Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie
Studijní obor: Antropologie a genetika člověka

Bc. Leona Ondřejíková

Vztah mezi tělesným složením a motorickou výkonností u dětí předškolního věku

Association between body composition and motor performance in pre-school children

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. RNDr. Petr Sedlak, Ph.D.
Konzultant práce: PhDr. Martin Musálek, Ph.D.

Praha, 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci s názvem **Vztah mezi tělesným složením a motorickou výkonností u dětí předškolního věku** zpracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 9.8.2019 Bc. Leona Ondřejíková

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla velmi poděkovat především svému školiteli diplomové práce, doc. RNDr. Petru Sedlakovi, Ph.D., za trpělivost, cenné rady a konstruktivní kritiku. Dále bych chtěla velmi poděkovat konzultantovi diplomové práce, PhDr. Martinu Musálkovi, Ph.D., za trpělivost, cenné rady a vstřícnost při konzultacích.

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je prokázat vztah mezi tělesným složením a motorickou výkonností u předškolních dětí. Výsledky analýzy motorické výkonnosti vztažené ke kalendářnímu věku prokázaly signifikantní rozdíl mezi skupinami jen u některých testů. Latentně obézní děti a děti s nadváhou a obezitou nedosahovaly ve všech motorických testech prokazatelně horších výsledků než jejich vrstevníci s nezmnoženou tukovou tkání. Je známo, že tělesný tuk může urychlit biologické zrání organismu, a tím i výškový věk. Tudíž vyvstává otázka, zda by děti se zmnoženou tukovou tkání nemohly mít oproti kalendářnímu věku urychlený věk výškový. Po adjustaci výsledků motorických testů k výškovému věku, se mezi skupinami prokázalo více významných rozdílů v motorické výkonnosti. Výsledky dětí se zmnoženou tukovou tkání naznačují, že se jejich motorický výkon po adjustaci oproti výkonu neadjustovanému zhoršil.

Klíčová slova: zmnožený tělesný tuk, předškolní věk, výškový věk, motorický výkon, základní motorické dovednosti

Abstract

The aim of this thesis is to prove a connection between body composition and motor performance in preschool children. The results of a motor performance analysis applied to calendar age only showed a statistically significant difference in some of the tests. Latent obese, overweight and obese children did not score demonstrably worse test results than their normosthenic peers. It is known, that body fat can speed up the process of the biological development of the organism, and therefore alter the height age. That raises a question, whether children, whose fat tissue is increased, could have their height age accelerated in comparison to their calendar age. After the motor tests results were adjusted to height age, they showed more practical significant differences in motor performance among the different groups. The results of children with increased fat tissue showed that after the adjustment to height age was made the children's motor performance got worse than what their motor performance was prior to the adjustment.

Key words: increased body fat, preschool age, height age, motor performance, fundamental motor skills

Obsah

1 ÚVOD **9**

2 TEORETICKÁ ČÁST **10**

2.1 TĚLESNÉ SLOŽENÍ 10

2.1.1 Tělesný tuk *12*

2.1.1.1 Bílá tuková tkáň 14

2.1.1.2 Hnědá tuková tkáň 16

2.1.2 Tukuprostá hmota *16*

2.1.2.1 Kostra 18

2.1.2.2 Svalstvo 18

2.1.3 Tělesná voda *19*

2.1.4. Sekulární trend v tělesném složení českých předškolních dětí *19*

2.2 PŘEDŠKOLNÍ VĚK 20

2.3 MOTORICKÝ VÝVOJ U DÍTĚTE PŘEDŠKOLNÍHO VĚKU 22

2.3.1 Motorické schopnosti *24*

2.3.2 Motorické dovednosti *25*

2.3.3 Vztah pohybových schopností a dovedností *26*

2.3.4 Testovací baterie *27*

2.3.5 Vztah mezi tělesným složením a motorikou – současné poznání *28*

3 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY **30**

3.1 CÍL PRÁCE 30

3.2 HYPOTÉZY 30

4 METODIKA **31**

4.1. MATERIÁL 31

4.2 METODY 32

4.2.1 Antropometrická měření *32*

4.2.2 Motorická měření *33*

4.3 CHARAKTERISTIKA ANTROPOMETRICKÝCH PARAMETRŮ 33

4.4 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH MOTORICKÝCH TESTŮ 36

4.5 VÝPOČTY 40

4.5.1 Výpočet tělesného tuku dle Matiegky *40*

4.5.2 Výpočet svalové hmoty dle Matiegky *41*

4.5.3 Výpočet hmotnosti kostry dle Matiegky *42*

4.5.4 Výpočet BMI *42*

4.6 CHARAKTERISTIKA SOUBORU 43

4.7 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ 44

4.7.1 Analýza rozptylu *45*

4.7.2 Kruskal-Wallisův z-test mnohonásobného porovnání (Dunnův test) *45*
4.7.3 Studentův t-test *45*
4.7.4 Magnitude-Based Decision *46*
5 VÝSLEDKY **47**
5.1 ANALÝZA ROZPTYLU U TĚLESNÉHO SLOŽENÍ A MOTORICKÝCH TESTŮ 48
5.1.1 Množství tělesného tuku *49*
5.1.2 Množství tělesného svalstva *51*
5.1.3 Množství kosterní hmoty *53*
5.1.4 Skok do dálky odrazem snožmo *55*
5.1.5 Hod tenisovým míčkem levou rukou *56*
5.1.6 Hod tenisovým míčkem pravou rukou *58*
5.1.7 Sed leh *59*
5.1.8 Vytrvalostní člunkový běh na vzdálenost 20 metrů (Leger test) *61*
5.2 POROVNÁNÍ KALENDÁŘNÍHO A VÝŠKOVÉHO VĚKU 62
5.2.1 Porovnání kalendářního a výškového věku skupiny s nízkým množstvím tuku *63*
5.2.2 Porovnání kalendářního a výškového věku normostenických probandů *64*
5.2.3 Porovnání kalendářního a výškového věku latentně obézních probandů *64*
5.2.4 Porovnání kalendářního a výškového věku probandů s nadváhou a obezitou *65*
5.3 MBD ANALÝZA VZTAŽENÁ POUZE K VÝŠKOVÉMU VĚKU PROBANDŮ 66
5.3.1 Porovnání výškového věku mezi jednotlivými skupinami *66*
5.3.2 Porovnání tělesného složení mezi jednotlivými skupinami *67*
5.3.3 Skok do dálky odrazem snožmo *68*
5.3.4 Hod tenisovým míčkem levou rukou *69*
5.3.5 Hod tenisovým míčkem pravou rukou *70*
5.3.6 Sed leh *71*
5.3.7 Vytrvalostní člunkový běh na vzdálenost 20 metrů (Leger test) *71*
5.4 MBD ANALÝZA VZTAŽENÁ K VÝŠKOVÉMU VĚKU PROBANDŮ S PONECHANÝM TŘÍDĚNÍM DLE TĚLESNÉHO SLOŽENÍ 72
5.4.1 Porovnání výškového věku mezi jednotlivými skupinami *72*
5.4.2 Porovnání tělesného složení mezi jednotlivými skupinami *73*
5.4.3 Skok do dálky odrazem snožmo *76*
5.4.4 Hod tenisovým míčkem levou rukou *78*
5.4.5 Hod tenisovým míčkem pravou rukou *79*
5.4.6 Sed leh *80*
5.4.7 Vytrvalostní člunkový běh na vzdálenost 20 metrů (Leger test) *82*
6 DISKUZE **84**
7 ZÁVĚR **93**
8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK **95**

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 96

9.1 WEBOVÉ STRÁNKY 109

1 Úvod

Předškolní věk je velmi významným obdobím v životě jedince, během kterého dochází k intenzivnímu somatickému, psychickému i motorickému vývoji. Fixují se skeletální struktury, vytváří se základní pohybové stereotypy a formují se základní motorické dovednosti.

Motorická výkonnost je souhrou motorických dovedností a schopností (Zvonař et al., 2011), přičemž k rozvoji obou dochází právě v předškolním věku jedince. Sedavý, neaktivní způsob života se v současnosti vyskytuje už v tomto raném věku a vede ke zvyšování adipozity (Sedlak et al., 2015). Děti se zmnoženou tukovou tkání jsou v porovnání se svými normostenickými vrstevníky méně aktivní (Janz et al., 2005). Zmnožený tělesný tuk vede k neaktivnosti a nedostatečný energetický výdej opět k nárůstu tělesného tuku, kauzální kruh se tak uzavírá. Zmnožený tělesný tuk ovlivňuje motorickou výkonnost a úroveň základních motorických dovedností už u dětí předškolního věku.

Existuje mnoho studií zabývajících se motorickým výkonem a úrovní základních motorických dovedností předškolních dětí (Mond et al., 2007, Morano et al., 2011, Castetbon a Andreyeva, 2012, Hamilton et al., 2017, Antunes et al. 2018), ale ne všechny poukazují na horší motorickou výkonnost dětí ve vztahu k vyššímu zastoupení tukové tkáně (Musálek et al., 2017a). To by mohlo být způsobeno urychleným biologickým, respektive výškovým věkem jedinců se zmnoženou tukovou tkání (Malina a Bouchard, 1991, Chung, 2017), kteří by díky své vyšší výšce mohli dosahovat falešně dobrých výsledků v motorických testech.

Tato diplomová práce se zabývá vztahem mezi tělesným složením a motorickou výkonností u dětí ve věku 4 až 6 let a klade si za cíl prokázat závislost úrovně rozvoje komponent tělesného složení a motorické výkonnosti dítěte. Novým přístupem v této práci je hodnocení motorického výkonu ve vztahu k biologickému, respektive výškovému věku jedince, jenž by mohl eliminovat zkreslení výsledků úrovně pohybových dovedností somatickou vyspělostí jedince.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Tělesné složení

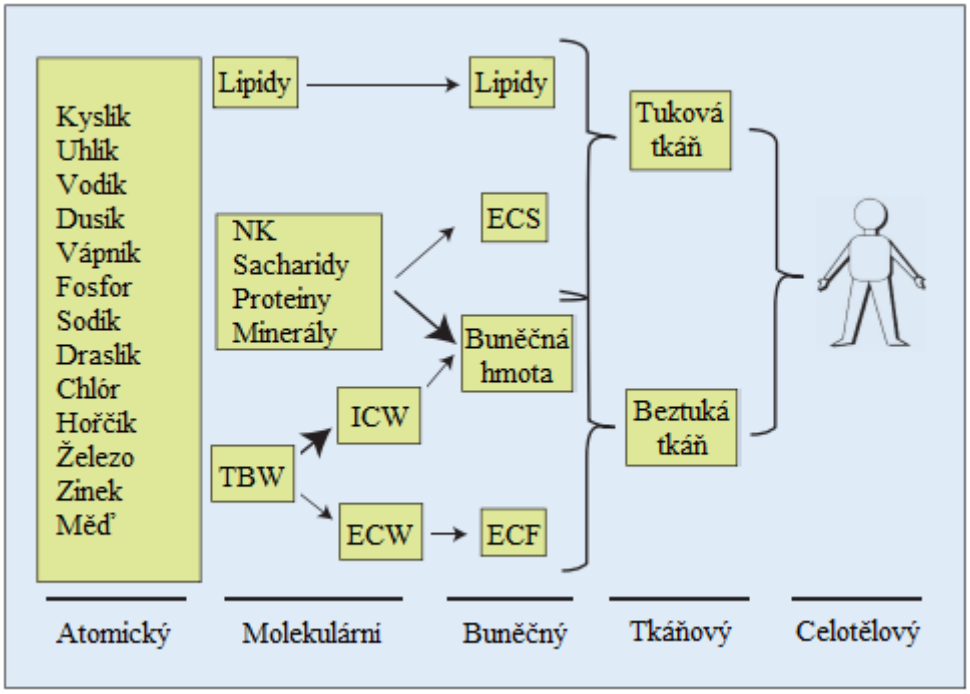
Pojem tělesné složení se používá k popisu jednotlivých složek, jenž společně tvoří celkovou hmotnost lidského těla (Shah a Bilal, 2009). Tělesná hmotnost slouží jako pouhý odhad tělesné velikosti (Malina et al., 2004) a neposkytuje dostatečné informace o jejím složení, neboť je složená z množství různých tkání, z nichž základní tvoří kosti, svalstvo, tuk a vnitřní orgány. Studie tělesného složení se pokouší o rozdělení a určení množství primárních komponent, z nichž se skládá lidské tělo (Malina a Bouchard, 1991).

Pro analýzu složení lidského těla je vhodné jej rozdělit na dvě základní složky – tukovou a beztukou komponentu. Beztuká složka těla se v angličtině nazývá fat free mass, nebo také lean body mass. Lidské tělo také můžeme rozdělit na několik komponent (viz níže). Data, která získáme měřením složení lidského těla, mohou být použita ke stanovení zdravotního stavu jedince. Jedině analýza složení lidského těla nám může poskytnout informace o množství svalstva a tukové tkáně (Shah a Bilal, 2009).

Dílčí složky lidského těla, zejména množství a distribuce tělesného tuku a množství a složení tukuprosté hmoty, jsou považovány za důležité ukazatele zdravotního stavu jednotlivce (Wells a Fewtrell, 2006).

Věda o složení těla je založena na sérii několika modelů odstupňovaných podle jejich složitosti. Rozdělení dle Siervo a Jebb, (2010):

- ***Atomický model*** – tvořený chemickými prvky.
- ***Molekulární model*** – obsahující molekuly jako je voda extracelulární (dále jen „ECW“) i intracelulární (dále jen „ICW“), nukleové kyseliny (dále jen „NK“), lipidy, proteiny, sacharidy a minerály.
- ***Buněčný model*** – skládající se z lipidů, extracelulární matrix, buněčné hmoty a extracelulárních tekutin.
- ***Tkáňový model*** – rozdělující tělo na tukovou a beztukou složku.
- ***Celotělový model*** – zahrnující tělo jako celek, do čehož spadá veškerá tělesná hmota a tělesné míry/tvar těla.



Obrázek 1 – Pětistupňový model tělesného složení a jeho součásti. Upraveno dle Siervo a Jebb (2010).

Celotělový model tělesného složení se v antropologické a klinické praxi rozděluje na dvou-,tří- a čtyřkomponentový model (Riegerová et al., 2006).

- ***Dvoukomponentový model*** - rozděluje tělo na tuk (fat mass, dále jen „FM“) a tukuprostou hmotu (fat-free mass, dále jen „FFM“ nebo také lean body mass). V praxi nejpoužívanější.
- ***Tříkomponentový model*** – rozděluje tělo na tuk, vodu a sušinu, která se skládá z bílkovin a minerálů. V praxi rozlišuje tuk, svalstvo a kostní tkáň.
- ***Čtyřkomponentový model*** – rozděluje tělesnou hmotnost na buňky, extracelulární tekutinu, minerály a tuk.

Existuje celá řada rozdílů ve složení těla dítěte a těla dospělého jedince. Ke změnám tělesného složení dochází v průběhu celého života (Kyle at al., 2015, St-Onge a Gallagher, 2010). Během růstu v období dětství lidské tělo zvětšuje svou velikost a dochází ke změnám v poměru kostí, svalstva, viscerálních tkání a tukové hmoty (Ellis et al., 2006). Během růstu dochází i ke změnám obsahu vody a kostních minerálů obsažených ve FFM (Kyle et al., 2015).

Jak uvádí studie Fomon et al., (1982), byly prokázány změny v procentuálním zastoupení jednotlivých složek těla mezi novorozenci a desetiletými dětmi. Celkové

množství tělesné vody (total body water, dále jen „TBW“) tukuprosté hmoty kleslo z 80,6 % při narození na 75,1 % u desetiletých chlapců, a na 76,9 % u stejně starých dívek. Rozdílné hodnoty se vyskytují i u tukové složky. Po narození mají chlapci 13,7 % FM. Podíl tuku se zvyšuje až do šesti měsíců, kdy jeho hodnota činí 25,4 %. Po půl roce věku hodnota pozvolna klesá. U desetiletých probandů bylo naměřeno 13,7 % FM. Tělo novorozených dívek je tvořeno tukem z 14,9 %. Trend vývoje FM je stejný jako u chlapců. Půlroční dívky mají 26,4 % a desetileté 19,4 % FM. Během růstu dochází k nárůstu procenta proteinů a minerálů kostní hmoty FFM (Fomon et al., 1982).

Tělesné složení není rozdílné pouze mezi dětmi a dospělými (Kyle at al., 2015), ale mění se i během zvyšujícího se věku dospělé osoby (St-Onge a Gallagher, 2010). Krom změny tělesné hmotnosti dochází ke změnám tělesné hustoty, která je u dospělých vyšší než u novorozenců a reflektuje změnu tělesného složení, viz níže (Malina a Bouchard, 1991). Dále u dospělých dochází ke snížení procentuálního zastoupení TBW k celkové hmotnosti těla i k frakci FFM. S postupujícím věkem se snižuje i zastoupení samotné FFM. Oproti tomu dochází u dospělých ke zvýšení procentuálního zastoupení proteinů i minerálů, a to jak k celkové hmotnosti, tak i u frakce FFM. U dospělých dochází oproti novorozencům i ke zvýšení procentuálního zastoupení tukově tkáně (Malina a Bouchard, 1991, Malina et al., 2004).

Ke změnám tělesného složení u dospělé osoby dochází i v případě, kdy se celková tělesná hmotnost nezmění, neboť se s věkem snižuje podíl svalové hmoty a přibývá tukové tkáně (St-Onge a Gallagher, 2010). K nejvýraznějším změnám u starších lidí patří sarkopenie, která je definována jako významný úbytek svalové hmoty (Evans a Campbell, 1993). Další výraznou změnou je postupné zvyšování procentuálního zastoupení tělesného tuku u obou pohlaví (Novak, 1972, St-Onge a Gallagher, 2010). Změny tělesného složení starších osob mohou být způsobeny zpomalením metabolických činností orgánů, ke kterým dochází během stárnutí (St -Onge a Gallagher, 2009).

2.1.1 Tělesný tuk

Internetová stránka You and Your Hormones pod záštitou Society for Endocrinology (URL1) popisuje tukovou tkáň, obecně známou pod názvem tělesný tuk, jako nezbytný orgán pro naše zdraví, skladující a uvolňující energii. Společně s tukovými buňkami (adipocyty) obsahuje množství nemyelizovaných nervových vláken, krevních cév, fibrocytů, žírných buněk, retikulárních a kolagenních vláken (Vajner et al., 2010).

Adipocyty, z nichž se tuková tkáň skládá, syntetizují tuk ze sacharidů, a ten je ukládán v jejich cytoplasmě. Proces, při kterém dochází k ukládání a uvolňování tuků, senzitivně reaguje na hormony a nervové podněty. I samotné adipocyty produkují hormony (Lüllmann-Rauch, 2012).

V lidském těle se nachází dva typy tukové tkáně. Bílá tuková tkáň neboli white adipose tissue (dále jen „WAT“) a hnědá tuková tkáň neboli brown adipose tissue (dále jen „BAT“), sloužící k naprosto odlišným funkcím celkové energetické rovnováhy (Palou et al., 1998).

WAT uložená především v podkoží a v oblasti břicha, se specializuje na skladování energie ve formě triglyceridů, díky čemuž slouží jako zásobní tuk. Na mnoha místech těla ovšem tuková tkáň slouží jako stavební materiál a označuje se pojmem strukturální tuk. Strukturální tuk má funkci pružné výplně v chodidle nebo k udržení orgánu v určité poloze (například je nezbytný pro udržení oční koule v orbitě, věnčitých cév v *sulcus coronarius* či ledvinové pánvičky v *sinus renalis*). BAT u většiny mladých savců rozptyluje energii ve formě tepla a tím slouží k termogenezi (Palou et al., 1998, Lüllmann-Rauch, 2012).

Množství tukové hmoty v lidském organismu závisí na věku a pohlaví jedince, proto se zastoupení tukové tkáně, které považujeme za fyziologické, s postupujícím věkem mění (Riegerová et al., 2006). Rozložení a množství tělesného tuku, a to dokonce i u hubených jedinců se stálou tělesnou hmotností a stabilním Body Mass Indexem (index tělesné hmotnosti, dále jen „BMI“), se s věkem mění. Během stárnutí ubývá retroorbitálního a subkutánního tuku a zvyšuje se intraabdominální tuk (Gesta et al., 2007).

Množství tělesného tuku dospělých mužů by mělo být v rozmezí 12-20 %, u žen pak 20-30 % (Bray, 1993). Tato procenta jsou užitečná jako screeningový test k určení rizika zdravotních komplikací spojených s vyšší tělesnou hmotností u dané osoby. Většina onemocnění souvisejících s obezitou je spojena s inzulinovou rezistencí, aterosklerózou a škodlivým vlivem nadbytku glukózy, lipidů a inzulinu kolujících krví, viz níže. Ačkoliv mají osoby se zastoupením FM nad tyto hodnoty pravděpodobnost rozvinutí popsaných onemocnění vyšší, ne u každého jedince se morbidita vyskytne (Bray, 1993, Abernathy a Black, 1996, Gnacińska et al., 2010).

V roce 1953 stanovil Fidanza a jeho kolektiv hustotu subkutánního (podkožního) i viscerálního (vnitřního) tělesného tuku na hodnotu 0,9 g/cm^3(Fidanza et al., 1953).

Oldsova studie vývoje tloušťky kožních řas během 53 let u mladých lidí od narození do 18 let pocházejících z rozvinutých zemí, popisuje nepříznivé změny v tělesném složení dětí a mladistvých (Olds, 2009). Ve studii jsou zpracována i data naměřená v České republice (Pařízková (1961), Prokopec et al. (1977) a Soltysova a Bellisle (1994)). Celkový obraz vyplývající z této analýzy je takový, že celosvětová populace mladých lidí ve vyspělých zemích, a to zejména chlapců a peripubertálních dětí (ve věkovém rozmezí 10-14 let), je v průměru stále více obézních. Počet velmi obézních jedinců stoupá a zvyšuje se i množství jejich tělesného tuku. Rozložení tělesného tuku mladých lidí ukazuje relativní posun směrem k centrifugálnímu uložení tuku, tj. na trupu. Jedná se o nejhorší možnou kombinaci z hlediska možného pozdějšího rozvoje metabolických a kardiovaskulárních onemocnění (Olds, 2009). Obezita tvoří velký problém v dnešní mladé generaci, který lze částečně připsat nedostatku pohybové aktivity (Mirtz et al., 2011).

