Med Sport*, 2008, 12.4: 115-123.
- 28) KEATING, Daniel P. Cognitive and brain development in adolescence. *Enfance*, 2012, 3.3: 267-279.

- 29) KNIGHT, John & Yammi, NIGAM. Anatomy and physiology of ageing 8: the reproductive system. *Nursing Times*. 2017, 113(9) 44-47.
- 30) KOLÁŘ, Pavel. Systematizace svalových dysbalancí z pohledu vývojové kineziologie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2001, 8.4: 152-164.
- 31) KOPECKÝ, Miroslav et al. *Somatologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-2271-8.
- 32) KOT, Pablo, et al. The erector spinae plane block: a narrative review. *Korean journal of anesthesiology*, 2019, 72.3: 209.
- 33) KUČERA, Miroslav; KOLÁŘ, Pavel & Ivan, DYLEVSKÝ. *Dítě, sport a zdraví*. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-712-7.
- 34) LANGMEIER, Josef & Dana, KREJČÍŘOVÁ. *Vývojová psychologie*. 2., aktualiz. vyd. Psyché (Grada). Praha: Grada, 2006. ISBN 978-80-247-1284-0.
- 35) LEE, Kyoung, Min, MD et al. Reliability of Physical Examination in the Measurement of Hip Flexion Contracture and Correlation with Gait Parameters in Cerebral Palsy. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2011. 93.2: p 150-158.
- 36) LIFSHITZ, Liran, et al. Iliopsoas the hidden muscle: anatomy, diagnosis, and treatment. *Current Sports Medicine Reports*, 2020, 19.6: 235-243.
- 37) LINDSAY SMITH, Gabrielle, et al. The association between social support and physical activity in older adults: a systematic review. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 2017, 14: 1-21.
- 38) MACHOVÁ, Jitka. *Biologie člověka pro učitele*. Druhé vydání. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3357-2.
- 39) MALAGOLI, Chiara; USAI, Maria Carmen. Inhibition and Working Memory: A Latent Variable Analysis During Adolescence. In: *EAPCogSci*. 2015.
- 40) MALAMBO, Chipo, et al. Associations between fundamental movement skills, physical fitness, motor competency, physical activity, and executive functions in pre-school age children: a systematic review. *Children*, 2022, 9.7: 1059.
- 41) MAREK, Napierala, et al. Construction of somatic and motor skills of students in adolescence. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2012, 8: 134-144.
- 42) MAUPAS, E., et al. Functional asymmetries of the lower limbs. A comparison between clinical assessment of laterality, isokinetic evaluation and electrogoniometric monitoring of knees during walking. *Gait & posture*, 2002, 16.3: 304-312.

- 43) MCLEOD, Michael, et al. Live strong and prosper: the importance of skeletal muscle strength for healthy ageing. *Biogerontology*, 2016, 17: 497-510.
- 44) MEKONNEN, Teferi et al. *Socioeconomic inequalities in children's weight, height and BMI trajectories in Norway*. 2021. 2;11(1):4979.
- 45) MĚKOTA, Karel & Jiří, NOVOSAD. *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005. ISBN 80-244-0981-X.
- 46) MĚKOTA, Karel & Roman, CUBEREK. *Pohybové dovednosti - činnosti - výkony*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 9788024417288.
- 47) MUSALEK, Martin. Skilled performance tests and their use in diagnosing handedness and footedness at children of lower school age 8–10. *Frontiers in Psychology*, 2015, 5: 121027.
- 48) NAŇKA, Ondřej; ELIŠKOVÁ, Miloslava & ELIŠKA, Oldřich. *Přehled anatomie*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-612-0.
- 49) NELSON, Arnold G. & KOKKONEN, Jouko. *Strečink na anatomických základech*. Druhé, přepracované vydání. Přeložil Daniela STACKEOVÁ. *Sport extra*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-5485-7.
- 50) NEUMAN, Jan. *Cvičení a testy obratnosti, vytrvalosti a síly*. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-730-2.
- 51) OREL, Miroslav. *Anatomie a fyziologie lidského těla: pro humanitní obory. Psyché (Grada)*. Praha: Grada, 2019. ISBN 978-80-271-0531-1.
- 52) PARK, Dojoon, et al. Association between knee osteoarthritis and the risk of cardiovascular disease and the synergistic adverse effects of lack of exercise. *Scientific Reports*, 2023, 13.1: 2777.
- 53) PAWLOWSKI S. Charlotte et al. The role of playgrounds in the development of children's fundamental movement skills: A scoping review. *PLoS One*. 2023. 18.12: e0294296.
- 54) PEDERSEN, Bente Klarlund & Bengt, SALTIN. Exercise as medicine—evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2015, 25: 1-72.
- 55) PERIČ, Tomáš. *Sportovní příprava dětí*. Nové, aktualiz. vyd. Děti a sport. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4218-2.
- 56) PERIČ, Tomáš & Jan, BŘEZINA. *Jak nalézt a rozvíjet sportovní talent: průvodce sportováním dětí pro rodiče i trenéry*. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-0527-4.

- 57) PERIČ, Tomáš & Josef, DOVALIL. *Sportovní trénink. Fitness, síla, kondice*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2118-7.
- 58) PETERS, Sabine, et al. Longitudinal development of frontoparietal activity during feedback learning: Contributions of age, performance, working memory and cortical thickness. *Developmental cognitive neuroscience*, 2016, 19: 211-222.
- 59) PETERSON, Courtney M., et al. Tri-ponderal mass index vs body mass index in estimating body fat during adolescence. *JAMA pediatrics*, 2017, 171.7: 629-636.
- 60) PETRO, Bela; SZABO, Attila. The impact of laterality on soccer performance. *Strength & Conditioning Journal*, 2016, 38.5: 66-74.
- 61) RIEGEROVÁ, Jarmila; PŘIDALOVÁ, Miroslava & Marie ULBRICHOVÁ. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. 3. vyd. Olomouc: Hanex, 2006. ISBN 80-85783-52-5.
- 62) ROBERTS, Thomas J., et al. The multi-scale, three-dimensional nature of skeletal muscle contraction. *Physiology*, 2019, 34.6: 402-408.
- 63) RUSEK, Wojciech, et al. Changes in children's body composition and posture during puberty growth. *Children*, 2021, 8.4: 288.
- 64) SEEFELDT, Vern; MALINA, Robert M. & Michael A., CLARK. Factors affecting levels of physical activity in adults. *Sports medicine*, 2002, 32: 143-168.
- 65) SHANAHAN, Danielle F., et al. The benefits of natural environments for physical activity. *Sports medicine*, 2016, 46.7: 989-995.
- 66) SCHOENFELD, Brad J., et al. Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: a re-examination of the repetition continuum. *Sports*, 2021, 9.2: 32.
- 67) SILBER, Sherman J. Fundamentals of male infertility. *Springer International Publishing*, 2018. 195 s. ISBN: 978-3-319-76523-5.
- 68) SKIRVEN, M. Terri. *Rehabilitation of the hand and upper extremity* 6. vyd. Philadelphia, PA: Elsevier/Mosby, 2011. ISBN 9780323056021.
- 69) ŠVAMBERK ŠAUEROVÁ, Markéta; TILINGER, Pavel & Václav, HOŠEK. *Projekty utváření pozitivního postoje dětí k pohybovým aktivitám*. Praha: Vysoká škola tělesné výchovy a sportu Palestra, spol. s r.o., 2017. ISBN 978-80-87723-40-1.
- 70) TEIXEIRA, Luis Augusto; SILVA, Marcus Vinicius & Maikel, CARVALHO. Reduction of lateral asymmetries in dribbling: The role of bilateral practice. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 2003, 8.1: 53-65.