Zmnožený tělesný tuk může mít u dětí a mladistvých pozitivní vliv na urychlené biologické zrání organismu (Malina a Bouchard, 1991), což vede hlavně u dívek k dřívějšímu nástupu puberty (Davison et al., 2003). Obézní děti mají také na svůj kalendářní věk v porovnání s neobézními vrstevníky vyšší tělesnou výšku, ale jelikož dospívají rychleji, bývá jejich finální výška v dospělosti snížená (Chung, 2017).

2.1.1.1 Bílá tuková tkáň

K dramatické změně našeho chápání bílé tukové tkáně došlo až během posledních dvou desetiletí (Esteve Ráfols, 2014). WAT byla dříve charakterizována zejména svou vlastností uchovávat energii ve formě lipidů a uvolňovat ji v podobě mastných kyselin, když je třeba dodat tělu energii. WAT má ovšem složitější úlohu. Nyní je zřejmé, že WAT se uplatňuje jako sekreční a endokrinní orgán se značnou složitostí, který je vysoce integrován do celkového fyziologického a metabolického systému savců (Trayhurn et al., 2001).

Koncem osmdesátých let minulého století bylo zjištěno, že tuková tkáň je hlavním místem přeměny androstendionu na pohlavní hormony (Siiteri, 1987). V roce 1994 se podařilo naklonovat a popsat produkt kódovaný genem obese (*ob)*, *ob* protein nazvaný

leptin. K expresi *ob* genu dochází v bílé tukové tkání. Leptin má endokrinní, parakrinní i autokrinní efekt na různé tkáně, díky čemuž byla tuková tkáň zařazena mezi endokrinní orgány (Zhang et al., 1994). Leptin je hormon, k jehož produkci dochází v tukové tkáni a má význam při regulaci energetické rovnováhy (Tartaglia et al., 1995).

V dnešní době je známo, že WAT exprimuje a produkuje celou škálu bioaktivních peptidů – adipokinů. Adipokiny působí na lokální (autokrinnní, parakrinní) i systémové (endokrinní) úrovni. Mezi látky produkované tukovou tkání patří například leptin, adiponektin či rezistin (Kershaw a Flier, 2004).

Tuková tkáň je taktéž místem syntézy mnoha proteinů zapojených do zánětlivých procesů. Cytokiny spojené se zánětem, produkované adipocyty, zahrnují mimo jiné tumor necrosis factor α (TNFα), četné interleukiny (IL-1b, IL-6, IL-8, IL-10) či tkáňový faktor. Kromě těchto eferentních signálů vykazuje tuková tkáň řadu receptorů (receptory pro steroidní hormony, receptor pro inzulin, glukagon, vitamin D a mnoho dalších), které ji umožní reagovat na aferentní signály produkované klasickými endokrinními orgány či centrálním nervovým systémem (dále jen „CNS“) (Kershaw a Flier, 2004, Tworowska-Bardzińska, et al., 2009, Gnacińska et al., 2010). Obezita je prozánětlivý stav. Adipocyty, infiltrované makrofágy a lymfocyty včetně endotelových buněk z kapilár v blízkosti adipocytů přispívají k místnímu zánětu ve WAT. Zánět se portální žilou může dostat do jater, a nakonec i do jiných periferních tkání, jako jsou cévy, kde může vyvolat metabolické poruchy, viz níže (Gómez-Hernández et al., 2016).

Metabolické poruchy provázející obezitu, a to zejména akumulaci tuku v oblasti dutiny břišní, jsou dyslipidémie, glukózová intolerance, inzulinová rezistence, vedoucí až k rozvoji *diabetes mellitus* 2. Typu (dále jen „DM“), hypertenze, zvýšené hladiny zánětlivých markerů a protrombotických stavů. Všechny tyto poruchy významně zvyšují riziko vzniku aterosklerózy a kardiovaskulárních onemocnění a zároveň jsou příznaky tzv. metabolického syndromu. Stejně tak ovšem může dojít k rozvoji metabolického syndromu u osob s nedostatkem tukové tkáně, a to například u lidí s lipodystrofií. Syndromy charakterizované lokální ztrátou tukové tkáně (lipoatrofie) a její poruchou (lipodystrofie) jsou také spojeny se silnou inzulinovou rezistencí. (Oseid et al., 1977, Seip a Trygstad, 1996, Snijder et al., 2003, Grundy et al., 2004, Tworowska-Bardzińska et al., 2009). Dalším mechanismem, kterým může tuková tkáň zhoršit metabolický syndrom, je uvolňování adipokinů (Grundy, 2015).

Rozdíl mezi subkutánní a viscerální tukovou tkání se dá nejlépe popsat ve vztahu jejich přispění k rozvinutí onemocnění. Viscerálně uložená WAT přispívá k mnoha morbiditám včetně metabolického syndromu a DM 2. typu (Snijder et al., 2003, Kershaw a Flier, 2004, Grundy, 2015).

Rozložení bílé tukové tkáně vykazuje velký sexuální dimorfismus. Korelace mezi místem uložení tuku v závislosti na pohlaví je relativně konstantní a nezáleží na tom, zda je osoba štíhlá nebo obézní. Muži mají více intraabdominální bílé adipózní tkáně než ženy, zatímco ženy mají více podkožní tukové tkáně, zejména v oblasti boků a stehen, a zpravidla disponují vyšším procentem tělesného tuku (Grauer et al., 1984, Gesta et al., 2007).

2.1.1.2 Hnědá tuková tkáň

Jako první popsal hnědou tukovou tkáň švýcarský přírodovědec Konrad Gessner jako *„nec pinguitudo, nec caro" – „ani tuk, ani tělo"*, ale něco mezi tím a svůj objev publikoval v roce 1551 v knize Historiae animalium, avšak až do 20. století nebyla BAT považována za histologicky odlišnou tkáň (Gessner, 1551, Enerbäck, 2010). Hnědé adipocyty jsou menší než ty bílé, obsahují méně lipidů, které jsou uloženy v multilokulárních spíše než unilokulárních kapkách a disponují hojným počtem mitochondrií (Palou et al., 1998). Hlavní funkce BAT v organismu spočívá v přeměně energie získané z potravy na teplo (Rylander, 1969, Cannon a Nedergaard, 2004).

BAT je u novorozenců uložena mezi lopatkami, na zadní straně krku, okolo krčních svalů, dále se rozprostírá pod klíčními kostmi až k podpažním jamkám, kolem průdušnice, jícnu, mezižeberních a vnitřních hrudních (dříve známých jako prsních) tepen, kolem břišní aorty, ledvin a nadledvinek (Davis, 1980).

Původně jsme se domnívali, že se hnědá tuková tkáň u jedinců nachází pouze během novorozeneckého období, ale vyskytuje se i u dospělých (Cypess et al., 2009). Depoty BAT postupně mizí s přibývajícím věkem, nejdéle zůstává zachována v oblasti ledvin a nadledvin, aorty, mediastina a krku (Heaton, 1972). U žen nacházíme více hnědé tukové hmoty než u mužů (Cypess et al., 2009).

2.1.2 Tukuprostá hmota

Fat-free mass i lean body mass (LBM) jsou označení používaná v anglické literatuře pro tukuprostou hmotu. FFM je heterogenní složkou lidského těla, která

je variabilní v závislosti na pohlaví, věku, pohybové aktivitě a mnoha dalších vnějších i vnitřních faktorech. U zdravého jedince by měl být konstantní poměr zastoupení FFM složek. U dospělého tvoří FFM ze 60 % svalstvo (kosterní svalstvo tvoří FFM ze 40 až 68 % (Prior et al., 2001)), k 25 % opěrné a pojivové tkáně a 15 % zbývá pro vnitřní orgány, nicméně hodnocení vývoje tělesného složení v sobě zahrnuje nedostatek, neboť zatím není dostatek verifikovaných metod pro určování hmotnosti kostry *in vivo*. Nejvalidnější metodou tak zůstává analýza lidských kadáver (Moore a Boyden, 1963, Riegerová et al, 2006).

Průměrná hustota beztukové tělesné složky je u zdravých dospělých lidí stabilní. Hodnota hustoty v průměru činí 1,1 g/cm^3 (Krzywicki a Chinn, 1967, Wang et al., 2003), přičemž hustota tělesného tuku činí 0,9 g/cm^3 (Fidanza et al., 1953). S postupně rostoucí tělesnou hmotností je zaznamenán pokles tělesné hustoty. Pokles odráží zmnožený tělesný tuk. Ve vyšším věku pokračuje pokles hustoty lidského těla, a to i pokud dochází ke snížení tělesné hmotnosti, neboť s vyšším věkem přibývá tělesného tuku (Krzywicki a Chinn, 1967).

Hustota jednotlivých složek FFM lidského těla při 36-37 $^{\circ}C$ je následující: voda ρ=0,994 g/cm^3, proteiny ρ=1,34 g/cm^3, kostní minerály ρ=2,982 g/cm^3, minerály měkké tkáně ρ=3,317 g/cm^3 (Heymsfield et al., 1991, Wang et al., 2002, Wang et al., 2003). Minerály měkké tkáně se převážně skládají z rozpustných minerálních látek a elektrolytů extracelulárních i intracelulárních prostorů měkké tkáně (Wang et al., 2002).

Děti mají nižší hodnotu hustoty tukuprosté hmoty než dospělí kvůli vyššímu podílu vody a rozdílným poměrům minerálů a proteinů v jejich FFM oproti dospělým (Wells et al., 1991, Haroun et al., 2005).

Studie Haroun et al. (2005) zkoumala rozdíl hustoty FFM u obézních a neobézních dětí ve věku 7 až 14 let (obezita byla definována jako Body Mass Index nad hodnotu 95. percentilu). U obézních dětí byla naměřena signifikantně nižší hodnota hustoty FFM, než u dětí neobézních. Hodnoty se mezi dívkami a chlapci téměř nelišily. Průměrná hustota FFM obézních dívek a chlapců ρ=1,085 g/cm^3, hodnota pro neobézní děti ρ=1,097 g/cm^3 (Haroun et al., 2005).

2.1.2.1 Kostra

Kostra má v těle řadu funkcí. Slouží jako strukturální podpora pro zbytek těla, dovoluje pohyb a lokomoci tím, že poskytuje páky pro svalstvo (vytváří pasivní pohybový aparát), chrání životně důležité vnitřní orgány a struktury, zajišťuje udržování minerální homeostázy a acidobazické rovnováhy, slouží jako zásobník kalciových a fosfátových iontů, růstových faktorů, cytokinů a poskytuje prostředí pro hematopoézu tvorbu krevních buněčných elementů v kostní dřeni. Schopnost kostní modelace a remodelace je zachována po celý život (Clarke, 2008, Taichman, 2005, Vajner et al., 2010).

U lidské kostry se udává, že podíl její hmotnosti na celkové hmotnosti těla je téměř stejný u novorozenců i dospělých. Kostra tvoří kolem 15 % hmotnosti novorozence a 16 % až 17 % hmotnosti dospělého (Malina a Bouchard, 199). Nicméně byly nalezeny rozdíly v podílu beztuké sušiny kostní tkáně a kostních minerálů na celkovou tělesnou hmotnost. U novorozenců je podíl beztuké sušiny 3 %, u dospělých 6-7 %. Kostní minerály u novorozenců tvoří 2 % a u dospělých 4-5 % celkové hmotnosti těla (Riegerová et al, 2006).

2.1.2.2 Svalstvo

Svalstvo lidského těla, jehož základem je protáhlý smrštitelný element, tvoří z převážné části příčně pruhovaná svalovina, která představuje aktivní nervově řízený pohybový aparát. Funkčně je spjata s pasivním pohybovým aparátem, jenž tvoří kostra. (Vajner et al., 2010).

Svalstvo lidského těla je nejobjemnější tkání v těle (Malina a Bouchard, 1991) a lze jej rozdělit do tří podskupin, a to na příčně pruhovanou kosterní svalovinu, která u ženy tvoří přibližně 30 %, u muže 40 % a u novorozence přibližně 25 % celkové hmotnosti těla, hladkou svalovinu a srdeční sval v 10 % zastoupení. Tyto poměry v zastoupení svalové tkáně se v průběhu vývoje jedince – ontogeneze, mění (Riegerová et al, 2006). Kosterní svalstvo je jednou z nejdynamičtějších a nejplastičtějších tkání lidského organismu. Obsahuje 50-75 % všech tělesných bílkovin. Svalstvo tvoří hlavně voda (75 %), proteiny (20 %) a další látky včetně anorganických solí, minerálů, tuků a sacharidů (5 %) (Frontera a Ochala, 2014).

Během posledních několika málo let byla kosterní svalovina identifikována jako sekreční orgán. Cytokiny a jiné peptidy, které jsou produkovány, exprimovány

a uvolňovány svalovými vlákny a mají buď auto-, para- nebo endokrinní charakter, jsou nazývány myokiny. Mezi myokiny patří například myostatin, IL-6, IL-7 či iridin a mohou potlačit účinek prozánětlivých adipokinů. Mnoho proteinů produkovaných kosterním svalem je závislých na kontrakci. Proto pravděpodobně fyzická nečinnost vede k pozměněné odpovědi myokinů, což vysvětluje, proč nedostatek fyzické aktivity zvyšuje riziko celé škály onemocnění, zahrnující kardiovaskulární onemocnění, DM 2. typu, rakovinu a osteoporózu (Pedersen a Febbraio, 2012).

2.1.3 Tělesná voda

Voda je nejhojněji se vyskytující složkou lidského těla. Můžeme ji nalézt kolem buněk, uvnitř buněk, uvnitř krevních cév a v menším množství i v ligamentech a kostech. Procento vody v těle se mění s věkem a tělesným složením (Ruth a Wassner, 2006).

Na začátku těhotenství tvoří hmotnost těla plodu z okolo 90 % voda. Tento poměr klesá u předčasně narozených dětí na 80 %, a u dětí narozených v termínu na 70 %. Mladé děti mají ve svém těle kolem 65 % vody, a u dětí starších a dospívajících voda představuje 60 % hmotnosti těla (Ruth a Wassner, 2006).

Studie Musha (1956) uvádí, že procentuální podíl tělesné vody je vyšší u mužů než u žen a vykazuje značnou individuální variabilitu u obou pohlaví. Procento TBW je vyšší u štíhlých jedinců a nižší u jedinců obézních. Z toho vyplývá, že množství vody v těle do značné míry závisí na množství tělesného tuku. V roce 1955 byla TBW u zdravých dospělých mužů průměrně přes 56 % tělesné hmotnosti, u zdravých dospělých žen dosahovala průměrně skoro 50 % tělesné hmotnosti (Musha, 1956). Množství TBW se snižuje s postupujícím věkem (Schoeller, 1989).

2.1.4. Sekulární trend v tělesném složení českých předškolních dětí

Sekulární trend představuje dlouhodobou změnu antropometrických parametrů (tělesná výška, tělesná hmotnost aj.) reflektujících jakoukoliv změnu (zlepšujících se i zhoršujících se) socioekonomických podmínek působící na jedince v průběhu celé evoluce. Na současnou českou populaci působí postupně vyhasínající pozitivní sekulární trend zvyšující finální tělesnou výšku, projevující se v posledních 100–200 letech (Kopecký et al., 2016).

Srovnání základních charakteristik somatického vývoje českých předškolních dětí, jako je tělesná výška, tělesná hmotnost, BMI a složení těla – obzvláště procentuální podíl

tělesného tuku a tloušťka kožních řas během posledních více než padesáti let, odhaluje signifikantní sekulární změny (Sedlak et al., 2017).

V předškolním věku se oproti letům minulým zvýšila adipozita (zmnožení tukové tkáně), která je charakterizovaná tloušťkou kožních řas. Při srovnání tloušťky kožních řas nad tricepsem, pod lopatkou a nad kostí kyčelní (subskapulární a suprailiakální kožní řasa), které byly měřeny v padesátých a sedmdesátých letech minulého století a v roce 2009 a 2011 se prokázalo, že nedávná měření vykazovala výrazně vyšší hodnoty. Vzrůst tuku byl nejvíce patrný na trupu (Pařízková et al., 2012, Sedlak et al., 2015).

Zvyšování množství tělesného tuku na trupu, je považováno za ukazatel možného rozvoje metabolického syndromu, již v dětském věku. Sekulární nárůst tukové tkáně a zhoršení motorického vývoje bylo způsobeno díky zvyšující se míře sedentarismu (minimální pohybová aktivita) již u dětí předškolního věku (Sedlak et al., 2015).

U dětí předškolního věku nebyla pozorována sekulární změna hodnoty BMI navzdory více případům výskytu obezity. U dětí byla prokázaná zvýšená adipozita charakterizovaná právě na základě tloušťky kožních řas, která navzdory nezměněné hodnotě BMI prokazuje významnou změnu tělesné kompozice u těchto dětí, projevující se jako latentní (skrytá) obezita (Sedlak et al., 2017).

Zároveň se zvyšující se mírou adipozity českých předškolních dětí klesá množství svalové hmoty. To také vyplývá z výsledků měření obvodových parametrů. Obzvláště je tento trend v poklesu množství svalstva patrný u dolní končetiny (snížený obvodový rozměr stehna spolu se zvýšenou vrstvou tuku na stehně charakterizovanou zvětšením tloušťky kožní řasy). Vyhodnocení aktivní tělesné hmoty, obzvláště u vývoje svalstva dolních končetin, odhaluje sekulární pokles charakterizující dopad snížení úrovně fyzické aktivity, obecně v důsledku změny životního stylu (Sedlak et al., 2017).

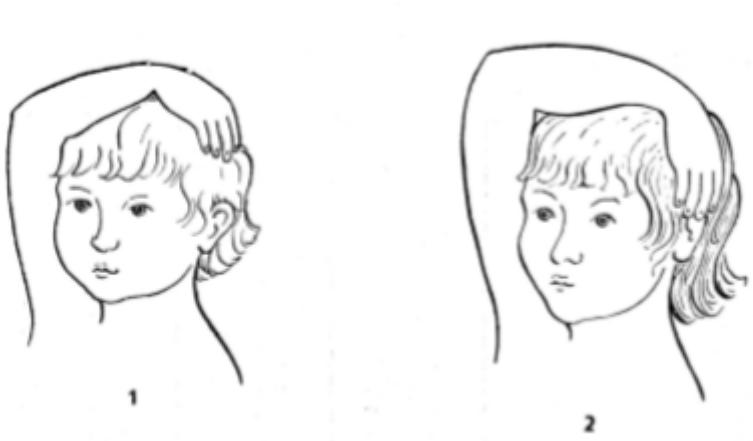
2.2 Předškolní věk

Předškolní období je v české pediatrické terminologii ohraničeno 3. a 6. narozeninami dítěte, trvá tudíž tři roky (Lebl, 2007). Někdy se též uvádí, že předškolní období je věk od 3 do 6-7 let věku dítěte. Předškolní období není ukončeno pouze biologickým věkem jedince, ale jedná se především o ukončení sociálním předělem, kterým je zahájení povinné školní docházky (Vágnerová, 2012).

Vývoj, kterým dítě nejen během předškolního věku prochází, je souhrou interakce vnitřního (reprezentováno genetickou vlohou) a vnějšího prostředí. Pokud u jednice nedojde k výraznému narušení vývoje biologickou poruchou či psychosociální patologií, dojde u každého jedince k uplatnění genetických faktorů i vlivů prostředí. V předškolním věku dochází k zřetelnému rozvoji centrální nervové soustavy a vegetativních funkcí. Při vývoji lidského jedince je nezastupitelná vzájemná podmíněnost mezi zráním centrální nervové soustavy, rozvojem poznávacích schopností, psychologickým a sociálním vývojem (Lebl a Krásničanová., 2007).

Růst a vývoj během předškolního období je charakterizován diferencovanými změnami v jednotlivých antropometrických proměnných, které souvisí s tělesnými charakteristikami rodičů. K největším změnám v předškolním věku dochází v délkových rozměrech a tělesné hmotnosti (Pařízková, 2010), i když růst není tak výrazný jako v předchozích vývojových obdobích (Riegerová et al., 2006). Růstová rychlost činí v průměru 5 až 7 centimetrů za rok (Malá a Klementa, 1985, Riegerová et al., 2006). Mezi dívkami a chlapci nejsou výrazné rozdíly (Riegerová et al., 2006). Šířkové a obvodové parametry se na trupu a končetinách mění relativně méně. Nejmenší změna nastává u rozměru obvodu hlavy. Dochází také k signifikantním změnám tělesné proporcionality, viz níže. Tělesný tuk je jedinou proměnnou, která stagnuje u dívek, ale klesá u chlapců. U současných předškolních dětí také dochází k postupnému zhoršování držení těla (Pařízková, 2010).

V průběhu předškolního období se začínají měnit tělesné proporce dítěte. Dítě se stává vytáhlejším se štíhlým trupem a s poměrně (vůči trupu) delšími horními i dolními končetinami. Dochází k takzvané první proměně postavy. Zda již u dítěte došlo ke změně tělesné proporcionality, můžeme otestovat tzv. filipínskou mírou, která porovnává poměr délky horní končetiny a velikosti hlavy. Pokud se dítě dotkne rukou vedenou přes temeno hlavy protilehlého ušního boltce, výsledek testu je pozitivní a dítě již prošlo první proměnou postavy. Pokud si dítě na ušní boltec nedosáhne, test je negativní a u dítěte ještě první proměna postavy nenastala (Riegerová et al., 2006).



Obrázek 2 – Filipínská míra. Obrázek 1 ukazuje stav před proděláním první proměny postavy (dítě si nedosáhne přes temeno hlavy na protilehlý ušní boltec), test filipínské míry je negativní. Obrázek 2 ukazuje dítě po dokončení první proměny postavy, filipínská míra je pozitivní. Převzato dle Riegerová et al., 2006.

Ke konci tohohle vývojového období dochází i k fixování skeletálních struktur. Jejich vývoj probíhá postupně, ale v předškolním věku dochází k jejich zafixování a stabilizaci. Patří sem zafixování dvojesovitého zakřivení páteře, přičemž svaly pomáhají udržet správné zakřivení páteře (Malá a Klementa, 1985). Dále dochází k fixaci nožní klenby, která se u dítěte začíná formovat již ve třetím měsíci intrauterinního vývoje. K ukončení vývoje tvaru nožní klenby jedince dochází mezi šestým a sedmým rokem. Nejdůležitějšími strukturami k udržení dětské nožní klenby nejsou svaly, které byly doposud považovány za klíčové, nýbrž plantární vazy a plantární aponeuróza (Dylevský, 2017).