- 71) TRAMER, Joseph S.; HOLMICH, Per & Marc R., SAFRAN. The Iliopsoas: Anatomy, Clinical Evaluation, and Its Role in Hip Pain in the Athlete: A Scoping Review. *JAAOS- Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 2022, 10.5435.
- 72) VÁGNEROVÁ, Marie & Lidka LISÁ. *Vývojová psychologie: dětství a dospívání*. 3. vyd., přepracované a doplněné. Praha: Univerzita Karlova, Karolinum, 2021. ISBN 978-80-246-4961-0.
- 73) VIGOTSKY, Andrew D., The modified Thomas test is not a valid measure of hip extension unless pelvic tilt is controlled. *PeerJ*. 2016, 11.4: e2325.
- 74) WEIR B. Connor & Arif JAN. *BMI Classification Percentile And Cut Off Points*. 2023. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. PMID: 31082114.
- 75) WOOD, L. Claire; LANE, C. Laura. & Tim, CHEETHAM. Puberty: Normal physiology (brief overview). *Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism*, 2019, 33.3: 101265.
- 76) WOHLFAHRT-VEJE Christine, et al. Pubarche and Gonadarche Onset and Progression Are Differently Associated With Birth Weight and Infancy Growth Patterns. *J Endocr Soc*. 2021. 5.8: 108.
- 77) WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Growth reference data for 5-19 years*. Online. 2007. [cit. 2024-04-14]. Dostupné z: <https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years/indicators/bmi-for-age>.
- 78) ZOCHÉ, Hermann-Josef. *Vidím svět i z druhé strany: mimořádné schopnosti leváků*. Praha: Ikar, 2006. ISBN 80-249-0647-3.
- 79) ZUMR, Tomáš. *Kondiční příprava dětí a mládeže: zásobník cviků s moderními pomůckami*. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-2065-9.

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1: VELKÉ ZKRÁCENÍ BEDROKYČELNÍHO SVALU TESTOVANÉHO RESPONDENTA 8. ROČNÍKU ZE 3. ZŠ HOLEŠOV (FOTO MOLKOVÁ, 2023).	42
OBR. 2: PRVNÍ FÁZE TESTOVÁNÍ SVALOVÉ SKUPINY VZPŘIMOVAČŮ PÁTEŘE RESPONDENTKY 9. ROČNÍKU ZE ZŠ KOSTELEC U HOLEŠOVA (FOTO MOLKOVÁ, 2023).....	43
OBR. 3: DRUHÁ FÁZE TESTOVÁNÍ SVALOVÉ SKUPINY VZPŘIMOVAČŮ PÁTEŘE RESPONDENTKY 9. ROČNÍKU ZE ZŠ KOSTELEC U HOLEŠOVA (FOTO MOLKOVÁ, 2023).....	44
OBR. 4: MĚŘENÍ SÍLY STISKU LEVÉ RUKY POMOCÍ RUČNÍHO DIGITÁLNÍHO DYNAMOMETRU RESPONDENTA 8. ROČNÍKU ZE 3. ZŠ HOLEŠOV (FOTO MOLKOVÁ, 2023).	45
OBR. 5: PRŮMĚRNÝ ČAS RYCHLOSTI DÉLKY V BĚHU NA 60 M RESPONDENTŮ 8. A 9. ROČNÍKŮ ZŠ KOSTELEC U HOLEŠOVA.	49
OBR. 6: ČETNOST ZKRÁCENÍ BEDROKYČELNÍHO SVALU RESPONDENTŮ 8. A 9. ROČNÍKU ZŠ KOSTELEC U HOLEŠOVA.	51
OBR. 7: ČETNOST ZKRÁCENÍ VZPŘIMOVAČŮ PÁTEŘE RESPONDENTŮ 8. A 9. ROČNÍKŮ ZŠ KOSTELEC U HOLEŠOVA.	53
OBR. 8: PRŮMĚRNÁ SÍLA STISKU RUKY RESPONDENTŮ 8. A 9. ROČNÍKŮ ZŠ KOSTELEC U HOLEŠOVA.	55
OBR. 9: ČETNÉ ZASTOUPENÍ RESPONDENTŮ 8. A 9. ROČNÍKŮ S DOMINANCÍ PRAVÉ RUKY A S DOMINANCÍ LEVÉ RUKY ZE ZŠ KOSTELEC U HOLEŠOVA.	57
OBR. 10: PRŮMĚRNÝ ČAS RYCHLOSTI DÉLKY V BĚHU NA 60 M RESPONDENTŮ 8. ROČNÍKŮ 3. ZŠ HOLEŠOV.....	60
OBR. 11: PRŮMĚRNÝ ČAS RYCHLOSTI DÉLKY V BĚHU NA 60 M RESPONDENTŮ 9. ROČNÍKŮ 3. ZŠ HOLEŠOV.....	60
OBR. 12: ČETNOST ZKRÁCENÍ BEDROKYČELNÍHO SVALU RESPONDENTŮ 8. ROČNÍKŮ 3. ZŠ HOLEŠOV.....	64
OBR. 13: ČETNOST ZKRÁCENÍ BEDROKYČELNÍHO SVALU RESPONDENTŮ 9. ROČNÍKŮ 3. ZŠ HOLEŠOV.....	65
OBR. 14: ČETNOST ZKRÁCENÍ VZPŘIMOVAČŮ PÁTEŘE RESPONDENTŮ 8. ROČNÍKŮ 3. ZŠ HOLEŠOV.....	69

OBR. 15: ČETNOST ZKRÁCENÍ VZPŘIMOVAČŮ PÁTEŘE RESPONDENTŮ 9. ROČNÍKŮ 3. ZŠ HOLEŠOV.....	70
OBR. 16: PRŮMĚRNÁ SÍLA STISKU RUKY RESPONDENTŮ 8. ROČNÍKŮ 3. ZŠ HOLEŠOV.	74
OBR. 17: PRŮMĚRNÁ SÍLA STISKU RUKY RESPONDENTŮ 9. ROČNÍKŮ 3. ZŠ HOLEŠOV.	75
OBR. 18: ČETNÉ ZASTOUPENÍ RESPONDENTŮ 8. A 9. ROČNÍKŮ S DOMINANCÍ PRAVÉ RUKY A S DOMINANCÍ LEVÉ RUKY ZE 3. ZŠ HOLEŠOV.	78
OBR. 19: KATEGORIZACE PRŮMĚRU BMI DÍVEK A CHLAPCŮ Z 8. A 9. ROČNÍKU ZŠ KOSTELEC U HOLEŠOVA.....	Chyba! Záložka není definována.
OBR. 20: KATEGORIZACE VŠECH ZÚČASTNĚNÝCH RESPONDENTŮ 8. A 9. ROČNÍKŮ ZŠ KOSTELEC U HOLEŠOVA.	Chyba! Záložka není definována.
OBR. 21: KATEGORIZACE PRŮMĚRU BMI DÍVEK A CHLAPCŮ Z 8. A 9. ROČNÍKŮ 3. ZŠ HOLEŠOV.....	79
OBR. 22: KATEGORIZACE VŠECH ZÚČASTNĚNÝCH RESPONDENTŮ 8. A 9. ROČNÍKŮ 3. ZŠ HOLEŠOV.....	80

SEZNAM TABULEK

TAB. 1: ČETNÉ ZASTOUPENÍ VZORKOVÉ SKUPINY ŽÁKŮ 8. A 9. ROČNÍKŮ 3. ZŠ HOLEŠOV.	39
TAB. 2: ČETNÉ ZASTOUPENÍ VZORKOVÉ SKUPINY ŽÁKŮ 8. A 9. ROČNÍKŮ ZŠ KOSTELEČ U HOLEŠOVA.	40
TAB. 3: POSOUZENÍ HMOTNOSTI DĚTÍ STARŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU PODLE INDEXU BMI (PŘEVZATO Z GRAFU WHO, 2007).	46
TAB. 4: HESLA KOMPONENTŮ P, I, O K VYHLEDÁVÁNÍ VÝZKUMNÝCH STUDIÍ V ČESKÉM JAZYCE.	81
TAB. 5: HESLA KOMPONENTŮ P, I, O K VYHLEDÁVÁNÍ VÝZKUMNÝCH STUDIÍ V ANGLICKÉM JAZYCE.	81

SEZNAM PŘÍLOH VÁZANÝCH V PRÁCI

PŘÍLOHA 1: UDĚLENÍ SOUHLASU VEDENÍ 3. ZŠ HOLEŠOV SE ZPRACOVÁNÍM OSOBNÍCH ÚDAJŮ ŽÁKŮ 8. A 9. ROČNÍKŮ 3. ZŠ HOLEŠOV.....	99
PŘÍLOHA 2: UDĚLENÍ SOUHLASU VEDENÍ ZŠ KOSTELEC U HOLEŠOVA SE ZPRACOVÁNÍM OSOBNÍCH ÚDAJŮ ŽÁKŮ 8. A 9. ROČNÍKU ZŠ KOSTELEC U HOLEŠOVA.....	100

Příloha 1: Udělení souhlasu vedení 3. ZŠ Holešov se zpracováním osobních údajů žáků 8. a 9. ročníků 3. ZŠ Holešov.