Je také známo, že v daném období ontogeneze dítěte dochází k jevu zvanému adiposity rebound. Je to jev, kdy končí pozvolné klesání hodnoty BMI a tukové tkáně před tím, než zase začne BMI a množství tělesného tuku pozvolna stoupat (Eriksson et al., 2014). Věk při dosažení adiposity rebound je značně variabilní, z pravidla k němu dochází mezi třemi až sedmi lety věku dítěte (Cole, 2004) a jeho časnější nástup je spojován s výskytem obezity v dětství a poté i v dospělosti (Rolland-Cachera et al., 2006, Eriksson et al., 2014).

2.3 Motorický vývoj u dítěte předškolního věku

Celková pohybová schopnost organismu, motorika, provází celou ontogenezi jedince (Zvonař et al., 2011). Motorika jedince se vyvíjí již v raných fázích intrauterinního vývoje a rozvíjení motoriky zrcadlí postupný rozvoj nervové soustavy (Hejcmanová

a Průhová, 2007). Pohyb se podílí na vývoji člověka, ovlivňuje funkce a tvar organismu. Přiměřená pohybová aktivita je podmínkou harmonického procesu růstu i vývoje organismu, stejně tak jako i jeho celkového optimálního fungování. *„Pohyb působí na vývoj a vývoj působí na pohyb"* (Kučera et al., 1997).

Předškolní věk je díky velké potřebě pohybové aktivity a dynamickému rozvoji motoriky též někdy nazýván *„zlatým věkem motoriky“* (Pařízková, 1998, Pastucha, 2011). Vysoký stupeň spontánní fyzické aktivity je jedním z charakteristických rysů předškolního období (Pařízková et al., 1986, Pařízková 1998), který klesá po nástupu dítěte k povinné školní docházce (Pařízková, 1998). U předškolních chlapců ve věku od 3 do 5 let je potřeba pohybu vyčíslena na 370 minut, což je více než šest hodin pohybové aktivity denně. U předškolních dívek je tato potřeba o něco nižší než u stejně starých chlapců, kolem 335 minut, což ale stále činí více než pět hodin pohybové aktivity denně (Kučera et al., 1997). Kučera et al. (1999) i Pastucha et al. (2011) uvádí, že pohybová aktivita by u dítěte předškolního věku měla trvat přibližně 6 hodin denně (Kučera et al., 1999, Pastucha et al., 2011), přičemž by měla převažovat spontánní fyzická aktivita (Pastucha et al., 2011). Kučera et al. (2011) uvádí u předškoláků ještě vyšší potřebu fyzické aktivity, která by měla trvat okolo 420 minut, což je sedm hodin denně (Kučera et al., 2011).

Dítě předškolního věku by mělo být schopno ovládat běh i jeho součásti, jako je skok a skok do dálky. Skok do výšky dítě ovládá až na konci tohoto období. Dítě dále ovládá chycení i odhození míčku a je připraveno pro započetí uvědomělého nácviku plavání (Kučera et al., 1997, Kučera et al., 1999). U předškolních dětí se dále rozvíjí jemná motorika, udržování rovnováhy a celková koordinace pohybů (Hejcmanová a Průhová, 2007, Pastucha, 2011).

Předškolní roky jsou charakterizovány postupným neuromuskulárním zráním a vývojem celé škály základních pohybových vzorců. Základní motorické dovednosti, neboli fundamental motor skills (dále jen „FMS“), se u většiny dětí rozvíjí kolem šestého roku života, ačkoliv vyzrálé vzorce některých základních dovedností se rozvíjejí později. Základní vzorce pohybu jsou zdokonalovány prostřednictvím procvičování, kvalita i četnost výkonu se zlepšuje a vzory pohybu se začleňují do komplexnějších motorických aktivit, jako jsou hry a sport (Malina a Bouchard, 1991, Malina et al., 2004).

V komplexu všech faktorů, které ovlivňují růst a vývoj dětí od narození až do dospělosti, je stupeň motorické stimulace a fyzické aktivity jedním z nejdůležitějších faktorů. Malé dítě se může naučit být aktivní, obratné a výkonné, nebo se může naučit být opakem – neochotným se pohybovat, díky čemuž zůstane neohrabané a snadno unavitelné. V tomhle ohledu hraje důležitou úlohu včasná stimulace. Dítě se nejlépe učí napodobováním, proto je velmi důležitá úloha matky, otce i celé rodiny být pro něj dobrým vzorem (Pařízková, 2010).

Osvojení si zdatnosti v motorických činnostech je důležitým vývojovým úkolem každého dítěte. Všechny děti, s výjimkou těch, které mají nějaké závažné zdravotní postižení, mají potenciál rozvíjet a učit se různé základní vzorce pohybu a specializovanější dovednosti. Motorické aktivity (činnosti) jsou nedílnou součástí dětského vývoje. Prostřednictvím nich mohou děti poznávat různé aspekty svého prostředí, a to zejména v předškolním věku (Malina et al., 2004).

2.3.1 Motorické schopnosti

Vývoj motorických schopností probíhá během celé lidské ontogeneze a je závislý na vyzrávání organismu. Díky této skutečnosti je lidský novorozenec v porovnání s ostatními savci motoricky velmi chudě vybaven. Hybnost lidského jedince se rozvíjí postnatálně a její vývoj probíhá ve stádiích. Během tohoto vývoje probíhá rozvoj a diferenciace motorických schopností (Měkota a Blahuš, 1983).

O motorických schopnostech je obecně možno říci, že se jedná o soubor předpokladů pohybové činnosti (Perič a Dovalil, 2010). Motorické schopnosti můžeme také vyjádřit jako soubor či komplex vnitřních sjednocených předpokladů organismu, přičemž pro některé z nich můžeme nalézt biologický základ, například v anatomické odlišnosti nebo v jejich projevech ve fyziologických funkcích. Například se může jednat o zvýšenou aerobní kapacitu, která je předpokladem vytrvalosti. K vývoji motorických schopností dochází na základě vrozených dispozic, vloh, neboť schopnosti jsou geneticky podmíněny (Měkota a Blahuš, 1983).

Podle Periče a Dovalila (2010) je možné rozdělit motorické schopnosti do 5 podskupin:

- ***Koordinační schopnosti*** – obratnost, schopnost řízení a usměrňování pohybů s ohledem na jejich přesnost, rychlost a složitost. Můžeme říct, že se jedná o koordinaci (vnitřní řízení pohybu) a obratnost (vnější projev koordinace).
- ***Rychlostní schopnosti*** – schopnosti provést daný pohyb (svalovou kontrakci) při změně polohy v nejrychlejším možném čase, jedná se tedy o vyvíjení činnosti s maximální intenzitou.
- ***Silové schopnosti*** – schopnosti překonávat vnější odpor (vliv vnější síly) pomocí svalové kontrakce.
- ***Vytrvalostní schopnosti*** – schopnosti překonávat únavu při dlouhodobém a opakovaném provádění pohybové aktivity (schopnosti se pohybovat delší dobu, vykonávat činnost co nejdéle).
- ***Pohyblivost*** – také flexibilita či ohebnost, je schopnost vykonávat pohyb v plném kloubním rozsahu.

Motorické schopnosti jsou komplexy predispozic k pohybové činnosti, jsou základem pro motorické dovednosti a společně tvoří základ pro potenciální stránku motoriky, výkon pohybových činností (Měkota a Novosad, 2005).

2.3.2 Motorické dovednosti

Motorické dovednosti jsou učením získané předpoklady jak efektivně, rychle, správně, účelně a úsporně provést pohybový úkol. Motorické neboli pohybové dovednosti se dítě učí ve speciálním procesu nazývaném „motorické (či pohybové) učení“ (Měkota a Cuberek, 2007). Proces motorického učení v sobě zahrnuje 4 fáze, konkrétně fázi seznámení, zdokonalování, automatizace a tvořivé realizace daného pohybu (Perič a Dovalil, 2010). Můžeme tedy říct, že se jedná o naučené předpoklady, jak při zapojení myšlení v řízení pohybů správně realizovat pohybovou činnost (Zvonař et al., 2011).

Vznik motorických dovedností probíhá na základě uceleného obrazu o situaci pomocí informací o vnitřním a vnějším prostředí daného jedince. Přenos informací o vnějším prostředí probíhá skrze smyslové orgány, které slouží k procesu vnímání. Opakovaným vnímáním se dané obrazy upevňují do vzorců vnímání. Tyto vzorce se přenášejí pomocí ascendentních nervových drah do CNS, kde dochází k jejich dalšímu zpracování. Nervový základ provedení se ukládá v motorické paměti, odkud je pomocí nervových vzruchů vyvolávána aktivita v kosterním svalstvu. Dovednost je tedy souhrnem

schopností ovlivňovaných primárně nervosvalovými funkcemi, ale i psychikou a fyziologickými funkcemi (Perič a Dovalil, 2010). Podobně dochází i k fixaci pohybových stereotypů, které jsou souhrou podmíněných a nepodmíněných reflexů, vznikajících na podkladě opakování, učení. Schopnost chůze je nám sice vrozená, ale způsob, jakým budeme chodit, které svaly budeme zapojovat více a jaké méně, jestli budeme vtáčet nebo vytáčet špičky, je ovlivněno na základě pohybového učení. Na základě opakování vzniknou pohybové stereotypy, které jsou souborem podmíněných a nepodmíněných reflexů a jsou uloženy v motorické paměti, k jejich vybavení dochází podvědomě. Mezi základní pohybové stereotypy patří například chůze či běh, které se časem stanou natolik automatickými, že *„jdou mimo naši mysl"*. Schopnost přebudovat naučené pohybové stereotypy s věkem klesá (Krištofič, 2006).

Základní motorické dovednosti (FMS) jsou charakterizovány jako naučené pohybové vzory, tvořící základní stavební kameny vzorců pro specifičtější a komplexnější dovednosti, používané v organizovaných i neorganizovaných sportovních a rekreačních aktivitách. FMS mohou být rozděleny do tří odlišných kategorií. K hrubé motorice patří například udržení rovnováhy, plazení a lezení. Mezi lokomoční dovednosti, patří běh, skok, poskoky či plavání. Mezi manipulační dovednosti, řadíme chycení, odhození či kopnutí. FMS jsou důležité v oblasti fyzického, kognitivního i sociálního vývoje jedince (Gallahue et al., 2012, Hands, 2012, Barnett et al., 2016). Úroveň FMS je ovlivněna tělesným složením (Musálek et al., 2017a).

FMS se realizují až ve vzpřímené či bipední poloze těla a vyvíjejí se v dlouhém časovém rozmezí mezi prvním až sedmým, případně až desátým rokem života. Patří sem dovednosti, viz výše (chůze, běh, skákání a další). Vývoj dovedností probíhá do jisté míry samovolně v závislosti na zrání organismu a učení se realizuje spontánně, často metodou pokus – omyl. FMS během svého dlouhého vývoje prochází třemi až pěti vývojovými stádii. Při hodu míčkem rozlišujeme tři stupně. První stádium je počáteční (rudimentální), druhé je elementární (přechodové), a poslední je vyzrálé. Ukončením prvního decenia života však vývoj pohybových dovedností nekončí, neboť ty se pozvolně vyvíjejí po celou dobu ontogeneze (Měkota a Cuberek, 2007).

2.3.3 Vztah pohybových schopností a dovedností

Získané všeobecné činitele, motorické schopnosti a naučené specifické činitele, motorické dovednosti jsou spolu s genetickým základem, vlohami a teoretickými

vědomostmi označovány souhrnným pojmem motorické předpoklady a jsou považovány za rozhodující činitele motorického výkonu (Zvonař et al., 2011).

Existuje několik rozdílů mezi pohybovými schopnostmi a pohybovými dovednostmi, společně však tvoří základ pro pohybovou činnost (spolu řeší pohybový úkol). Motorické schopnosti jsou geneticky podmíněné předpoklady, kdežto dovednosti jsou učením získané. Pohybová schopnost je základem mnoha různých dovedností, pohybová dovednost je závislá na několika schopnostech. V neposlední řadě je můžeme rozlišit podle procesu rozvoje. Motorické schopnosti se rozvíjí pomocí tréninku, kdežto k rozvoji dovedností dochází jejich nácvikem (Měkota a Novosad, 2005). Pohybové schopnosti jsou předpoklady pro získání pohybových dovedností a získání pohybových dovedností prohlubuje rozvoj pohybových schopností. Výsledek motorické činnosti, například výsledek v motorických testech, určují schopnosti a dovednosti společně (Zvonař et al., 2011).

2.3.4 Testovací baterie

Testovací baterie motorických testů slouží pro zjišťování úrovně tělesné zdatnosti, například u dětí. Některé testovací baterie jsou uvedeny v přehledu níže.

Pro motorické testování předškolních dětí v terénu byla navržena testovací baterie PREFIT (FITness testing in PREschool children). K testům zařazeným do baterie patří běh na 20 metrů tam a zpátky (shuttle run) pro posouzení kardiorespirační kondice, síla stisku ruky a skok daleký snožmo pro otestování svalové síly, běh tam a zpět na 4 x 10 metrů a stoj na jedné noze k posouzení motorické zdatnosti, rychlosti, mrštnosti a rovnováhy. Tato baterie je vhodná pro testování fyzické zdatnosti předškolních dětí ve věku od 3 do 5 let (Ortega et al., 2015).

Další standardizovanou testovací baterií pro zhodnocení pohybu dětí je Movement Assessment Battery for Children – Second Edition (MABC-2), která je navržena tak, aby identifikovala a popsala poruchy motorického výkonu u dětí a mládeže od tří do šestnácti let. Testovací baterii tvoří osm testů, které jsou rozřazeny do tří kategorií, hodnotící jemnou motoriku (manuální zručnost), hrubou motoriku (házení a chytání) a rovnováhu (Brown a Lalor, 2009).

Pro testování úrovně vývoje hrubé motoriky u dětí od tří do deseti let byla navržena testovací baterie s názvem Test of Gross Motor Development (TGMD-2), která v sobě

zahrnuje 12 dovednostních testů rozdělených do kategorií lokomoce a hrubé motoriky. U lokomočních dovedností se testuje například běh či skok. K testům hrubé motoriky patří chytání, házení či kopání (Ulrich, 2000).

UNIFITTEST (6–60) je testovací baterie vyvinutá v České republice, která umožňuje monitorování a posouzení úrovně motorické výkonnosti u osob od 6 do 60 let. Zahrnuje v sobě následující testy. Skok do dálky odrazem snožmo, sed leh opakovaně, běh po dobu 12 minut, vytrvalostní člunkový běh, chůze na vzdálenost 2 *km*, člunkový běh 4 x 10 metrů, hluboký předklon v sedu, shyby pro chlapce a výdrž ve shybu pro dívky. U somatického měření zjišťuje tělesnou výšku, tělesnou hmotnost a množství podkožního tuku. Získané výsledky jsou poté porovnávány s normami a standardy pro dané pohlaví a příslušnou věkovou kategorii (Měkota et al., 2002).

2.3.5 Vztah mezi tělesným složením a motorikou – současné poznání

Včasný rozvoj fyzické zdatnosti, a tím i motorické výkonnosti, se snižuje sekulárně spolu se zvyšujícím se množstvím tukové tkáně už od předškolního věku (Pařízková, 2014). Předškolní děti, u nichž je přítomno zmnožení tukové tkáně, jsou v porovnání se svými vrstevníky méně aktivní a více u nich převládá sedavé chování (Pařízková et al., 1986, Janz et al., 2005). Právě sekulární změny životního stylu mají za následek převládající míru sedentarismu, jehož následkem dochází ke zhoršení fyzické zdatnosti i motorických dovedností a souvisí i se zvyšující se mírou adipozity u předškolních dětí (Pařízková et al., 2012, Pařízková, 2014, Sedlak et al., 2015). Snížená úroveň FMS a zhoršující se funkční status jedince (například zhoršující se kardiorespirační zdatnost či aerobní schopnost) vede k nemotornosti a snadnější unavitelnosti dítěte, čímž dochází ke snížení spontánní pohybové aktivity, hraní her a cvičení už u dětí předškolního věku. Čím déle u předškolních dětí převládá sedentarismus, tím je obtížnější, v pozdějším věku zavést přiměřený režim fyzické aktivity, přetrvávající po zbytek života jedince (Pařízková, 2014).

Je velmi dobře známo, že úroveň FMS ovlivňuje tělesné složení. Nadměrný tělesný tuk je u dětí interpretován jako marker tlumící fyzickou aktivitu a motorický výkon, ale zároveň není jednoznačným prediktorem stupně základních motorických dovedností. Nejen zmnožená tuková tkáň, ale i malé množství tukové tkáně může představovat predispozici pro špatný výkon FMS. Překvapivě, některé děti se zmnoženou tukovou tkáni dosahovaly dobrých výsledků v motorických testech, což by ale mohlo být způsobeno

jejich urychleným biologickým zráním (Musálek et al., 2017a), neboť zmnožený tělesný tuk má pozitivní vliv na urychlené biologické zrání organismu (Malina a Bouchard, 1991, Freitas et al., 2014 Werneck et al., 2017), čímž dochází v porovnání s normostenickými vrstevníky k nárůstu tělesné výšky (Marcovecchio a Chiarelli, 2013, Chung, 2017). Ve studii Musálek et al., (2017a) byly za snížené množství tukové tkáně považovány hodnoty pod 15. percentil a zmnožení tukové tkáně nad 85. percentil normy (Musálek et al., 2017a).

Jak již bylo uvedeno výše, nadměrný tělesný tuk negativně ovlivňuje u dětí fyzickou aktivitu a snižuje jejich motorický výkon, avšak existuje pouze málo důkazů o motorickém výkonu předškolních obézních dětí s normální hmotností (Musálek et al., 2017b). Tento jev se nazývá latentní či skrytá obezita a je určován normální či nižší hmotností jedince dle BMI a vysokého procentuálního zastoupení tukové tkáně (Pařízková a Lisá, 2007, Oliveros et al., 2014).

Děti s latentní obezitou mají signifikantně vyšší množství tělesného tuku než děti neobézní s normální hmotností, průměrné hodnoty BMI obou souborů byly stejné. Výkony v základních motorických dovednostech latentně obézních dětí byly v porovnání s výsledky zdravých dětí a dětí s nadváhou a obezitou nejslabší a vykazovaly třikrát častější výskyt těžkých pohybových deficitů (Musálek et al., 2017b). Musálek et al., (2017b) předpokládá, že při vývoji FMS v raném dětství hraje důležitou roli nejen množství tělesného tuku, ale i poměr mezi množstvím tělesného tuku a svalové hmoty (Musálek et al., 2017b).

Jak již bylo uvedeno výše, zmnožený tělesný tuk může mít pozitivní vliv na urychlení biologického zrání organismu (Malina a Bouchard, 1991), a tím může ovlivnit tělesnou výšku jedince, která může být v porovnání s vrstevníky vyšší (Chung, 2017). Vyvstává tedy otázka, zda by děti s latentní formou obezity a děti s nadváhou a obezitou mohly mít v porovnání se svými vrstevníky urychlený biologický, respektive výškový věk. Výškový věk je dle Šmahela (2001) definován jako *„věk, kterému dle platných norem odpovídá aktuální výška vyšetřovaného"*, a tudíž by děti svým urychleným výškovým věkem vůči věku kalendářnímu mohly maskovat své špatné výsledky dosažené v motorických testech. Z tohoto důvodu budou výsledky motorických testů nejprve vztaženy ke kalendářnímu věku a v následujícím testu budou výsledky vztaženy k výškovému věku.

3 Cíl práce a hypotézy

3.1 Cíl práce

C.1 Zjistit závislost mezi tělesným složením a tělesnou výkonností u dětí předškolního věku ve vztahu k jejich kalendářnímu a výškovému věku.

3.2 Hypotézy

H.1 Jednotlivé kategorie dětí se budou od sebe významně lišit ve svém výškovém věku.

H.2 Děti s opožděným výškovým věkem budou dosahovat v testech motorické výkonnosti nejhorších výsledků a děti s urychleným výškovým věkem budou dosahovat nejlepších výsledků (skok do dálky odrazem snožmo, Leger test, sed leh).

H.3 Děti s nízkým množstvím tělesného tuku budou po adjustaci k výškovému věku dosahovat nevýznamně odlišných výsledků v testech motorické výkonnosti od dětí normostenických.

H.4 Latentně obézní děti budou po adjustaci k výškovému věku dosahovat horších výsledků v testech motorické výkonnosti (skok do dálky odrazem snožmo, Leger test, sed leh) ve srovnání s dětmi s nízkým množstvím tělesného tuku i dětmi normostenickými.

H.5 Děti s nadváhou a obezitou budou po adjustaci k výškovému věku dosahovat horších výsledků v testech motorické výkonnosti (skok do dálky odrazem snožmo, Leger test, sed leh) ve srovnání s dětmi s nízkým množstvím tělesného tuku i dětmi normostenickými.

H.6 Děti latentně obézní po adjustaci k výškovému věku budou dosahovat nevýznamně odlišných výsledků v testech motorické výkonnosti (skok do dálky odrazem snožmo, Leger test, sed leh) ve srovnání s dětmi s nadváhou a obezitou.

4 Metodika

4.1. Materiál

Výzkumný soubor, který je v diplomové práci použit, tvoří děti předškolního věku ve věkovém rozmezí 4 až 6 let ze sedmi pražských a jedné mimopražské mateřské školy. Děti byly do antropologického výzkumu zařazeny na základě kladného informovaného souhlasu podepsaného zákonným zástupcem.

Měření v sedmi mateřských školách na území města Prahy probíhalo v MŠ Anny Drabíkové (Praha 4), MŠ Jažlovická (Praha 4), MŠ Na Smetance (Praha 2), MŠ Kolovraty (Praha 10), MŠ Na Vrcholu (Praha 3), MŠ Radotín (Praha 16) a MŠ Klánovice (Praha 21). Školky jsou chronologicky seřazeny podle data prvního uskutečněného měření, které proběhlo od ledna roku 2016 do května roku 2018. Do antropologického výzkumu byla zařazena i jedna mimopražská mateřská škola, a to MŠ Zvoneček v Ústí nad Labem.

Sběr dat probíhal téměř dva a půl roku. Ke sběru dat jsem se připojila na podzim roku 2017 a spolupracovala jsem na sběru dat v MŠ Radotín a MŠ Klánovice. Výzkum probíhal za spolupráce Přírodovědecké fakulty, Fakulty tělesné výchovy a sportu a Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy.

Antropometrické vyšetření předškolních dětí – probandů probíhalo převážně v dopoledních hodinách, ve výjimečných případech v brzkých odpoledních hodinách. Výsledky měření každého dítěte byly zaznamenány na záznamový arch společně se základními anamnestickými údaji, jako je jméno a příjmení, pohlaví, datum narození a datum měření, posléze bylo probandům přiděleno identifikační číslo a následné zpracování dat proběhlo už jen na základě identifikačního čísla jedince. Měření probíhalo ve vyhrazené části třídy, probandi chodili na měření ve dvojici, svlečeni do spodního prádla.

Celkem bylo změřeno 340 dětí, 181 dívek a 159 chlapců. Tabulka číslo jedna znázorňuje počet dívek a chlapců v příslušných věkových kategoriích. Probandi jsou v tabulce rozděleni podle kalendářního věku. Písmeno *n* v tabulce označuje počet změřených probandů.

Tabulka 1 – Počet dětí a jejich rozdělení dle pohlaví a věku.

Kalendářní věk	Dívky	Chlapci
4 – 4,99	47	41
5 – 5,99	70	57
6 – 6,99	64	61
n =	**181**	**159**

4.2 Metody

4.2.1 Antropometrická měření

Měření probandů probíhalo standardizovanou antropometrickou technikou podle Martina a Sallera (1957), Bláha et al.,(1990) díl I, Riegerová et al., (2006).

Celkem bylo měřeno 47 somatických parametrů, mezi něž patřily výškové a délkové rozměry, šířkové rozměry, hlavové rozměry, obvodové rozměry, kožní řasy a tělesná hmotnost. Laterální rozměry byly měřeny vždy na pravé straně těla. Kromě vypsaných somatických rozměrů se hodnotilo, zda proband již prošel první proměnou postavy, tzv. filipínská míra**.** V této práci byly posuzovány jen vybrané tělesné parametry, patří k nim tělesná hmotnost a tělesná výška, 4 obvodové parametry, 7 kožních řas a 4 šířkové parametry. Mezi použité obvodové parametry patří obvod paže relaxované, obvod předloktí v nejširším místě, obvod stehna středního a obvod lýtka v nejširším místě. Tloušťka kožní řasy nad bicepsem, nad tricepsem, v maximálním obvodu předloktí, na hrudníku II, na břiše, na stehně nad čtyřhlavým svalem stehenním a na lýtku. Šířkový rozměr epikondylu kosti pažní, zápěstí, epikondylu kostí stehenní a kotníku.

Proband byl měřen v základní pozici u stěny bez lištového obložení, s patami a špičkami u sebe, ruce volně spuštěny podél těla, stěny se dotýká lopatkami, hýžděmi a patami.

Vzhledem k tomu, že byly měřeny předškolní děti už od čtyř let věku, bylo velmi nutné během měření hlídat, zda dítě stojí v předepsané pozici – zda stojí rovně, nepředklání

hlavu, nestojí na špičkách, nekrčí kolena, neotáčí se za měřidlem, nenahýbá se k měřidlu a podobně.

Při měření dítěte byly přítomny vždy minimálně dvě osoby. Jedna osoba dítě měřila a druhá zapisovala naměřené výsledky a kontrolovala postoj dítěte, snažila se s ním navázat kontakt, či se pokoušela dítě uklidnit, aby nebylo z měření, obzvláště kožních řas, nervózní.

4.2.2 Motorická měření

Motorické testování probandů probíhalo taktéž v dopoledních hodinách. Měření probíhalo ve vyhrazené tělocvičně za příznivého počasí, poté probíhalo na venkovním hřišti, kde byla předem nachystána stanoviště s konkrétními testy. Děti byly na měření dovedeny učitelkami z mateřské školy, které taktéž pomáhaly při umravňování a organizaci dětí.

Před samotným měřením byly děti náhodně roztřízeny do pěti podskupin, a to proto, aby měření probíhalo rychleji. Před konkrétním motorickým testem byla dětem srozumitelně vysvětlena náplň testu a byla jim předvedena názorná ukázka. Mezi testované motorické aktivity patřily sedy lehy, hod tenisovým míčkem levou a pravou rukou, skok daleký odrazem snožmo a vytrvalostní člunkový běh na 20 metrů, tzv. Leger test.

4.3 Charakteristika antropometrických parametrů

Tělesná hmotnost

- hmotnost byla měřena pomocí bioimpedanční váhy InBody 230
- měření je s přesností na 0,5 *kg*

Výškový rozměr

Tělesná výška

- je charakterizována jako vertikální vzdálenost bodu *vertex* od země
- bod *vertex* se nachází na temeni lebky, při nastavení hlavy v horizontální rovině tzv. frankfurtské horizontále, spojující dolní okraj očnice s horním okrajem zevního zvukovodu, leží nejvíce nahoře
- probanda měříme ve spodním prádle orientovaného zády k rovné svislé ploše (stěně), bez přítomnosti lištového obložení

- dítě stojí v co nejvíce vzpřímeném postoji s patami u sebe, dívá se rovně před sebe, hlava je v tzv. frankfurtské horizontále, ruce má volně spuštěny podél těla, stěny se dotýká lopatkami, hýžděmi a patami
- k měření tělesné výšky byl použit antropometr s přesností na 0,1 *cm*

Šířkové rozměry

Šířku jednotlivých šířkových rozměrů měříme u dětí kefalometrem s přesností na 0,1 *cm*.

Šířka epikondylu humeru

- vzdálenost nejkrajnějších bodů mezi *epicondylus lateralis humeri* a *epicondylus medialis humeri*
- paže a předloktí při měření svírají pravý úhel

Šířka zápěstí

- vzdálenost bodů *stylion radiale* a *stylion ulnare*

Šířka epikondylu femuru

- vzdálenost nejkrajnějších bodů mezi *epicondylus lateralis femoris* a *epicondylus medialis femoris*
- stehno a bérec při měření svírají pravý úhel

Šířka kotníku

- největší vzdálenost mezi body na *malleolus mediale* a *malleolus laterale*

Obvodové rozměry

Obvodové rozměry měříme pásovým měřidlem ve vodorovné rovině s přesností na 0,1 *cm*.

Obvod relaxované paže

- měříme na paži volně visící podél těla

- měříme horizontálně v polovině vzdálenosti bodů *akromiale* a hrotem lokte (*olecranon ulnae*)

Obvod předloktí maximální

- měříme horizontálně v nejrozměrnějším (maximálním) místě na předloktí

Střední obvod stehna

- měříme horizontálně v polovině vzdálenosti mezi trochanterem a laterálním epikondylem kosti stehenní
- proband stojí při měření mírně rozkročmo, váha těla je rovnoměrně rozložena mezi obě dolní končetiny

Obvod lýtka maximální

- měříme horizontálně v místě největšího obvodu lýtka (místo největšího vyvinutí *m. gastrocnemius*)
- proband stojí při měření mírně rozkročmo, váha těla je rovnoměrně rozložena mezi obě dolní končetiny

Kožní řasy

Tloušťka kožních řas byla měřena standardně kaliperem typu Best s přesností na 0,1 *mm*. Měření provádíme na pravé straně těla.

Tloušťka řasy nad bicepsem

- kožní řasa nad bicepsem probíhá svisle podél osy paže nad *musculus biceps brachii*
- horní končetina je volně spuštěna podél těla, dlaň je otočená směrem dopředu
- řasu nahmatáme a měříme ve středu kosti pažní

Tloušťka řasy nad tricepsem

- kožní řasa nad tricepsem probíhá svisle podél osy paže nad *musculus triceps brachii*
- horní končetina je volně spuštěna podél těla, dlaň je otočená směrem dopředu
- řasu nahmatáme a měříme ve středu kosti pažní
- tloušťku kožní řasy měříme krom Bestova kaliperu i kaliperem Harpendenovým

Tloušťka řasy v maximálním obvodu předloktí

- kožní řasa na předloktí probíhá svisle
- měříme v místě maximálního obvodu předloktí

Tloušťka řasy na hrudníku II

- kožní řasa se nachází ve výši 10. žebra, probíhá podél průběhu žeber
- řasu palpujeme v průsečíku 10. žebra a přední axilární čáry

Tloušťka řasy na břiše

- kožní řasa probíhá vodorovně
- kožní řasu palpujeme v jedné třetině vzdálenosti bodu *omphalion* od předního horního trnu kosti kyčelní (*spina iliaca anterior superior*), tj. blíže pupku

Tloušťka řasy na stehně (nad čtyřhlavým svalem stehenním)

- řasa probíhá svisle nad *musculus quadriceps femoris*
- dolní končetina je při měření pokrčená, opřená o špičku nohy
- řasu palpujeme a měříme v polovině vzdálenosti mezi body *trochanterion* a *tibiale*

Tloušťka řasy na lýtku (v místě maximálního obvodu)

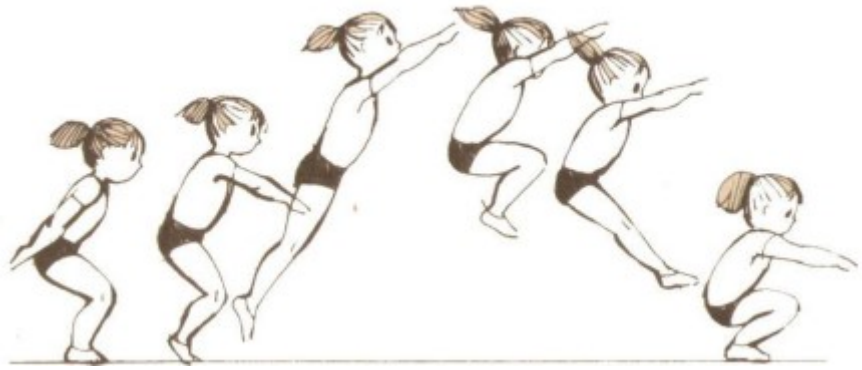
- kožní řasa probíhá svisle
- dolní končetina je při měření ve stejné pozici jako při měření kožní řasy na stehně, tj. pokrčená, opřená o špičku nohy
- měříme mediálně v místě maximálního obvodu lýtka

4.4 Charakteristika vybraných motorických testů

Skok do dálky odrazem snožmo

- skok do dálky odrazem snožmo je test dynamické, výbušně (explozivně) silové schopnosti dolních končetin
- proband stojí mírně rozkročmo v souladu s šířkou svých ramen a špičkami se těsně dotýká odrazové čáry
- proband provede předklon a podřep, horní končetiny zapaží a odrazem snožmo se současným švihem paží vpřed skočí co nejdále

- délka skoku se měří od odrazové čáry k zadnímu místu poslední stopy dopadu (měření se provádí od místa odrazové čáry po patu testovaného)
- provádí se tři pokusy
- délka skoku se měří v centimetrech s přesností na 1 *cm*, k hodnocení se využívá nejlepší skok ze tří pokusů
- k použitým pomůckám patří pásové měřidlo

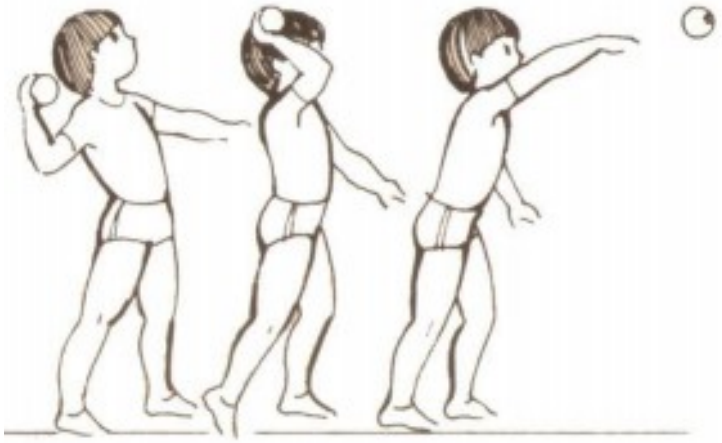


Obrázek 3 – Skok do dálky odrazem snožmo. Převzato a upraveno dle Dvořákové (1989).

Hod tenisovým míčkem levou a pravou rukou

- hod tenisovým míčkem je test dynamické, (výbušně) explozivně silové schopnosti horní poloviny těla
- testuje se hod levou i pravou rukou (už v předškolním věku dochází k preferenci jedné ruky (Scharoun a Bryden, 2014))
- k hodu jsou zapotřebí tenisové míčky (cca 58 gramů)
- při hodu pravou rukou stojí testovaná osoba levou nohou na čáře (má ji předsunutou před pravou nohou) a je natočená levým bokem těla ve směru hodu
- po zaujetí správného postoje hodí proband horním obloukem míček co nejdál, test se provádí celkem třikrát
- po odházení jednou rukou se u probanda testuje hod druhou rukou (proband zaujme i opačný postoj)
- vyšetřovatel dítěti podává míčky přímo do té ruky, kterou má zrovna házet, a tím předchází tomu, že si dítě nepřendá míček do preferované ruky
- dítě provede hod každou rukou třikrát, k hodnocení se využívá nejlepší hod ze tří pokusů pro hod každou rukou
- výsledky byly zaznamenávány s přesností na 0,1 metru

- k pomůckám použitým k měření patřilo pásové měřidlo a tenisové míčky



Obrázek 4 – Hod tenisovým míčkem. Převzato a upraveno dle Dvořákové (1989).

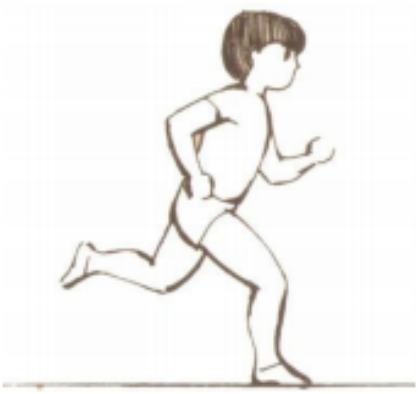
Sedy lehy

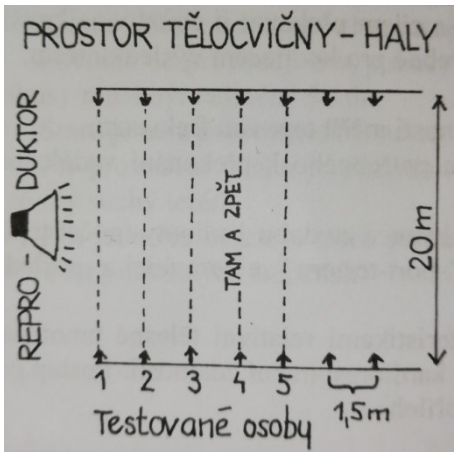
- sed leh je test dynamické, vytrvalostně silové schopnosti břišního svalstva a bedrokyčlostehenních flexorů
- proband na podložce zaujme základní polohu, kterou je leh na zádech, dolní končetiny jsou pokrčeny v kolenou v úhlu 90 stupňů, chodidla jsou od sebe ve vzdálenosti 20 až 30 centimetrů, horní končetiny jsou nataženy podél těla na podložce
- proband je nastaven tak, že se konečky prstů horních končetin dotýká rysky, která je ve vzdálenosti 7,5 centimetrů od nalepených krychliček
- při správně provedeném cviku se pomocí břišního svalstva musí trup testovaného zvednout natolik, aby se proband prsty horní končetiny dotkl pěnových krychliček, jež jsou nalepeny rovnoměrně s okrajem podložky
- na povel si proband vyzkouší správné provedení cviku
- pokud se testovaná osoba při nácviku nedokáže pomocí břišních svalů přitáhnout ke kostičkám, její testování končí s výsledkem 0
- testovaná osoba, která tento cvičný pokus zvládla, pokračuje v testu dále
- na povel examinátora začne proband provádět cvik, kdy se řídí slovními pokyny “nahoru“ a “dolů“
- do záznamového archu se zaznamenává počet správně provedených cviků, s přesností na 1 opakování cviku
- k pomůckám patřila pěnová podložka a pěnové krychle, jichž se dítě mělo dotknout

Obrázek 5 – Sed leh. Převzato a upraveno dle URL 2.

Vytrvalostní člunkový běh na vzdálenost 20 metrů

- vytrvalostní člunkový běh na vzdálenost 20 metrů testuje aerobní vytrvalostní schopnosti organismu
- běžecká dráha je dlouhá 20 metrů
- s probandy vždy běží vodič, což je člověk, podle kterého děti upravují svou rychlost (neměly by ho předbíhat, ani nijak výrazně za ním zaostávat)
- běh je pojatý jako hra na vlnu, kdy se vlna přelévá z jedné části tělocvičny na druhou, vodič vždy při zvukovém tónu zavelí „vlna běží!“, což je spolu s jeho rozběhnutím pokyn pro děti, že mají taky běžet
- průběh testu je následovný: nejdříve zazní zkušební tón, na který se nic neděje, při zaznění druhého tónu zavelí vodič „vlna běží!“ a děti ho následují, probandi běží od „čáry k čáře“ (vzdálenost 20 metrů)
- cílem je, aby proband dokázal co nejdelší dobu udržet tempo, které se s každým zvukovým signálem zrychluje
- pokud proband nezvládne dvakrát po sobě doběhnout na čáru v časovém limitu (před zazněním dalšího tónu), test je u konce
- výsledkem je čas při zaznění posledního zvukového signálu
- čas testu se měří na stopkách s přesností 30 vteřin
- k použitým pomůckám patřilo pásové měřidlo, kužely, stopky a zařízení pro přehrání zvukového záznamu (mobilní telefon, notebook)





Obrázek 6 – Běh (obrázek vlevo). Převzato a upraveno dle Dvořákové (1989). **Obrázek 7** – Schéma člunkového běhu (obrázek vpravo). Převzato a upraveno dle Měkota et al. (2002).

4.5 Výpočty

4.5.1 Výpočet tělesného tuku dle Matiegky

Množství tělesného tuku bylo spočítáno na základě měření 6 kožních řas podle rovnice dle Matiegky pro výpočet hmotnosti tělesného tuku dle následujícího vzorce (Matiegka,1921).

Výpočet tělesného tuku:

$$Tuk = d * S * k_2$$

$$d = \frac{1}{2} * \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6}{6}$$

$$S = 71{,}84 * hmotnost^{0{,}425} * výška^{0{,}725}$$

d_1 = tloušťka kožní řasy nad bicepsem

d_2 = tloušťka kožní řasy v maximálním obvodu předloktí

d_3 = tloušťka kožní řasy na hrudníku II

d_4 = tloušťka kožní řasy na břiše

d_5 = tloušťka kožní řasy na stehně

d_6 = tloušťka kožní řasy na lýtku

S = povrch těla

k_2 = 0,13

Výsledek zastoupení tělesného tuku podle rovnice vyšel v kilogramech, následně byl pomocí trojčlenky přepočten na procenta tělesné hmotnosti.

Přepočet tělesného tuku na procenta:

$$\%\ tělesného\ tuku = \frac{100}{tělesná\ hmotnost * tuk\ v\ kilogramech}$$

4.5.2 Výpočet svalové hmoty dle Matiegky

Množství tělesného svalstva bylo spočítáno na základě měření 4 obvodových parametrů a 5 kožních řas podle rovnice dle Matiegky pro výpočet hmotnosti tělesného svalstva dle následujícího vzorce (Matiegka,1921).

$$Svalstvo = r^2 * L * k_3$$

$$r = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{4}$$

r_1 = obvod paže

r_2 = obvod předloktí

r_3 = obvod stehna středního

r_4 = obvod lýtka maximálního

L = tělesná výška

k_3 = 6,5

Hodnoty obvodových parametrů byly upraveny odečtením tloušťky kožní řasy na příslušném místě.

Výsledek zastoupení tělesného svalstva podle rovnice vyšel v gramech, jež byl převeden na kilogramy, a následně bylo svalstvo pomocí trojčlenky přepočteno na procenta tělesné hmotnosti.

Přepočet tělesného svalstva na procenta:

$$\%\ tělesného\ svalstva = \frac{100}{tělesná\ hmotnost * svalstvo\ v\ kilogramech}$$

4.5.3 Výpočet hmotnosti kostry dle Matiegky

Hmotnost kostry byla spočítána na základě měření 4 šířkových parametrů podle rovnice dle Matiegky pro výpočet hmotnosti kostry dle následujícího vzorce (Matiegka,1921).

$$Kostra = o^2 * L * k_1$$

$$o = \frac{o_1 + o_2 + o_3 + o_4}{4}$$

o_1 = šířka epikondylu humeru

o_2 = šířka zápěstí

o_3 = šířka epikondylu femuru

o_4 = šířka kotníku

L = tělesná výška

k_1 = 1,2

Hmotnost kostry podle rovnice vyšla v kilogramech, následně byla hmotnost kostry pomocí trojčlenky přepočtena na procenta tělesné hmotnosti.

Přepočet hmotnosti kostry na procenta:

$$\%\ kostry = \frac{100}{tělesná\ hmotnost * kostra\ v\ kilogramech}$$

4.5.4 Výpočet BMI

BMI, neboli česky index tělesné hmotnosti, je číselný údaj, podle kterého se interpretuje tělesná hmotnost vztažená k výšce jako podváha, normální váha, nadváha a obezita. Výslednou hodnotu BMI je nutné interpretovat v závislosti na věku a pohlaví, neboť výsledné hodnoty BMI se liší u dětí a dospělých. Hodnota BMI se používá jako statistický identifikátor, který v sobě ovšem nezahrnuje hodnocení tělesného složení. Výsledná hodnota má jednotku kg/m^2.

Výpočet hodnoty BMI:

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

4.6 Charakteristika souboru

Na podkladě výše uvedených výpočtů (množství tělesného tuku dle Matiegky, následně BMI) byli probandi nejdříve roztřízení podle pohlaví a věku jedince, dále na osoby s nízkým množstvím tělesného tuku, s normálním množstvím tělesného tuku a s vyšším množstvím tělesného tuku. Při třízení byli použity percentilové kategorie dle Bláha et al., 1990, díl II.

Jako osoby s nízkým množstvím tělesného tuku byli považováni jedinci s % zastoupením tělesného tuku pod 10. percentil pro dané pohlaví a věkovou kategorii, jako osoby s normálním zastoupením tukové tkáně byli hodnoceni probandi s % zastoupením tukové tkáně mezi 10. až 90. percentilem pro dané pohlaví a věkovou kategorii. Jako osoby s vyšším zastoupením tělesného tuku byli považování probandi s % zastoupením tukové tkáně nad 90. percentil pro dané pohlaví a věkovou kategorii.