SOUHLAS SE ZPRACOVÁNÍM OSOBNÍCH ÚDAJŮ

1. Udělujete tímto souhlas, praktikantce Bc. Karolíně Molkové, aby ve smyslu nařízení č. 679/2016 o ochraně osobních údajů fyzických osob (dále jen „GDPR“) zpracovávala anonymně tyto osobní údaje u žáků 8.A, 8.B, 8.C, 9.A, 9.B a 9.C:
 - Věk žáků
 - BMI
 - Běh 60 m
 - Síla stisku pomocí dynamometru
 - Zkrácení svalů
2. Tyto údaje budou využity výhradně ke zpracování diplomové práce. Dané testování žáků se uskuteční po dobu praxe na 3. Základní škole v Holešově, tedy od 9.10.2023 do 3.11.2023. Účast žáků je dobrovolná.
3. S výše uvedeným zpracováním uděluji výslovný souhlas. Souhlas lze vzít kdykoli zpět, a to například zasláním e-mailu nebo dopisu na konkrétní údaje – Němčice 122, 768 43.
4. Dle GDPR máte právo:
 - Vzít souhlas kdykoliv zpět
 - Požadovat informaci, jaké osobní údaje žáků zpracovávám
 - Požádat vysvětlení ohledně zpracování osobních údajů
 - Vyžádat si přístup k těmto údajům a nechat je aktualizovat nebo opravit
 - Požadovat opravu, výmaz osobních údajů, omezení zpracování a vznést námitku proti zpracování

v. HOLEŠOVĚ..... dne 9.10.2023

.....
Podpis ředitele a razítko školy

3. Základní škola Holešov
Družby 329, 769 01 Holešov
IČO: 70841471, tel.: 573 503 140
②

Příloha 2: Udělení souhlasu vedení ZŠ Kostelec u Holešova se zpracováním osobních údajů žáků 8. a 9. ročníku ZŠ Kostelec u Holešova.

SOUHLAS SE ZPRACOVÁNÍM OSOBNÍCH ÚDAJŮ

1. Udělujete tímto souhlas, praktikantce Bc. Karolíně Molkové, aby ve smyslu nařízení č. 679/2016 o ochraně osobních údajů fyzických osob (dále jen „GDPR“) zpracovávala anonymně tyto osobní údaje u žáků 8. a 9. ročníku:

- Věk žáků
- BMI
- Běh 60 m
- Síla stisku pomocí dynamometru
- Zkrácení svalů

2. Tyto údaje budou využity výhradně ke zpracování diplomové práce. Dané testování žáků

se uskuteční nejdéle po dobu jednoho měsíce. Tedy od 11.12.2021 do 21.12.2021. Účast žáků je dobrovolná.

3. S výše uvedeným zpracováním uděluji výslovný souhlas. Souhlas lze vzít kdykoli zpět, a to například zasláním e-mailu nebo dopisu na konkrétní údaje – Němčice 122, 768 43.

4. Dle GDPR máte právo:

- Vzít souhlas kdykoliv zpět
- Požadovat informaci, jaké osobní údaje žáků zpracovávám
- Požádat vysvětlení ohledně zpracování osobních údajů
- Vyžádat si přístup k těmto údajům a nechat je aktualizovat nebo opravit
- Požadovat opravu, výmaz osobních údajů, omezení zpracování a vznést námitku proti zpracování

v Kostelec u Holešova dne 21.12.2021


.....
Pedagogička a řazítka školy
Základní škola, Kostelec u Holešova,
okres Kroměříž
č. p. 191
768 43 Kostelec u Holešova
IČO: 70842761, tel.: 573 385 142