Zjištěné hodnoty BMI u předškolních dětí byly posouzeny podle V. celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže z roku 1991 (Lhotská et al., 1993). Jako osoby s podváhou byli považováni jedinci s hodnotou BMI pod 10. percentil pro dané pohlaví a věkovou kategorii, jako osoby s normální hodnotou BMI byli hodnoceni probandi jejichž BMI bylo v rozsahu 10. až 90. percentilu pro dané pohlaví a věkovou kategorii. Jako osoby s nadváhou a obezitou byli hodnoceni probandi nad 90., respektive 97. percentil pro dané pohlaví a věkovou kategorii. Nejvíce nás zajímali probandi, kteří byli na základě hodnoty svého BMI klasifikování jako osoby s nadváhou, či obezitou, poněvadž hodnoty BMI spolu s hodnotou tělesného tuku jsou klíčové pro identifikaci probandů jako latentně obézních.

Na základě roztřízení předškolních dětí podle množství tělesného tuku dle Matiegky a podle hodnoty BMI byly vytvořeny 4 skupiny dětí:

- děti s množstvím tělesného tuku pod 10. percentil normy byly označeny za děti s nízkým množstvím tuku (POD)

- děti s množstvím tělesného tuku mezi 10. a 90. percentilem normy byly označeny jako děti normostenické (NORM)
- děti s množstvím tělesného tuku nad 90. percentil normy a hodnotou BMI pod 90. percentil normy byly označeny jako děti latentně obézní (LAT)
- děti s množstvím tělesného tuku nad 90. percentil normy a hodnotou BMI taktéž nad 90. percentil normy byly označeny jako děti s nadváhou (NAD)

Jelikož je známo, že děti s vyšším množstvím tělesného tuku mohou mít urychlené biologické zrání, a tím i akcelerovaný výškový věk oproti dětem s normálním množstvím tělesného tuku (viz výše), tak byl u probandů určen jejich výškový věk.

Výškový věk byl u probandů zjišťován v programu RůstCZ. Výškový věk je věk, kdy výška probanda v růstovém grafu odpovídá hodnotě jejího 50. percentilu. To znamená, že probandi nadprůměrně vysocí budou mít vyšší výškový věk, než je ten kalendářní, oproti tomu probandi podprůměrně vysocí budou mít výškový věk nižší, než je jejich kalendářní věk.

4.7 Statistické zpracování

Základní operace proběhly v programu Microsoft Office Excel 2007, ve kterém byla data zapsána a roztřízena. Zároveň zde proběhly veškeré výpočty dle rovnic dle Matiegky, výpočet hodnoty BMI. Dále zde byly vypočteny veškeré průměrné hodnoty, směrodatné odchylky, z-body a následně i t-body (viz dále). Byl zde proveden studentův t-test.

Výškový věk probandů byl určován programem RůstCZ ve verzi 2.3, což je program pro hodnocení růstu dítěte, který umožňuje sledovat růst a vývoj dítěte od narození do dospělosti, tj. do 18 let pomocí růstových grafů. Program RůstCZ pomáhá hodnotit individuální růst a vývoj dítěte v porovnání s referenčními údaji pro české děti a dorost. Do programu RůstCZ bylo vždy zadáno identifikační číslo probanda, pohlaví, datum narození, datum měření a naměřená hodnota tělesné výšky v centimetrech.

Statistické zpracování proběhlo ve statistickém programu NCSS 12, kde došlo k vyhodnocení dat. Jelikož data nevypadají na základě grafu normální pravděpodobnosti rozložení dat jako normálně rozdělená, byla pro vyhodnocení použita neparametrická analýza rozptylu – ANOVA (z anglického analysis of variance).

Analýza dat adjustovaných k výškovému věku proběhla ve speciálně upraveném dokumentu v excelu na základě testu MBD (z anglického Magnitude-Based Decisions, rozhodnutí na základě velikosti), který nehodnotí statistickou, nýbrž biologickou či věcnou významnost.

4.7.1 Analýza rozptylu

Analýza rozptylu (dále jen „ANOVA“) podobně jako studentův t-test (t-test testuje rovnost středních hodnot (mediánů) ve dvou skupinách), testuje rovnost středních hodnot (mediánů). ANOVA slouží pro test u dvou a více skupin. U analýzy rozptylu se formuluje nulová hypotéza, a k tomu se formuluje alternativní hypotéza. **H0:** všechny skupiny mají stejný medián. **H1:** alespoň dva mediány se od sebe liší. Nezávislé vstupní proměnné se označují jako faktory. Pokud máme jeden faktor (například % tělesného tuku) označujeme analýzu rozptylu jako jednofaktorovou (z anglického one way ANOVA). Pro použití klasické analýzy rozptylu musí být splněny tři podmínky. Faktory musí mít normální rozdělení, shodný rozptyl a musí být předpokládána nezávislost jednotlivých pozorování. Pokud je porušena podmínka normálního rozdělení nebo shodnosti rozptylu, musíme k analýze použít neparametrickou variantu analýzy rozptylu. Pro analýzu neparametrických dat můžeme použít jednofaktorovou Kruskal-Wallisovu analýzu rozptylu (URL3).

4.7.2 Kruskal-Wallisův z-test mnohonásobného porovnání (Dunnův test)

Jakmile počáteční ANOVA prokáže významný rozdíl ve třech anebo více skupinách, Dunnův test určí, které skupiny se od sebe signifikantně liší. Jsou položeny dvě hypotézy, nulová a k ní formulovaná alternativní hypotéza. **H0:** mezi skupinami neexistuje rozdíl. **H1:** mezi skupinami existuje rozdíl (URL 4).

4.7.3 Studentův t-test

Studentův t-test je nejpoužívanějším parametrickým statistickým testem, který testuje rozdílnost 2 středních hodnot. K analýze byl použit oboustranný párový t-test, který porovnává střední hodnoty dvou měření u téže skupiny. Testuje se hypotéza, že se hodnoty před a po pokusu rovnají (URL5). K vyhodnocení slouží kvantily, jejichž hodnoty jsou volně přístupny v tabulkách (URL6). Pro potřeby diplomové práce se testuje, zda se kalendářní věk probandů v jednotlivých skupinách liší od věku výškového.

4.7.4 Magnitude-Based Decision

Magnitude-Based Decision (dále jen „MBD“) je přístup k rozhodování o biologické/věcné významnosti na základě intervalů spolehlivosti. Interval spolehlivosti neboli konfidenční interval bývá interval, ve kterém se pravdivá (skutečná) hodnota nachází s danou pravděpodobností. Pro stanovení konfidenčního intervalu je důležité si stanovit konfidenční hladinu (v našich testech byla nastavena na 90 %). Konfidenční interval samotný neřeší biologický význam výsledku, ale je nutné se podívat i na stupnici významnosti. MBD používá tříúrovňovou stupnici významnosti: podstatně kladné, nepodstatné, podstatně záporné (Batterham a Hopkins, 2006). Vyhodnocuje se vliv sledovaného efektu (velikost účinku), z angličtiny tzv. effect size (Soukup, 2013).

5 Výsledky

Nejdříve byla provedena základní deskriptivní analýza základních somatických parametrů jako je věk, výškový věk, tělesná výška, tělesná hmotnost, množství tělesného tuku dle Matiegky a BMI.

Na základě množství tělesného tuku dle Matiegky a hodnoty BMI byli probandi roztřízeni (kritéria třídění viz výše) do čtyř kategorií. Průměrné hodnoty věku, výškového věku, tělesné výšky, tělesné hmotnosti, množství tuku a BMI jsou znázorněny v tabulkách číslo 2 až 5. Mezi jednotlivými skupinami došlo ke statistickému porovnání množství tělesného tuku, svalstva a kostry dle Matiegky. Dále bylo potřeba zanalyzovat motorickou výkonnost mezi skupinami. Aby bylo možné porovnávat a vyhodnocovat výsledky získané v jednotlivých motorických testech mezi skupinami a pohlavím, bylo nutné výsledky převést na normované t-body. T-body jsou normované body sloužící k porovnání výsledků mezi jednotlivými skupinami.

Dále byl proveden studentův t-test, který vedl ke zjištění, zda se v jednotlivých skupinách od sebe signifikantně liší dosažený průměrný kalendářní věk od průměrného věku výškového.

Následně byla provedena druhá analýza tělesného složení a výsledků motorických testů výzkumného souboru přístupem MBD, vztažená pouze k výškovému věku probandů, třídění skupin dle tělesného složení zde nebylo uvažováno.

Závěrem byla provedena třetí analýza tělesného složení a výsledků motorických testů výzkumného souboru přístupem MBD, vztažená k výškovému věku probandů, třídění skupin dle tělesného složení zde zůstalo zachováno.

Tabulka 2 – Znázornění průměrného věku, výškového věku, hmotnosti, tuku a BMI u dětí identifikovaných jako děti s nízkým množstvím tuku (číslo za znaménkem ± je hodnota směrodatné odchylky).

Kategorie	***n*=**	**Věk**	**Výš. věk**	**Výška**	**Hmotnost**	**Tuk**	**BMI**
Pod. dívky	15	5,5±0,7	5,0±0,6	111,5±4,9	17,8±2,2	11,1±1,6	14,3±0,8
Pod. chlapci	20	5,6±0,7	5,4±1,0	115,0±6,3	19,4±3,0	9,0±1,9	14,6±1,1
Obě pohlaví	**35**	**5,6±0,7**	**5,3±0,9**	**113,5±6,0**	**18,7±2,8**	**9,9±2,1**	**14,5±1,0**

Pozn.: n= značí počet dětí v souboru, tělesná výška (*cm*), tělesná hmotnost (*kg*), tuk (*%*) a BMI (kg/m^2).

Tabulka 3 – Znázornění průměrného věku, výškového věku, hmotnosti, tuku a BMI u dětí identifikovaných jako děti normostenické (číslo za znaménkem ± je hodnota směrodatné odchylky).

Kategorie	*n*=	Věk	Výš. věk	Výška	Hmotnost	Tuk	BMI
Norm. dívky	142	5,6±0,8	5,3±1,0	113,4±6,9	19,6±2,8	18,9±3,3	15,2±1,1
Norm. chlapci	117	5,6±0,8	5,4±1,0	114,7±6,7	20,2±2,5	15,8±3,0	15,30±1,0
Obě pohlaví	**259**	**5,6±0,8**	**5,4±1,0**	**113,7±6,8**	**19,9±2,7**	**17,5±3,5**	**15,17±1,4**

Pozn.: n= značí počet dětí v souboru, tělesná výška (*cm*), tělesná hmotnost (*kg*), tuk (*%*) a BMI (kg/m^2).

Tabulka 4 – Znázornění průměrného věku, výškového věku, hmotnosti, tuku a BMI u dětí identifikovaných jako děti latentně obézní (číslo za znaménkem ± je hodnota směrodatné odchylky).

Kategorie	*n*=	Věk	Výš. věk	Výška	Hmotnost	Tuk	BMI
Lat. dívky	12	5,7±0,7	5,8±0,5	116,8±3,1	22,3±2,0	30,4±3,7	16,3±0,8
Lat. chlapci	14	5,8±0,8	6,1±1,3	119,4±8,2	22,9±3,7	25,6±2,1	16,0±1,1
Obě pohlaví	**26**	**5,8±0,7**	**6,0±1,0**	**118,2±6,5**	**22,6±3,0**	**27,8±3,8**	**16,1±1,0**

Pozn.: n= značí počet dětí v souboru, tělesná výška (*cm*), tělesná hmotnost (*kg*), tuk (*%*) a BMI (kg/m^2).

Tabulka 5 – Znázornění průměrného věku, výškového věku, hmotnosti, tuku a BMI u dětí identifikovaných jako děti s nadváhou a obezitou (číslo za znaménkem ± je hodnota směrodatné odchylky).

Kategorie	*n*=	Věk	Výš. věk	Výška	Hmotnost	Tuk	BMI
Nad. dívky	12	5,8±0,8	5,8±1,3	116,6±8,2	26,9±5,9	35,5±3,6	19,5±1,9
Nad. chlapci	8	5,9±0,8	6,7±0,7	122,9±4,3	30,6±4,8	30,0±1,7	20,2±2,0
Obě pohlaví	**20**	**5,8±0,7**	**6,2±1,1**	**119,1±7,6**	**28,4±5,8**	**33,3±4,0**	**19,8±1,9**

Pozn.: n= značí počet dětí v souboru, tělesná výška (*cm*), tělesná hmotnost (*kg*), tuk (*%*) a BMI (kg/m^2).

5.1 Analýza rozptylu u tělesného složení a motorických testů

Nejprve mezi jednotlivými skupinami probandů došlo ke statistickému porovnání množství jednotlivých tělesných komponent pomocí jednofaktorové neparametrické Kruskal-Wallisovi analýzy rozptylu a Kruskal-Wallisova z-testu mnohonásobného porovnání (Dunnův test).

Následovalo statistické porovnání výsledků jednotlivých skupin v motorických testech. Výsledky jednotlivých motorických testů, tj. výkon každého jednotlivce, byl převeden pomocí směrodatné odchylky a z-bodů (z-body jsou normovaný způsob převedení výsledků do stupnice, rozsah stupnice je zpravidla -3 až +3, průměr je 0) na standardizované t-body (jejichž stupnice se vždy pohybuje v kladných číslech,

kde dosahuje hodnot od 0 do 100, průměrná hodnota je 50), aby bylo možné dosažené výsledky porovnávat mezi jednotlivými skupinami. T-body se určovaly na základě věku a pohlaví jedinců.

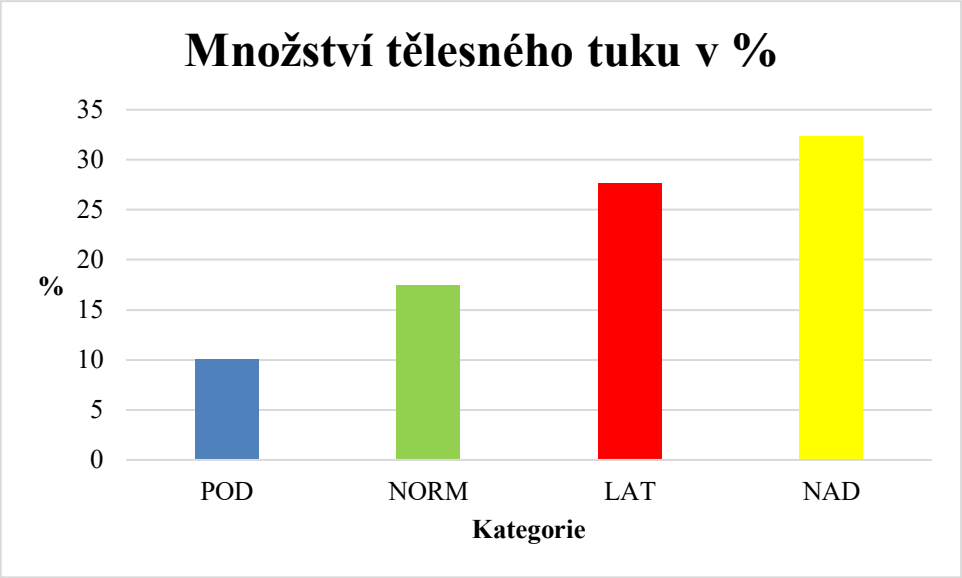
Nejprve byl použit test normality dat, který určil, zda mají data normální rozložení, což je jednou z podmínek použití analytických parametrických testů. Pokud data nemají normální rozložení, přistupuje se k analytickým neparametrickým testům. Pro všechny motorické testy byla použita neparametrická jednofaktorová Kruskal-Wallisova analýza rozptylu a Kruskal-Wallisův z-test mnohonásobného porovnání (Dunnův test).

5.1.1 Množství tělesného tuku

Testy předpokládaného rozložení množství tělesného tuku zamítly normální rozložení dat, kvůli čemuž byla k analýze použita jednofaktorová Kruskal-Wallisova ANOVA. Byla položena nulová a alternativní hypotéza.

- **H0:** Mediány všech skupin jsou stejné.
- **H1:** Mediány alespoň dvou skupin jsou navzájem odlišné.

Byla zvolena standardní hladina významnosti $\alpha=0,05$ a p-hodnota byla spočítána s hodnotou menší než 10^{-3}. Hypotéza H0 byla na základě testu, kdy je p-hodnota menší než α, zamítnuta, protože se mediány alespoň dvou skupin odlišují. Medián hodnoty množství tělesného tuku je u skupiny probandů s nízkým množstvím tuku (děti pod 10. percentil normy dle Bláha et al.,1990, díl II viz výše) probandů 10,1 %. U skupiny probandů s normálním množstvím tuku (tuk mezi 10. až 90. percentilem normy), tedy u skupiny normostenické, je medián hodnoty tuku 17,4 %. U skupiny latentně obézních probandů (tělesný tuk nad 90. percentil normy a hodnota BMI pod 90. percentil normy) je medián hodnoty tuku 27,7 %. U skupiny dětí s nadváhou a obezitou (probandi s množstvím tuku i hodnotou BMI nad 90. percentil) tvoří medián hodnoty tělesného tuku 32,3 %. Graf č. 1 znázorňuje hodnotu mediánu množství tělesného tuku u jednotlivých skupin.



Graf 1 – Rozdíl v hodnotě mediánu množství tělesného tuku u jednotlivých skupin.

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad,*** je skupina s nadváhou a obezitou. Signifikantní rozdíl v množství tělesného tuku se nepodařil prokázat pouze mezi skupinou ***lat*** a ***nad***.

Abychom zjistili, které skupiny se od sebe odlišují, byl použit tzv. Dunnův test. Ten v sobě zahrnuje korekční Bonferroniho test, který říká, že hodnoty mediánů jsou signifikantně odlišné, pokud je z-hodnota vyšší než 2,6383. Velikost z-hodnoty určil statistický program NCSS 12. Na základě Dunnova testu vidíme, že se od sebe signifikantně liší skupina s nízkým množstvím tuku a skupina normostenická, latentně obézní i skupina s nadváhou a obezitou. Skupina normostenických dětí se liší od skupiny dětí s nízkým množstvím tuku, latentně obézní i skupinou s nadváhou a obezitou. Skupina latentně obézních se signifikantně liší od skupiny s nízkým množstvím tuku a normostenické. Skupina s nadváhou a obezitou se signifikantně liší od skupiny astenické a normostenické. Signifikantně významný rozdíl v množství tělesného tuku se nepodařilo prokázat mezi skupinu probandů s latentní obezitou a skupinou probandů s nadváhou. Následující tabulka zobrazuje z-hodnoty jednotlivých skupin. Signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou.

Tabulka 6 – Odlišnost skupin na základě Dunnova testu.

Skupiny	POD	NORM	LAT	NAD
POD	0,0000	**7,9228**	**11,0894**	**10,9814**
NORM	**7,9228**	0,0000	**7,0206**	**7,1154**
LAT	**11,0894**	**7,0206**	0,0000	0,6961
NAD	**10,9814**	**7,1154**	0,6961	0,0000

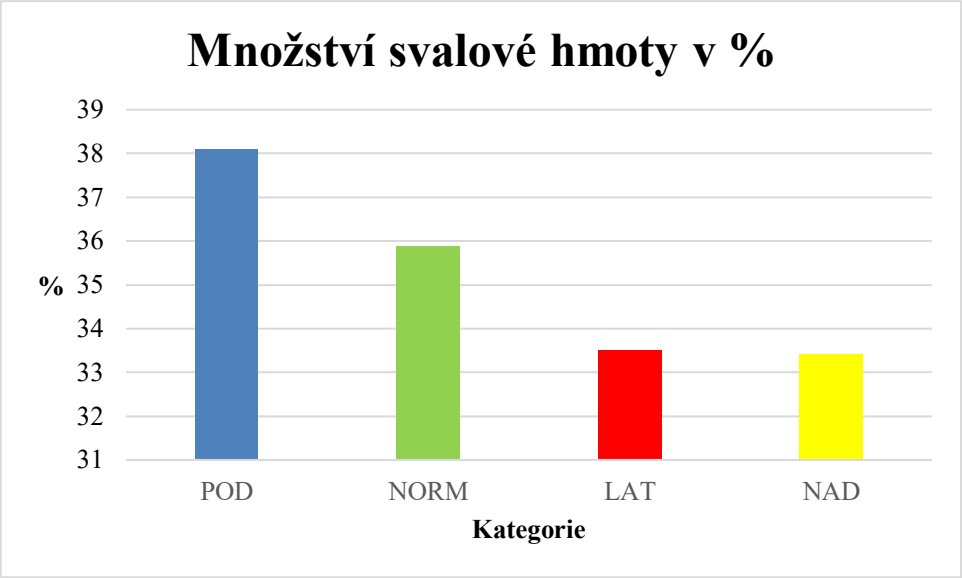
Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

5.1.2 Množství tělesného svalstva

Testy předpokládaného rozložení množství tělesného svalstva zamítly normální rozložení dat, kvůli čemuž byla k analýze použita jednofaktorová Kruskal-Wallisova ANOVA. Byla položena nulová a alternativní hypotéza.

- **H0:** Mediány všech skupin jsou stejné.
- **H1:** Mediány alespoň dvou skupin jsou navzájem odlišné.

Byla zvolena standardní hladina významnosti α=0,05 a p-hodnota byla spočítána s hodnotou menší než 10^{-3}. Hypotéza H0 byla na základě testu, kdy je p-hodnota menší než α, zamítnuta, protože se mediány alespoň dvou skupin odlišují. Medián hodnoty množství tělesného svalstva je u skupiny probandů s nízkým množstvím tuku 38,1 %. U skupiny probandů označených jako normosteničtí je medián hodnoty množství svalstva 35,9 %. U skupiny latentně obézních probandů je medián hodnoty svalstva 33,5 %. U skupiny dětí s nadváhou a obezitou tvoří medián hodnoty tělesného svalstva 33,4 %. Graf č. 2 znázorňuje hodnotu mediánu množství svalové hmoty u jednotlivých skupin.



Graf 2 – Rozdíl v hodnotě mediánu množství tělesného svalstva u jednotlivých skupin.

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou. Signifikantní rozdíl v množství svalové hmoty se nepodařil prokázat pouze mezi skupinou ***lat*** a ***nad***.

Ke zjištění, které skupiny se mezi sebou signifikantně liší, byl použit Dunnův test. Korekční Bonferroniho test říká, že hodnoty mediánů jsou signifikantně odlišné, pokud je z-hodnota vyšší než 2,6383. Velikost z-hodnoty určil statistický program NCSS 12. Na základě Dunnova testu vidíme, že se od sebe signifikantně liší skupina s nízkým množstvím tuku se skupinou normostenických, latentně obézních i skupinou s nadváhou a obezitou. Skupina normostenických se liší od skupiny s nízkým množstvím tuku, latentně obézní i se skupinou s nadváhou a obezitou. Skupina latentně obézních se signifikantně liší od skupiny s nízkým množstvím tuku a normostenické. Skupina s nadváhou a obezitou se signifikantně liší od skupiny s nízkým množstvím tuku a normostenické. Signifikantně významný rozdíl v množství tělesného svalstva se nepodařilo prokázat mezi skupinu probandů s latentní obezitou a skupinou probandů s nadváhou a obezitou. Následující tabulka zobrazuje z-hodnoty jednotlivých skupin. Signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou.

Tabulka 7 – Odlišnost skupin na základě Dunnova testu.

Skupiny	POD	NORM	LAT	NAD
POD	0,0000	**4,8325**	**6,9232**	**6,4029**
NORM	**4,8325**	0,0000	**4,4826**	**3,9835**
LAT	**6,9232**	**4,4826**	0,0000	0,0078
NAD	**6,4029**	**3,9835**	0,0078	0,0000

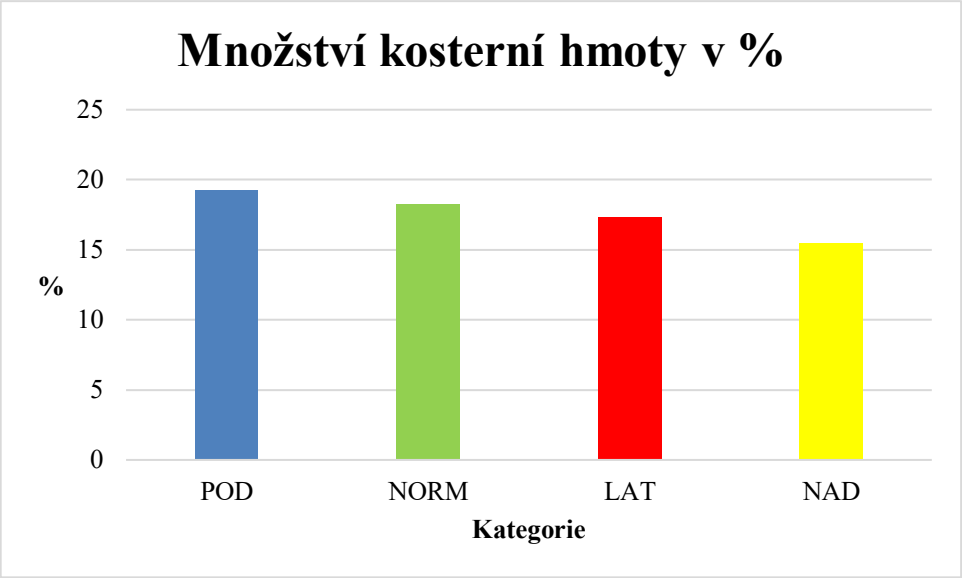
Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

5.1.3 Množství kosterní hmoty

Testy předpokládaného rozložení množství kosterní hmoty nezamítly normální rozložení dat, ale aby byl způsob analýzy všech testů jednotný, byla k analýze použita jednofaktorová Kruskal-Wallisova ANOVA. Byla položena nulová a alternativní hypotéza.

- **H0:** Mediány všech skupin jsou stejné.
- **H1:** Mediány alespoň dvou skupin jsou navzájem odlišné.

Byla zvolena standardní hladina významnosti α=0,05 a p-hodnota byla spočítána s hodnotou menší než 10^{-3}. Hypotéza H0 byla na základě testu, kdy je p-hodnota menší než α, zamítnuta, protože se střední mediány alespoň dvou skupin odlišují. Medián hodnoty množství kosterní hmoty je u skupiny probandů s nízkým množstvím tuku 19,3 %. U skupiny probandů označených jako normosteničtí je medián hodnoty množství kosterní hmoty 18,3 %. U skupiny latentně obézních probandů je medián hodnoty kosterní hmoty 17,3 %. U skupiny dětí s nadváhou a obezitou tvoří medián hodnoty kosterní hmoty 15,5 %. Graf č. 3 znázorňuje hodnotu mediánu množství kosterní hmoty u jednotlivých skupin.



Graf 3 – Rozdíl v hodnotě mediánu množství kosterní hmoty u jednotlivých skupin.

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou. Signifikantní rozdíl v množství kosterní hmoty se nepodařil prokázat pouze mezi skupinou ***norm*** a ***lat***.

Korekční Bonferroniho test, jenž je součástí Dunnova testu test říká, že hodnoty mediánů jsou signifikantně odlišné, pokud je z-hodnota vyšší než 2,6383. Velikost z-hodnoty určil statistický program NCSS 12. Na základě Dunnova testu vidíme, že se od sebe signifikantně liší skupina s nízkým množstvím tuku se skupinou normostenických, latentně obézních i skupinou s nadváhou a obezitou. Skupina normostenických se liší od skupiny s nízkým množstvím tuku a skupinou s nadváhou a obezitou. Skupina latentně obézních se signifikantně liší od skupiny s nízkým množstvím tuku a skupinou s nadváhou a obezitou. Skupina s nadváhou a obezitou se signifikantně liší od skupiny s nízkým množstvím tuku, normostenické a latentně obézních. Signifikantně významný rozdíl v množství kosterní hmoty se nepodařilo prokázat mezi skupinou probandů normostenických a probandů s latentní obezitou. Následující tabulka zobrazuje z-hodnoty jednotlivých skupin. Signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou.

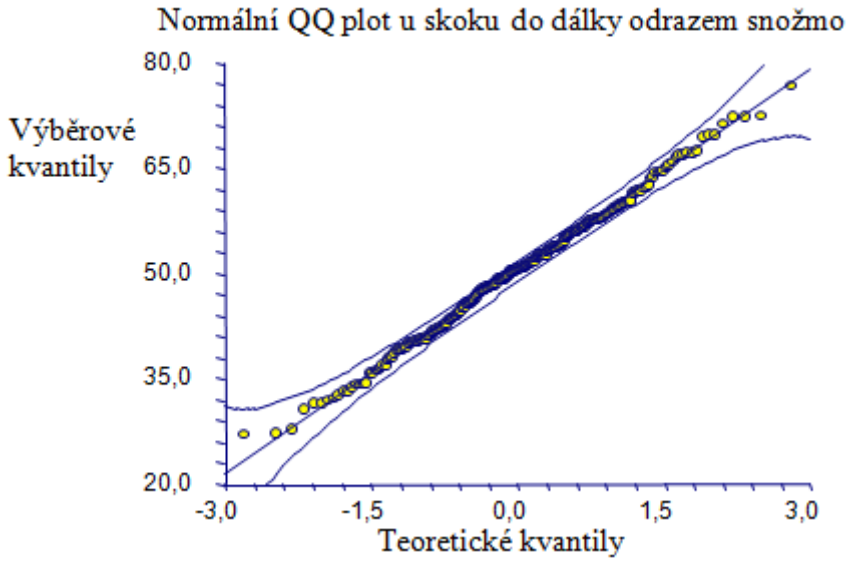
Tabulka 8 – Odlišnost skupin na základě Dunnova testu.

Skupiny	POD	NORM	LAT	NAD
POD	0,0000	**3,9588**	**4,3946**	**7,6291**
NORM	**3,9588**	0,0000	2,0652	**6,1425**
LAT	**4,3946**	2,0652	0,0000	**3,3645**
NAD	**7,6291**	**6,1425**	**3,3645**	0,0000

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

5.1.4 Skok do dálky odrazem snožmo

U testu skok do dálky odrazem snožmo nebyla normalita dat zamítnuta, ale aby byly všechny testy analyzované stejnou statistickou metodou, byla použita jednofaktorová Kruskal-Walissova ANOVA. Normální QQ plot zobrazuje obrázek č. 8.



Obrázek 8 – Rozložení dat u skoku do dálky odrazem snožmo.

Byla položena nulová a alternativní hypotéza.

- **H0:** Mediány všech skupin jsou stejné.
- **H1:** Mediány alespoň dvou skupin jsou navzájem odlišné.

Byla zvolena standardní hladina významnosti α=0,05 a p-hodnota byla spočítána s hodnotou 0,013. Hypotéza H0 byla na základě testu, kdy je p-hodnota menší než α, zamítnuta, protože se mediány hodnot alespoň dvou skupin odlišují. Medián hodnoty t-bodu u testu skok do dálky odrazem snožmo je u skupiny probandů s nízkým množstvím tuku 54,6. U skupiny probandů označených jako normosteničtí je medián hodnoty t-bodu

50,8. U skupiny latentně obézních probandů je medián hodnoty t-bodu 47,8. U skupiny dětí s nadváhou a obezitou tvoří medián hodnoty t-bodu 46,8.

Jedinci s nízkým množstvím tuku na základě vyhodnocení mediánu t-bodů doskočili ze všech skupin nejdále, následovala je skupina normostenických jedinců, jako třetí nejlepší byla skupina latentně obézních probandů a nejhorších výsledků v testu dosáhla skupina dětí s nadváhou a obezitou. Po provedení Dunnova testu se prokázalo, že svými výkony se od sebe signifikantně odlišuje skupina jedinců s nízkým množstvím tuku od skupiny probandů s nadváhou a obezitou. Dále se od sebe odlišuje skupina probandů s nadváhou a obezitou od skupiny normostenické. Následující tabulka zobrazuje z-hodnoty jednotlivých skupin. Signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou. Skupiny jsou od sebe signifikantně odlišné, jestliže je z-hodnota Bonferroniho testu větší než 2,6383. Velikost z-hodnoty určil statistický program NCSS 12.

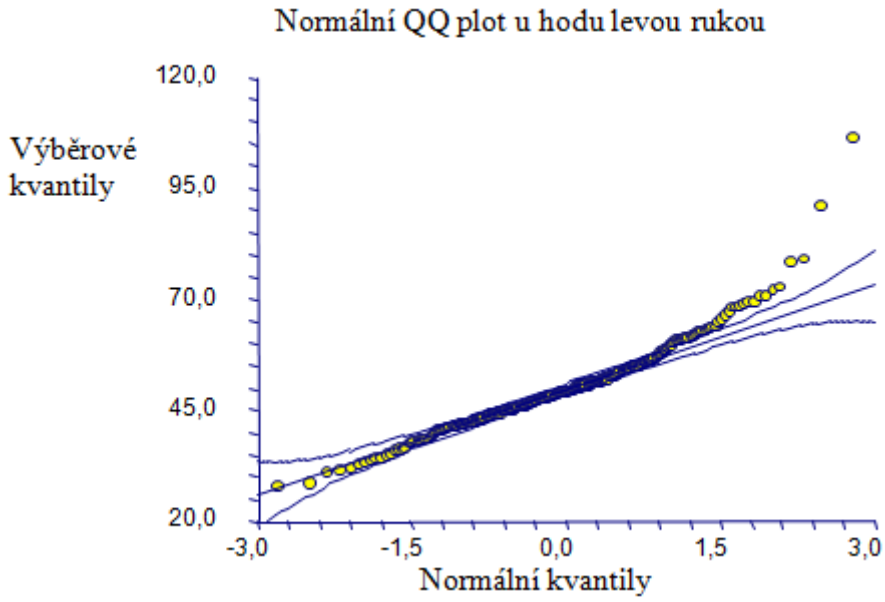
Tabulka 9 – Odlišnost skupin na základě Dunnova testu.

Skupiny	POD	NORM	LAT	NAD
POD	0,0000	1,2840	1,7852	**3,0663**
NORM	1,2840	0,0000	1,1227	**2,7071**
LAT	1,7852	1,1227	0,0000	1,3358
NAD	**3,0663**	**2,7071**	1,3358	0,0000

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

5.1.5 Hod tenisovým míčkem levou rukou

U testu skok hod tenisovým míčkem levou rukou byla normalita dat zamítnuta, pro analýzu dat byla použita jednofaktorová Kruskal-Walissova ANOVA. Normální QQ plot zobrazuje obrázek č. 9.



Obrázek 9 – Rozložení dat u hodu tenisovým míčkem levou rukou.

Byla položena nulová a alternativní hypotéza.

- **H0:** Mediány všech skupin jsou stejné.
- **H1:** Mediány alespoň dvou skupin jsou navzájem odlišné.

Byla zvolena standardní hladina významnosti α=0,05 a p-hodnota byla spočítána s hodnotou 0,380. Jelikož je p-hodnota větší než α, nelze nulovou hypotézu zamítnout, jelikož se na základě standardní hladiny významnosti α se signifikantně neodlišují mediány hodnot žádné ze skupin. Medián hodnoty t-bodu u testu hod tenisovým míčkem levou rukou je u skupiny probandů s nízkým množstvím tuku 46,1. U skupiny probandů označených jako normosteničtí je medián hodnoty t-bodu 49,3. U skupiny latentně obézních probandů je medián hodnoty t-bodu 50,0. U skupiny dětí s nadváhou a obezitou tvoří medián hodnoty t-bodu 50,4.

Jedinci s nadváhou a obezitou dohodili na základě vyhodnocení mediánu t-bodů ze všech skupin nejdále, následovala je skupina latentně obézních jedinců, jako třetí byla skupina normostenických probandů a nejhorších výsledků v testu dosáhla skupina dětí s nízkým množstvím tuku. Pro úplnost jsou uvedeny i výsledky Dunnova testu. Následující tabulka zobrazuje z-hodnoty jednotlivých skupin. Skupiny by od sebe byly signifikantně odlišné, jestliže by z-hodnota Bonferroniho testu byla větší než 2,6383. Velikost z-hodnoty určil statistický program NCSS 12.

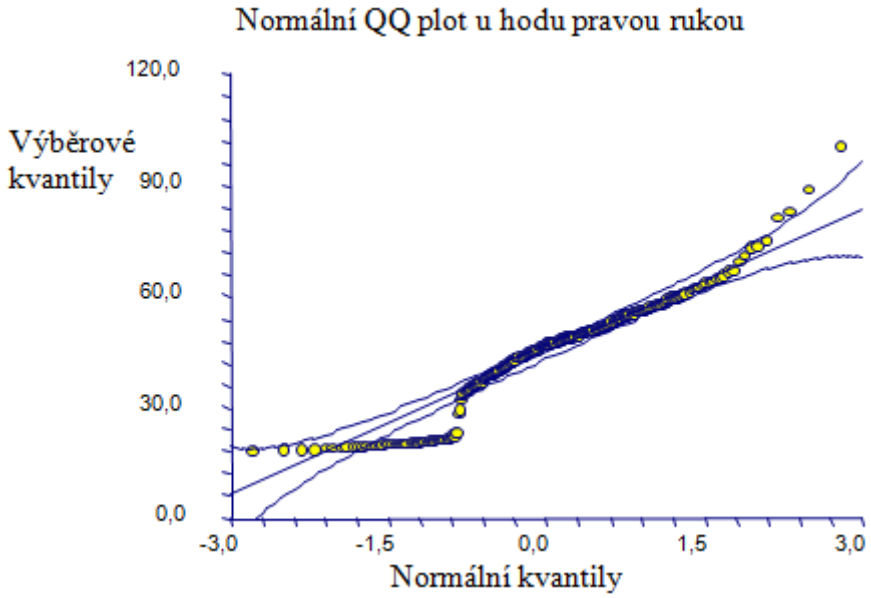
Tabulka 10 – Odlišnost skupin na základě Dunnova testu.

Skupiny	POD	NORM	LAT	NAD
POD	0,0000	1,5295	1,5523	1,2059
NORM	1,5295	0,0000	0,6146	0,2696
LAT	1,5523	0,6146	0,0000	0,2148
NAD	1,2059	0,2696	0,2148	0,0000

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

5.1.6 Hod tenisovým míčkem pravou rukou

U testu hod tenisovým míčkem pravou rukou byla normalita dat zamítnuta, k analýze dat byla použita jednofaktorová Kruskal-Walissova ANOVA. Normální QQ plot zobrazuje obrázek č. 10.



Obrázek 10 – Rozložení dat u hodu tenisovým míčkem pravou rukou.

Byla položena nulová a alternativní hypotéza.

- **H0:** Mediány všech skupin jsou stejné.
- **H1:** Mediány alespoň dvou skupin jsou navzájem odlišné.

Byla zvolena standardní hladina významnosti α=0,05 a p-hodnota byla spočítána s hodnotou 0,902. Jelikož je p-hodnota větší než α, nelze nulovou hypotézu zamítnout, jelikož se na základě standardní hladiny významnosti α se signifikantně neodlišují mediány hodnot žádné ze skupin. Medián hodnoty t-bodu u testu hod tenisovým míčkem pravou rukou je u skupiny probandů s nízkým množstvím tuku 46,5. U skupiny probandů

označených jako normosteničtí je medián hodnoty t-bodu 46,6. U skupiny latentně obézních probandů je medián hodnoty t-bodu 46,7. U skupiny dětí s nadváhou a obezitou tvoří medián hodnoty t-bodu 49,6.

Jedinci s nadváhou a obezitou dohodili na základě vyhodnocení mediánu t-bodů ze všech skupin nejdále, následovala je skupina latentně obézních jedinců, jako třetí byla skupina normostenických probandů a nejhorších výsledků v testu dosáhla skupina dětí s nízkým množstvím tuku. Pro úplnost jsou uvedeny i výsledky Dunnova testu. Následující tabulka zobrazuje z-hodnoty jednotlivých skupin. Skupiny by od sebe byly signifikantně odlišné, jestliže by z-hodnota Bonferroniho testu překročila hodnotu 2,6383. Velikost z-hodnoty určil statistický program NCSS 12.

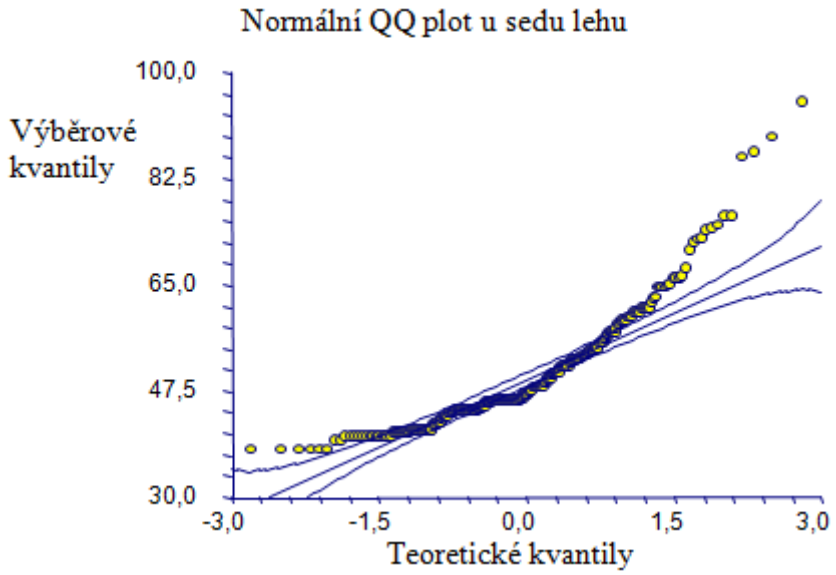
Tabulka 11 – Odlišnost skupin na základě Dunnova testu.

Skupiny	**POD**	**NORM**	**LAT**	**NAD**
POD	0,0000	0,4432	0,3837	0,2344
NORM	0,4432	0,0000	0,0950	0,6270
LAT	0,3837	0,0950	0,0000	0,5549
NAD	0,2344	0,6270	0,5549	0,0000

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

5.1.7 Sed leh

U testu sed leh byla normalita dat zamítnuta, pro analýzu dat byla proto použita jednofaktorová Kruskal-Walissova ANOVA. Normální QQ plot zobrazuje obrázek č. 11.



Obrázek 11 – Rozložení dat u sedu lehu (opakovaně).

Byla položena nulová a alternativní hypotéza.

- **H0:** Mediány všech skupin jsou stejné.
- **H1:** Mediány alespoň dvou skupin jsou navzájem odlišné.

U hypotéz byla zvolena standardní hladina významnosti α=0,05 a p-hodnota byla spočítána s hodnotou 0,114. Jelikož je p-hodnota větší než α, nelze nulovou hypotézu zamítnout, jelikož se na základě standardní hladiny významnosti α signifikantně neodlišují mediány hodnot žádné ze skupin. Medián hodnoty t-bodu u testu sed leh je u skupiny probandů s nízkým množstvím tuku 46,0. U skupiny probandů označených jako normosteničtí je medián hodnoty t-bodu 46,8. U skupiny latentně obézních probandů je medián hodnoty t-bodu 48,6. U skupiny dětí s nadváhou a obezitou tvoří medián hodnoty t-bodu 44,3.

Jedinci s latentní obezitou zvládli na základě vyhodnocení mediánu t-bodů provést nejvíce opakování sedu lehu ze všech skupin, následovala je skupina normostenických jedinců, jako třetí byla skupina probandů s nízkým množstvím tuku a nejhorších výsledků v testu dosáhla skupina dětí s nadváhou a obezitou. Pro úplnost jsou uvedeny i výsledky Dunnova testu. Následující tabulka zobrazuje z-hodnoty jednotlivých skupin. Skupiny by od sebe byly signifikantně odlišné, jestliže by z-hodnota Bonferroniho testu překročila hodnotu 2,6383. Velikost z-hodnoty určil statistický program NCSS 12.

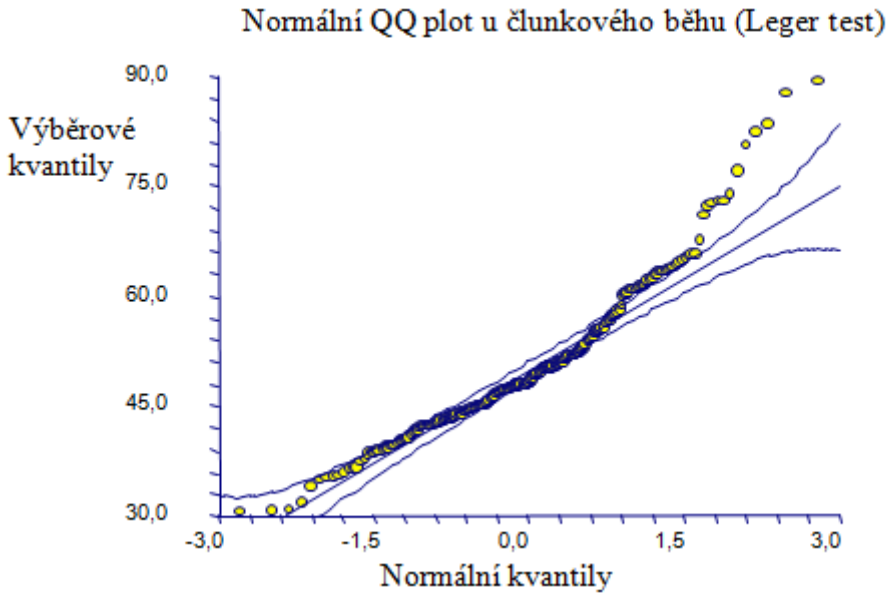
Tabulka 12 – Odlišnost skupin na základě Dunnova testu.

Skupiny	POD	NORM	LAT	NAD
POD	0,0000	1,2911	1,2687	0,8592
NORM	1,2911	0,0000	0,4664	2,0397
LAT	1,2687	0,4664	0,0000	1,9141
NAD	0,8592	2,0397	1,9141	0,0000

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

5.1.8 Vytrvalostní člunkový běh na vzdálenost 20 metrů (Leger test)

U testu vytrvalostní člunkový běh na vzdálenost 20 metrů (Leger test) byla normalita dat zamítnuta, k analýze dat byla použita jednofaktorová Kruskal-Walissova ANOVA. Normální QQ plot zobrazuje obrázek č. 12.



Obrázek 12 – Rozložení dat u vytrvalostního člunkového běhu na vzdálenost 20 metrů (Leger test).

Byla položena nulová a alternativní hypotéza.

- **H0:** Mediány všech skupin jsou stejné.
- **H1:** Mediány alespoň dvou skupin jsou navzájem odlišné.

Byla zvolena standardní hladina významnosti α=0,05 a p-hodnota byla spočítána s hodnotou 0,004. Hypotéza H0 byla na základě testu, kdy je p-hodnota menší než α, zamítnuta, protože se mediány hodnot alespoň dvou skupin odlišují. Medián hodnoty t-bodu u vytrvalostního člunkového běhu na 20 metrů je u skupiny probandů s nízkým množstvím tuku 48,6. U skupiny probandů označených jako normosteničtí je medián

hodnoty t-bodu 48,1. U skupiny latentně obézních probandů je medián hodnoty t-bodu 46,1. U skupiny dětí s nadváhou a obezitou tvoří medián hodnoty t-bodu 41,1.

Jedinci s nízkým množstvím tuku byli na základě vyhodnocení mediánu t-bodů ze všech skupin nejvytrvalejší, následovala je skupina normostenických jedinců, jako třetí v pořadí byla skupina latentně obézních probandů a nejhorších výsledků v testu dosáhla skupina dětí s nadváhou a obezitou. Po provedení Dunnova testu se prokázalo, že svými výkony se od sebe signifikantně odlišuje skupina probandů s nadváhou a obezitou od skupiny s nízkým množstvím tuku a normostenické. Následující tabulka zobrazuje z-hodnoty jednotlivých skupin. Signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou. Skupiny jsou od sebe signifikantně odlišné, jestliže je z-hodnota Bonferroniho testu větší než 2,6383. Velikost z-hodnoty určil statistický program NCSS 12.

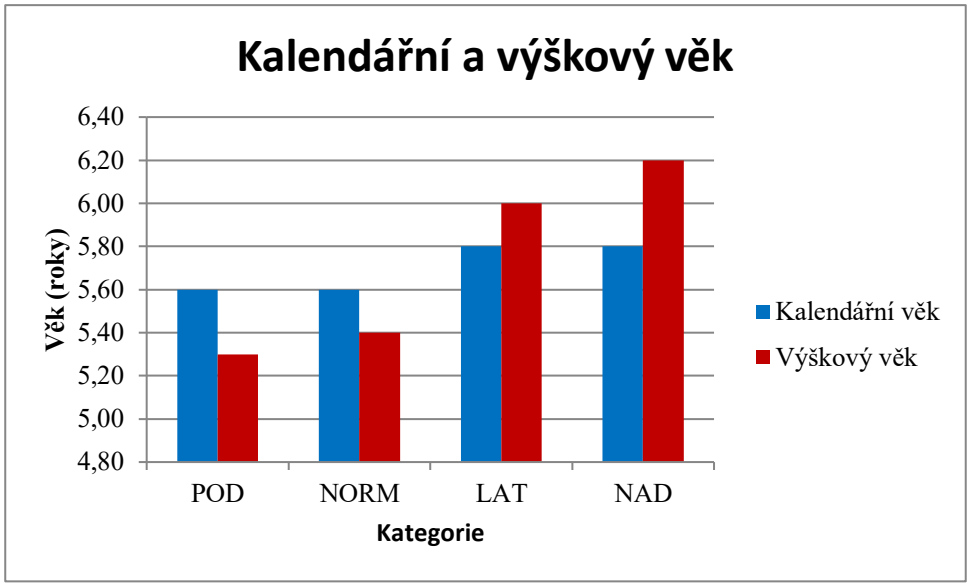
Tabulka 13 – Odlišnost skupin na základě Dunnova testu.

Skupiny	**POD**	**NORM**	**LAT**	**NAD**
POD	0,0000	0,5358	1,0630	**3,2564**
NORM	0,5358	0,0000	0,8688	**3,5174**
LAT	1,0630	0,8688	0,0000	2,1437
NAD	**3,2564**	**3,5174**	2,1437	0,0000

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

5.2 Porovnání kalendářního a výškového věku

Pomocí oboustranného párového t-testu bylo určeno, zda se od sebe signifikantně liší kalendářní a výškový věk probandů v jednotlivých skupinách. Testuje se nulová hypotéza, která říká, že střední hodnota kalendářního věku nebude odlišná od věku výškového. U probandů, kteří se liší svým kalendářním věkem od věku výškového o více než jeden rok, byl proveden druhý párový t-test, abychom zjistili, jestli jsou rozdíly dosažených věků signifikantně odlišné. Graf č. 4 znázorňuje kalendářní věk a výškový věk u jednotlivých skupin probandů.



Graf 4 – Srovnání průměrné hodnoty kalendářního a výškového věku jednotlivých skupin probandů.

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou. Pouze u skupiny ***lat*** se dosažený výškový věk od kalendářního neodlišuje signifikantně.

5.2.1 Porovnání kalendářního a výškového věku skupiny s nízkým množstvím tuku

Výsledná hodnota t-testu je 2,93, a jelikož je testová statistika v absolutní hodnotě větší než 97,5 % kvantil určený pro 35 pozorování (34 stupňů volnosti), odpovídající hodnotě 2,03, zamítáme hypotézu H0, a proto můžeme usoudit, že se na hladině významnosti α=0,05 střední hodnoty kalendářního a výškového věku probandů signifikantně odlišují. Průměrný kalendářní věk probandů je 5,6 roku. Průměrný výškový věk probandů je 5,3 roku. U 11,4 % probandů se výškový věk od věku kalendářního lišil o více než jeden rok.

U 11,4 % probandů, kteří se liší svým kalendářním věkem od věku výškového o více než jeden rok, byl proveden druhý párový t-test. Výsledná hodnota t-testu je 0,5, a jelikož je testová statistika v absolutní hodnotě menší než 97,5 % kvantil určený pro 4 pozorování (3 stupně volnosti), odpovídající hodnotě 3,18, nemůžeme zamítnout hypotézu H0, a proto můžeme usoudit, že se na hladině významnosti α=0,05 střední hodnoty kalendářního a výškového věku vyčleněných probandů signifikantně neodlišují. Můžeme vidět, že počet pozorování v použitém testu je velmi nízký, test byl proveden spíš pouze orientačně, protože statistický test pro pozorování s tak omezeným počtem má málo vypovídající hodnotu. Největší pozorovaný záporný rozdíl mezi kalendářním a výškovým

věkem je -1 rok a největší kladný pozorovaný rozdíl je +2,2 roku. Průměrný kalendářní věk vyčleněných probandů je 6,1 roku. Průměrný výškový věk vyčleněných probandů je 5,7 roku.

5.2.2 Porovnání kalendářního a výškového věku normostenických probandů

Výsledná hodnota t-testu je 5,05, a jelikož je testová statistika v absolutní hodnotě větší než 97,5 % normální kvantil určený pro velké množství pozorování odpovídající hodnotě 1,96, zamítáme hypotézu H0, a proto můžeme usoudit, že se na hladině významnosti α=0,05 střední hodnoty kalendářního a výškového věku probandů signifikantně odlišují. Průměrný kalendářní věk probandů je 5,6 roku. Průměrný výškový věk probandů je 5,4 roku. U 17,4 % probandů se výškový věk od věku kalendářního lišil o více než jeden rok.

U 17,4 % probandů, kteří se liší svým kalendářním věkem od věku výškového o více než jeden rok, byl proveden druhý párový t-test. Výsledná hodnota t-testu je 2,65, a jelikož je testová statistika v absolutní hodnotě větší než 97,5 % kvantil určený pro 45 pozorování (44 stupňů volnosti), odpovídající hodnotě 2,02, můžeme zamítnout hypotézu H0, a proto můžeme usoudit, že se na hladině významnosti α=0,05 střední hodnoty kalendářního a výškového věku vyčleněných probandů signifikantně odlišují. Největší pozorovaný záporný rozdíl mezi kalendářním a výškovým věkem je -1,6 roku a největší kladný pozorovaný rozdíl je +1,7 roku. Průměrný kalendářní věk vyčleněných probandů je 5,8 roku. Průměrný výškový věk vyčleněných probandů je 5,3 roku.

5.2.3 Porovnání kalendářního a výškového věku latentně obézních probandů

Výsledná hodnota t-testu je -1,22, a jelikož je testová statistika v absolutní hodnotě meší než 97,5 % kvantil určený pro 26 pozorování (25 stupňů volnosti), odpovídající hodnotě 2,09, nezamítáme hypotézu H0, a proto můžeme usoudit, že se na hladině významnosti α=0,05 střední hodnoty kalendářního a výškového věku probandů signifikantně neodlišují. Průměrný kalendářní věk probandů je 5,8 roku. Průměrný výškový věk probandů je 6,0 roku. U 19,2 % probandů se výškový věk od věku kalendářního lišil o více než jeden rok.

U 19,2 % probandů, kteří se liší svým kalendářním věkem od věku výškového o více než jeden rok, byl proveden druhý párový t-test. Výsledná hodnota t-testu je -1,2, a jelikož je testová statistika v absolutní hodnotě menší než 97,5 % kvantil určený pro

4 pozorování (3 stupně volnosti), odpovídající hodnotě 3,18, nemůžeme zamítnout hypotézu H0, a proto můžeme usoudit, že se na hladině významnosti α=0,05 střední hodnoty kalendářního a výškového věku vyčleněných probandů signifikantně neodlišují. Můžeme vidět, že počet pozorování v použitém testu je velmi nízký, test byl proveden spíš pouze orientačně, protože statistický test pro pozorování s tak omezeným počtem má málo vypovídající hodnotu. Největší pozorovaný záporný rozdíl mezi kalendářním a výškovým věkem je -1 rok a největší kladný pozorovaný rozdíl jsou +2 roky. Průměrný kalendářní věk vyčleněných probandů je 6,0 roku. Průměrný výškový věk vyčleněných probandů je 6,8 roku.

5.2.4 Porovnání kalendářního a výškového věku probandů s nadváhou a obezitou

Výsledná hodnota t-testu je -2,25, a jelikož je testová statistika v absolutní hodnotě větší než 97,5 % kvantil určený pro 20 pozorování (19 stupňů volnosti), odpovídající hodnotě 2,06, zamítáme hypotézu H0, a proto můžeme usoudit, že se na hladině významnosti α=0,05 střední hodnoty kalendářního a výškového věku probandů signifikantně odlišují. Průměrný kalendářní věk probandů je 5,8 roku. Průměrný výškový věk probandů je 6,2 roku. U 20 % probandů se výškový věk od věku kalendářního lišil o více než jeden rok.

U 20 % probandů, kteří se liší svým kalendářním věkem od věku výškového o více než jeden rok, byl proveden druhý párový t-test. Výsledná hodnota t-testu je -1,79, a jelikož je testová statistika v absolutní hodnotě menší než 97,5 % kvantil určený pro 5 pozorování (4 stupně volnosti), odpovídající hodnotě 2,78, nemůžeme zamítnout hypotézu H0, a proto můžeme usoudit, že se na hladině významnosti α=0,05 střední hodnoty kalendářního a výškového věku vyčleněných probandů signifikantně neodlišují. Můžeme vidět, že počet pozorování v použitém testu je velmi nízký, test byl proveden spíš pouze orientačně, protože statistický test pro pozorování s tak omezeným počtem má málo vypovídající hodnotu. Největší pozorovaný záporný rozdíl mezi kalendářním a výškovým věkem je -1,1 roku a největší kladný pozorovaný rozdíl je +1,9 roku. Průměrný kalendářní věk vyčleněných probandů je 6,2 roku. Průměrný výškový věk vyčleněných probandů je 7,2 roku.

5.3 MBD analýza vztažená pouze k výškovému věku probandů

Pomocí metody Magnitude-Based Decision s kovarianční proměnnou výškový věk byly porovnány skupiny probandů mezi sebou. MBD je přístup k rozhodování o biologické/věcné významnosti (v textu dále jen významný/nevýznamný). Konfidenční interval všech pozorování byl stanoven na 90 %. Výsledné hodnoty uvedené před závorkou zobrazují velikost účinku, z angl. effect size a udávají míru rozdílu průměru. Kladné číslo znamená, že má skupina v porovnání s druhou skupinou vyšší průměrnou hodnotu sledované veličiny Záporné číslo znamená, že má skupina v porovnání s druhou skupinou nižší průměrnou hodnotu sledované veličiny. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, v daném intervalu leží pravdivá hodnota s 90 % pravděpodobností.

Při této analýze nebyl uvažován status tělesného složení, ale jen výškový věk. Probandi byli pro tuhle analýzu rozřazeni do tří skupin. První skupina byla skupina probandů, kteří měli svůj výškový věk o rok a více nižší než věk kalendářní (skupina s opožděným výškovým věkem). Druhá skupina probandů měla výškový věk o méně než rok nižší nebo vyšší než svůj kalendářní věk (skupina s nezměněným výškovým věkem). Třetí skupina probandů měla výškový věk o rok a více vyšší než věk kalendářní (skupina s urychleným výškovým věkem).

5.3.1 Porovnání výškového věku mezi jednotlivými skupinami

Průměrná hodnota výškového věku je u skupiny probandů s opožděným výškovým věkem 4,6 let, u skupiny s nezměněným výškovým věkem 5,4 let a u skupiny probandů s urychleným výškovým věkem činí hodnota výškového věku 7,3 let.

Děti s opožděným výškovým věkem jsou významně mladší než děti s nezměněným i urychleným výškovým věkem.

Dětí s nezměněným výškovým věkem jsou významně starší než děti s opožděným výškovým věkem, ale jsou významně mladší oproti dětem s urychleným výškovým věkem.

Děti s urychleným výškovým věkem jsou významně starší než děti s opožděným výškovým věkem i děti s nezměněným výškovým věkem.

Následující tabulka zobrazuje velikost účinku, tzv. effect size, který udává míru rozdílu průměru hodnoty výškového věku. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, přičemž konfidenční interval byl stanoven na 90 %. Významné rozdíly mezi

skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou. Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou vztaženy ke skupině v příslušném sloupci, ve srovnání se skupinou v příslušném řádku tabulky.

Tabulka 14 – Rozdílná průměrná hodnota výškového věku mezi jednotlivými skupinami.

Skupiny	OPOŽDĚNÝ	NEZMĚNĚNÝ	URYCHLENÝ
OPOŽDĚNÝ		0,94 [0,67;1,22]	3,46 [3,02;3,90]
NEZMĚNĚNÝ	-0,94[-1,22;-0,67]		2,24 [1,90;2,58]
URYCHLENÝ	-3,46 [-3,90;-3,02]	-2,24 [-2,58;-1,90]	

Pozn.: Skupina ***opožděný***, je skupina s opožděným výškovým věkem, skupina ***nezměněný***, je skupina s nezměněným výškovým věkem a skupina ***urychlený***, je skupina s urychleným výškovým věkem.

5.3.2 Porovnání tělesného složení mezi jednotlivými skupinami

Skupina s opožděným výškovým věkem měla po adjustaci průměrně 17,55 % tukové hmoty, 36,74 % svalové hmoty a 18,14 % kosterní hmoty. Skupina s nezměněným výškovým věkem měla po adjustaci průměrně 18,67 % tukové hmoty, 35,76 % svalové hmoty a 18,19 % kosterní hmoty. Skupina s urychleným výškovým věkem měla průměrně po adjustaci 18,19 % tukové hmoty, 34,19 % svalové hmoty a 18,73 % kosterní hmoty.

Tabulka č. 15,16 a 17 zobrazuje velikost účinku, tzv. effect size, který udává míru rozdílu průměrné hodnoty množství tuku, svalstva a kosterní hmoty mezi jednotlivými skupinami. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, přičemž konfidenční interval byl stanoven na 90 %. Významné rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou.

Skupina probandů s opožděným výškovým věkem má významně méně tuku než skupina s nezměněným výškovým věkem, ale nevýznamně méně než skupina s urychleným výškovým věkem. Oproti skupině s nezměněným i s urychleným výškovým věkem má významně více svalstva. V porovnání se skupinou s nezměněným výškovým věkem má nevýznamně více kosterní složky, ale významně méně než skupina s urychleným výškovým věkem.

Tabulka 15 – Rozdílná průměrná hodnota tělesných komponent skupiny s opožděným výškovým věkem oproti skupině s nezměněným a urychleným výškovým věkem.

Sk. opožděný	TUK	SVAL	KOSTRA
NEZMĚNĚNÝ	-0,16 [-0,47;0,16]	0,21 [-0,09;0,50]	0,04 [-0,29;0,34]
URYCHLENÝ	-0,01 [-1,05;1,03]	1,15 [0,15;2,14]	-0,31 [-1,36;0,75]

Pozn.: Skupina ***opožděný***, je skupina s opožděným výškovým věkem, skupina ***nezměněný***, je skupina s nezměněným výškovým věkem a skupina ***urychlený***, je skupina s urychleným výškovým věkem.

Skupina probandů s nezměněným výškovým věkem má významně více tuku než skupina s opožděným výškovým věkem, ale nevýznamně více tuku než skupina s urychleným výškovým věkem. Oproti skupině s opožděným výškovým věkem má významně méně svalstva, ale významně více než skupina s urychleným výškovým věkem. Má nevýznamně méně kosterní složky než skupina s opožděným výškovým věkem, i než skupina s urychleným výškovým věkem.

Tabulka 16 – Rozdílná průměrná hodnota tělesných komponent skupiny s nezměněným výškovým věkem oproti skupině s opožděným a urychleným výškovým věkem.

Sk. nezměněný	TUK	SVAL	KOSTRA
OPOŽDĚNÝ	**0,16 [-0,16;0,47]**	**-0,21 [-0,50;0,09]**	-0,04 [-0,34;0,29]
URYCHLENÝ	0,09 [-0,61;0,79]	**0,44 [-0,14;1,03]**	-0,15 [-0,90;0,60]

Pozn.: Skupina ***opožděný***, je skupina s opožděným výškovým věkem, skupina ***nezměněný***, je skupina s nezměněným výškovým věkem a skupina ***urychlený***, je skupina s urychleným výškovým věkem.

Skupina probandů s urychleným výškovým věkem má nevýznamně více tuku než skupina s opožděným výškovým věkem, ale nevýznamně méně než skupina s nezměněným výškovým věkem. Má významně méně svalstva než skupina s opožděným výškovým věkem, i než skupina s nezměněným výškovým věkem. Oproti skupině s opožděným výškovým věkem má významně více kosterní hmoty, ale nevýznamně více než skupina s urychleným výškovým věkem.

Tabulka 17 – Rozdílná průměrná hodnota tělesných komponent skupiny s urychleným výškovým věkem oproti skupině s opožděným a nezměněným výškovým věkem.

Sk. urychlený	TUK	SVAL	KOSTRA
OPOŽDĚNÝ	0,01 [-1,03;1,05]	**-1,15 [-2,14;-0,15]**	**0,31 [-0,75;1,36]**
NEZMĚNĚNÝ	-0,09 [-0,79;0,61]	**-0,44 [-1,03;0,14]**	0,15 [-0,60;0,90]

Pozn.: Skupina ***opožděný***, je skupina s opožděným výškovým věkem, skupina ***nezměněný***, je skupina s nezměněným výškovým věkem a skupina ***urychlený***, je skupina s urychleným výškovým věkem.

5.3.3 Skok do dálky odrazem snožmo

Skupina probandů s opožděným výškovým věkem je nevýznamně horší ve skoku do dálky odrazem snožmo než skupina s nezměněným výškovým věkem, ale je významně lepší než skupina s urychleným výškovým věkem.

Skupina probandů s nezměněným výškovým věkem je nevýznamně lepší než skupina s opožděným výškovým věkem a významně lepší než skupina s urychleným výškovým věkem.

Skupina probandů s urychleným výškovým věkem je významně horší než skupina s opožděným výškovým věkem, i než skupina s nezměněným výškovým věkem.

Následující tabulka zobrazuje velikost účinku, tzv. effect size, který udává míru rozdílu průměru hodnoty t-bodu skoku do dálky odrazem snožmo. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, přičemž konfidenční interval byl stanoven na 90 %. Významné rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou. Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou vztaženy ke skupině v příslušném sloupci, ve srovnání se skupinou v příslušném řádku tabulky.

Tabulka 18 – Rozdílná průměrná hodnota t-bodu skoku do dálky odrazem snožmo.

Skupiny	**OPOŽDĚNÝ**	**NEZMĚNĚNÝ**	**URYCHLENÝ**
OPOŽDĚNÝ		0,16 [-0,21;0,53]	**-0,31 [-1,24;0,61]**
NEZMĚNĚNÝ	-0,16 [-0,53; 0,21]		**-0,33 [-0,88;0,23]**
URYCHLENÝ	**0,31 [-0,61;1,24]**	**0,33 [-0,23;0,88]**	

Pozn.: Skupina ***opožděný***, je skupina s opožděným výškovým věkem, skupina ***nezměněný***, je skupina s nezměněným výškovým věkem a skupina ***urychlený***, je skupina s urychleným výškovým věkem.

5.3.4 Hod tenisovým míčkem levou rukou

Skupina probandů s opožděným výškovým věkem je v hodu tenisovým míčkem levou rukou nevýznamně horší než skupina s nezměněným výškovým věkem, ale je významně lepší než skupina s urychleným výškovým věkem.

Skupina probandů s nezměněným výškovým věkem je nevýznamně lepší než skupina s opožděným výškovým věkem, ale významně lepší než skupina s urychleným výškovým věkem.

Skupina probandů s urychleným výškovým věkem je významně horší než skupina s opožděným výškovým věkem, i než skupina s nezměněným výškovým věkem.

Následující tabulka zobrazuje velikost účinku, tzv. effect size, který udává míru rozdílu průměru hodnoty t-bodu hodu tenisovým míčkem levou rukou. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, přičemž konfidenční interval byl stanoven na 90 %. Významné rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou. Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou vztaženy ke skupině v příslušném sloupci, ve srovnání se skupinou v příslušném řádku tabulky.

Tabulka 19 – Rozdílná průměrná hodnota t-bodu hodu tenisovým míčkem levou rukou.

Skupiny	OPOŽDĚNÝ	NEZMĚNĚNÝ	URYCHLENÝ
OPOŽDĚNÝ		0,00 [-0,31;0,31]	**-0,54 [-1,58;0,50]**
NEZMĚNĚNÝ	0,00 [-0,31;0,31]		
URYCHLENÝ	**0,54 [-0,50;1,58]**	**0,42 [-0,27;1,10]**	**-0,42 [-1,10;0,27]**

Pozn.: Skupina ***opožděný***, je skupina s opožděným výškovým věkem, skupina ***nezměněný***, je skupina s nezměněným výškovým věkem a skupina ***urychlený***, je skupina s urychleným výškovým věkem.

5.3.5 Hod tenisovým míčkem pravou rukou

Skupina probandů s opožděným výškovým věkem je v hodu tenisovým míčkem pravou rukou nevýznamně lepší než skupina s nezměněným výškovým věkem, ale je významně lepší než skupina s urychleným výškovým věkem.

Skupina probandů s nezměněným výškovým věkem je nevýznamně horší než skupina s opožděným výškovým věkem, ale je významně lepší než skupina s urychleným výškovým věkem.

Skupina probandů s urychleným výškovým věkem je významně horší než skupina s opožděným výškovým věkem, i než skupina s nezměněným výškovým věkem.

Následující tabulka zobrazuje velikost účinku, tzv. effect size, který udává míru rozdílu průměru hodnoty t-bodu hodu tenisovým míčkem pravou rukou. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, přičemž konfidenční interval byl stanoven na 90 %. Významné rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou. Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou vztaženy ke skupině v příslušném sloupci, ve srovnání se skupinou v příslušném řádku tabulky.

Tabulka 20 – Rozdílná průměrná hodnota t-bodu hodu tenisovým míčkem pravou rukou.

Skupiny	OPOŽDĚNÝ	NEZMĚNĚNÝ	URYCHLENÝ
OPOŽDĚNÝ		-0,16 [-0,48;0,16]	**-1,16 [-2,07;0,25]**
NEZMĚNĚNÝ	0,16 [-0,16;0,48]		**-0,55 [-1,11;0,00]**
URYCHLENÝ	**1,16 [-0,25;2,07]**	**0,55 [0,00;1,11]**	

Pozn.: Skupina ***opožděný***, je skupina s opožděným výškovým věkem, skupina ***nezměněný***, je skupina s nezměněným výškovým věkem a skupina ***urychlený***, je skupina s urychleným výškovým věkem.

5.3.6 Sed leh

Skupina probandů s opožděným výškovým věkem je v sed lehu nevýznamně horší než skupina s nezměněným výškovým věkem, i než skupina s urychleným výškovým věkem.

Skupina probandů s nezměněným výškovým věkem je nevýznamně lepší než skupina s opožděným výškovým věkem, i než skupina s urychleným výškovým věkem.

Skupina probandů s urychleným výškovým věkem je nevýznamně lepší než skupina s opožděným výškovým věkem, ale je nevýznamně horší než skupina s nezměněným výškovým věkem.

Následující tabulka zobrazuje velikost účinku, tzv. effect size, který udává míru rozdílu průměru hodnoty t-bodu u testu sed leh. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, přičemž konfidenční interval byl stanoven na 90 %. V testu sed leh nejsou mezi skupinami žádné významné rozdíly. Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou vztaženy ke skupině v příslušném sloupci, ve srovnání se skupinou v příslušném řádku tabulky.

Tabulka 21 – Rozdílná průměrná hodnota t-bodu testu sed leh.

Skupiny	**OPOŽDĚNÝ**	**NEZMĚNĚNÝ**	**URYCHLENÝ**
OPOŽDĚNÝ		0,09 [-0,21;0,39]	0,01 [-0,93;0,96]
NEZMĚNĚNÝ	-0,09 [-0,39;0,21]		-0,16 [-0,72;0,41]
URYCHLENÝ	-0,01 [-0,96;0,93]	0,16 [-0,41;0,72]	

Pozn.: Skupina ***opožděný***, je skupina s opožděným výškovým věkem, skupina ***nezměněný***, je skupina s nezměněným výškovým věkem a skupina ***urychlený***, je skupina s urychleným výškovým věkem.

5.3.7 Vytrvalostní člunkový běh na vzdálenost 20 metrů (Leger test)

Skupina probandů s opožděným výškovým věkem je v Leger testu nevýznamně horší než skupina s nezměněným výškovým věkem, ale je významně lepší než skupina s urychleným výškovým věkem.

Skupina probandů s nezměněným výškovým věkem je nevýznamně lepší než skupina s opožděným výškovým věkem, ale významně lepší než skupina s urychleným výškovým věkem.

Skupina probandů s urychleným výškovým věkem je významně horší než skupina s opožděným výškovým věkem, i než skupina s nezměněným výškovým věkem.

Následující tabulka zobrazuje velikost účinku, tzv. effect size, který udává míru rozdílu průměru hodnoty t-bodu Leger testu. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, přičemž konfidenční interval byl stanoven na 90 %. Významné rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou. Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou vztaženy ke skupině v příslušném sloupci, ve srovnání se skupinou v příslušném řádku tabulky.

Tabulka 22 – Rozdílná průměrná hodnota t-bodu Leger testu.

Skupiny	**OPOŽDĚNÝ**	**NEZMĚNĚNÝ**	**URYCHLENÝ**
OPOŽDĚNÝ		0,08 [-0,25;0,42]	**-0,42 [-1,37;0,53]**
NEZMĚNĚNÝ	-0,08 [-0,42;0,25]		**-0,24 [-0,91;0,42]**
URYCHLENÝ	**0,42 [-0,53;1,37]**	**0,24 [-0,42;0,91]**	

Pozn.: Skupina ***opožděný***, je skupina s opožděným výškovým věkem, skupina ***nezměněný***, je skupina s nezměněným výškovým věkem a skupina ***urychlený***, je skupina s urychleným výškovým věkem.

5.4 MBD analýza vztažená k výškovému věku probandů s ponechaným tříděním dle tělesného složení

Pomocí metody Magnitude-Based Decision s kovarianční proměnnou výškový věk byly porovnány skupiny probandů mezi sebou. Konfidenční limit všech pozorování byl stanoven na 90 %. Výsledné hodnoty zobrazují velikost účinku, z angl. effect size a udávají míru rozdílu průměru. Třídění podle množství tělesného tuku a hodnoty BMI bylo u skupin probandů ponecháno. Byly definovány čtyři skupiny (kritéria definice viz výše), a to skupina s nízkým množstvím tuku, skupina normostenická, skupina s latentní obezitou a skupina s nadváhou a obezitou.

5.4.1 Porovnání výškového věku mezi jednotlivými skupinami

Průměrná hodnota výškového věku je u skupiny probandů s nízkým množstvím tuku 5,3 let, u skupiny normostenické 5,4 let, u skupiny probandů s latentní obezitou činí hodnota výškového věku 6,0 let a u probandů s nadváhou a obezitou 6,2 let.

Děti s nízkým množstvím tuku jsou nevýznamně mladší od dětí normostenických. Významně mladší jsou v porovnání se skupinou dětí s latentní obezitou, i se skupinou s nadváhou a obezitou.

Děti normostenické jsou nevýznamně starší od dětí s nízkým množstvím tuku, ale jsou významně mladší oproti dětem s latentní obezitou, i dětem s nadváhou a obezitou.

Děti s latentní formou obezity jsou významně starší oproti dětem s nízkým množstvím tuku a dětem normosteickým, ale jsou nevýznamně mladší než děti s nadváhou a obezitou.

Děti s nadváhou a obezitou jsou významně starší než děti s nízkým množstvím tuku a děti normostenické, jsou i nevýznamně starší než děti s latentní obezitou.

Následující tabulka zobrazuje velikost účinku, tzv. effect size, který udává míru rozdílu průměrné hodnoty výškového věku. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, přičemž konfidenční interval byl stanoven na 90 %. Významné rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou. Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou vztaženy ke skupině v příslušném sloupci, ve srovnání se skupinou v příslušném řádku tabulky.

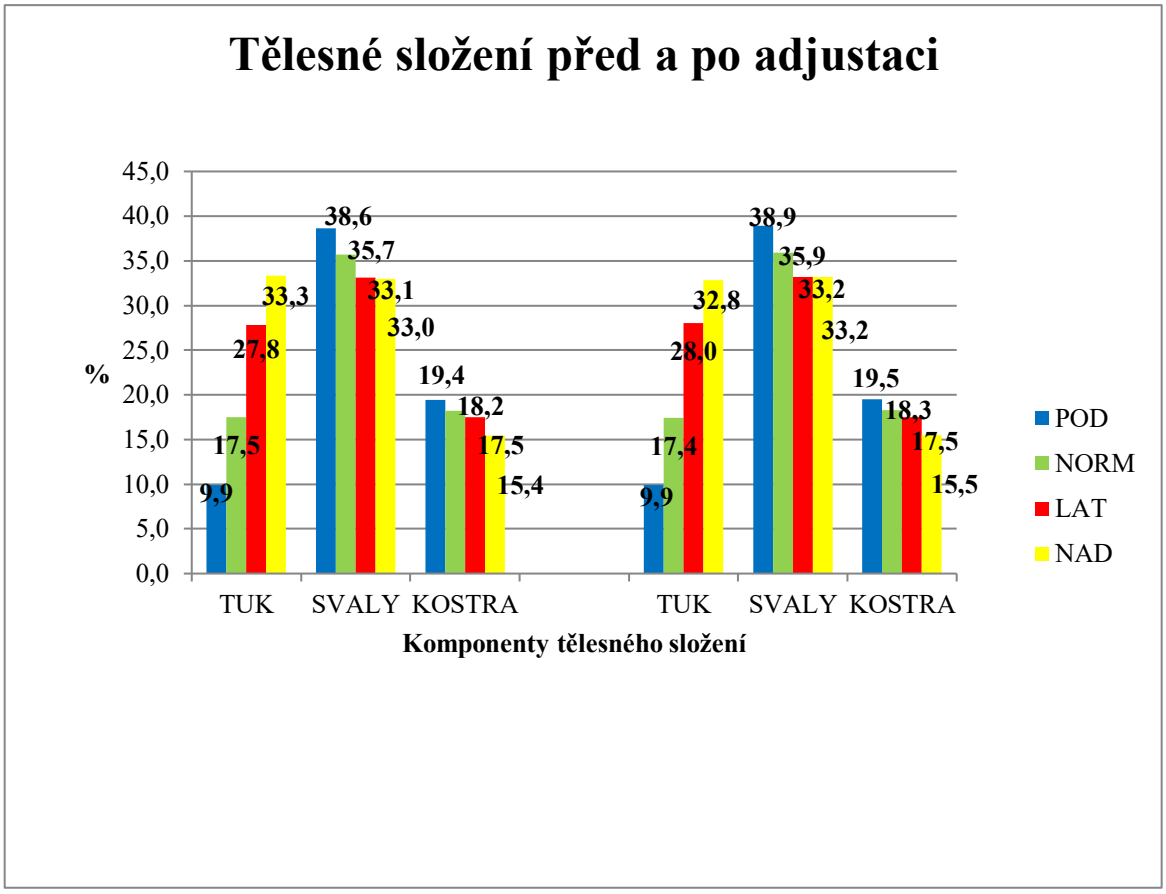
Tabulka 23 – Rozdílná průměrná hodnota výškového věku mezi jednotlivými skupinami.

Skupiny	**POD**	**NORM**	**LAT**	**NAD**
POD		0,10 [-0,19;0,38]	**0,73 [-0,30;1,15]**	**0,85 [0,37;1,34]**
NORM	-0,10 [-0,38;0,19]		**0,60 [0,26;0,94]**	**0,73 [-0,31;1,14]**
LAT	**-0,73 [-1,15;-0,30]**	**-0,60 [-0,94;-0,26]**		0,16 [-0,33;0,65]
NAD	**-0,85 [-1,34;-0,37]**	**-0,73 [-1,14;-0,31]**	-0,16 [-0,65;0,33]	

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

5.4.2 Porovnání tělesného složení mezi jednotlivými skupinami

Graf č. 5 znázorňuje změny tělesného složení před adjustací a po adjustaci k výškovému věku (levá strana grafu znázorňuje průměrné hodnoty komponent tělesného složení jednotlivých skupin před adjustací k výškovému věku a pravá strana grafu znázorňuje průměrné hodnoty komponent tělesného složení jednotlivých skupin po adjustaci k výškovému věku).



Graf 5 – Srovnání tělesného složení jednotlivých skupin probandů před adjustací a po adjustaci k výškovému věku.

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou. Jediná průměrná hodnota, která se po adjustaci k výškovému věku významně neodlišuje, je komponenta svalové složky u skupiny ***lat*** a ***nad***.

Tabulka č. 24, 25, 26 a 27 zobrazuje velikost účinku, tzv. effect size, který udává míru rozdílu průměrné hodnoty množství tuku, svalstva a kosterní hmoty mezi jednotlivými skupinami. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, přičemž konfidenční interval byl stanoven na 90 %. Významné rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou.

Skupina probandů s nízkým množstvím tělesného tuku má významně méně tuku než skupina normostenická, s latentní obezitou, i skupina s nadváhou a obezitou. Má oproti skupině normostenické, latentně obézní, i skupině s nadváhou a obezitou významně větší množství svalstva. V porovnání s ostatními skupinami má skupina probandů s nízkým množstvím tuku i významně větší podíl kosterní hmoty.

Tabulka 24 – Rozdílná průměrná hodnota tělesných komponent skupiny s nízkým množstvím tuku oproti skupině normostenické, latentně obézní a s nadváhou a obezitou.

Sk. POD	TUK	SVAL	KOSTRA
NORM	-2,82 [-3,09;-2,56]	1,00 [0,71;1,29]	0,89 [0,60;1,18]
LAT	-6,51 [-7,04;-5,97]	2,83 [2,36;3,31]	1,56 [1,11;2,01]
NAD	-8,07 [-8,68;-7,46]	1,47 [0,75;2,19]	2,95 [2,44;3,45]

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

Skupina normostenických probandů má významně více tělesného tuku než skupina s nízkým množstvím tuku, ale má ho významně méně než skupina probandů s latentní obezitou, i s nadváhou a obezitou. Normosteničtí mají významně méně svalů než probandi s nízkým množstvím tuku, ale mají významně více svalstva než skupina s latentní obezitou, i skupina s nadváhou a obezitou. V porovnání se skupinou s nízkým množstvím tuku má normostenická skupina významně menší množství kosterní hmoty, ale ve srovnání se skupinou s latentní obezitou, i skupinou s nadváhou a obezitou ji má významně více.

Tabulka 25 – Rozdílná průměrná hodnota tělesných komponent skupiny normostenické oproti skupině s nízkým množstvím tuku, latentně obézní a s nadváhou a obezitou.

Sk. NORM	TUK	SVAL	KOSTRA
POD	2,82 [2,56;3,09]	-1,00 [-1,29;-0,71]	-0,89 [-1,18;-0,60]
LAT	-2,88 [-3,25;-2,51]	1,37 [1,07;1,68]	0,64 [0,28;0,99]
NAD	-4,10 [-4,53;-3,67]	0,67 [0,02;1,32]	2,03 [1,61;2,44]

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

Skupina probandů s latentní obezitou má významně více tuku než skupina s nízkým množstvím tuku a skupina normostenická, ale má ho významně méně oproti skupině s nadváhou a obezitou. Svalové hmoty má skupina probandů s latentní obezitou významně méně v porovnání se skupinou s nízkým množstvím tuku a skupinou normostenickou, ale nevýznamně více než skupina s nadváhou a obezitou. Kosterní hmoty má významně méně než skupina s nízkým množstvím tuku, skupina normostenická, ale významně více než skupina s nadváhou a obezitou.

Tabulka 26 – Rozdílná průměrná hodnota tělesných komponent skupiny s latentní obezitou oproti skupině s nízkým množstvím tuku, normostenické a s nadváhou a obezitou.

Sk. LAT	TUK	SVAL	KOSTRA
POD	**6,51 [5,97;7,04]**	**-2,83 [-3,31;-2,36]**	**-1,56 [-2,01;-1,11]**
NORM	**2,88 [2,51;3,25]**	**-1,37 [-1,68;-1,07]**	**-0,64 [-0,99;-0,28]**
NAD	**-1,36 [-1,84;-0,87]**	0,05 [-0,81;0,99]	**1,51 [1,02;2,00]**

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

Skupina probandů s nadváhou a obezitou má významně více tuku než skupina probandů s nízkým množstvím tuku, skupina normostenická, i skupina s latentní obezitou. V porovnání se skupinou s nízkým množstvím tuku a normostenickou má významně méně množství svalstva, ale nevýznamně méně než skupina s latentní obezitou. Skupina s nadváhou a obezitou má významně méně kosterní hmoty než skupina s nízkým množstvím tuku, normostenická, i s latentní obezitou.

Tabulka 27 – Rozdílná průměrná hodnota tělesných komponent skupiny s nadváhou a obezitou oproti skupině s nízkým množstvím tuku, normostenické a latentně obézní.

Sk. NAD	TUK	SVAL	KOSTRA
POD	**8,07 [7,46;8,68]**	**-1,47 [-2,19;-0,75]**	**-2,95 [-3,45;-2,44]**
NORM	**4,10[3,67;4,53]**	**-0,67 [-1,32;-0,02]**	**-2,03 [-2,44;-1,61]**
LAT	**1,36 [0,87;1,84]**	-0,05 [-0,99;0,81]	**-1,51 [-2,00;-1,02]**

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

5.4.3 Skok do dálky odrazem snožmo

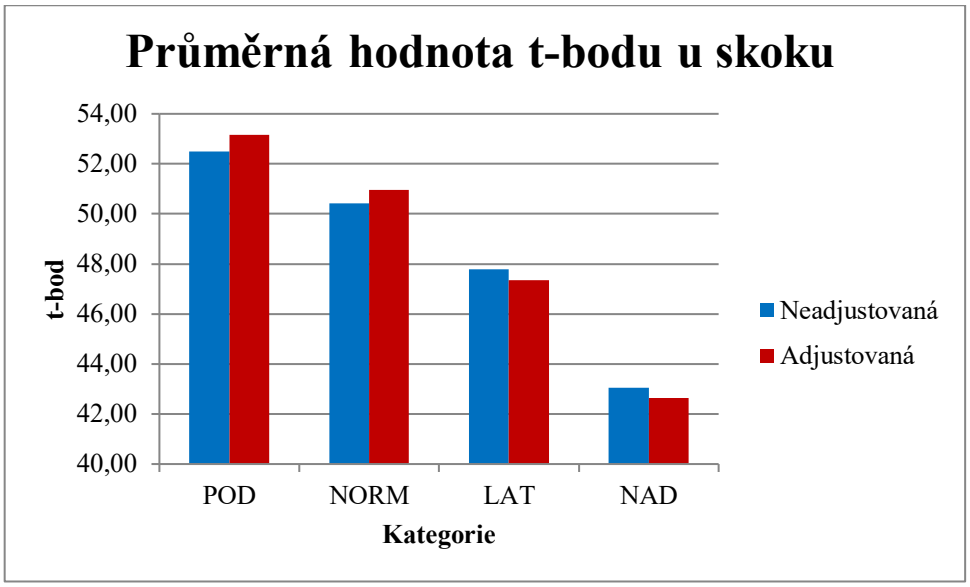
Skupina probandů s nízkým množstvím tuku je ve skoku do dálky odrazem snožmo nevýznamně lepší než skupina normostenická, ale významně lepší než skupina latentně obézní a skupina s nadváhou a obezitou.

Skupina normostenických probandů je v testu nevýznamně horší než skupina s nízkým množstvím tuku, ale je významně lepší než skupina s latentní obezitou a s nadváhou a obezitou.

Skupina probandů s latentní obezitou je v testu významně horší než skupina s nízkým množstvím tuku, normostenická, ale je významně lepší v porovnání se skupinou probandů s nadváhou a obezitou.

Skupina probandů s nadváhou a obezitou je v testu významně horší než skupina s nízkým množstvím tuku, normostenická i skupina s latentní obezitou.

Graf č. 6 znázorňuje průměrnou hodnotu t-bodu skoku dalekého odrazem snožmo před adjustací a po adjustaci motorického výkonu k výškovému věku.



Graf 6 – Srovnání průměrné hodnoty t-bodu u skoku dalekém před adjustací a po adjustaci k výškovému věku probandů.

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou. Adjustovaná průměrná hodnota t-bodu u skoku se významně neliší pouze mezi skupinou ***pod*** a ***norm***.

Následující tabulka zobrazuje velikost účinku, tzv. effect size, který udává míru rozdílu průměru hodnoty t-bodu skoku do dálky odrazem snožmo. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, přičemž konfidenční interval byl stanoven na 90 %. Významné rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou. Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou vztaženy ke skupině v příslušném sloupci, ve srovnání se skupinou v příslušném řádku tabulky.

Tabulka 28 – Rozdílná průměrná hodnota t-bodu skoku do dálky odrazem snožmo.

Skupiny	**POD**	**NORM**	**LAT**	**NAD**
POD		-0,20 [-0,54;0,15]	**-0,60 [-1,05;-0,14]**	**-0,91 [-1,40;-0,41]**
NORM	0,20 [-0,15;0,54]		**-0,44 [-0,80;-0,09]**	**-0,86 [-1,31;-0,40]**
LAT	**0,60 [0,14;1,05]**	**0,44 [0,09;0,80]**		**-0,49 [-0,99;0,01]**
NAD	**0,91 [0,41;1,40]**	**0,86 [0,40;1,31]**	**0,49 [-0,01;0,99]**	

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

5.4.4 Hod tenisovým míčkem levou rukou

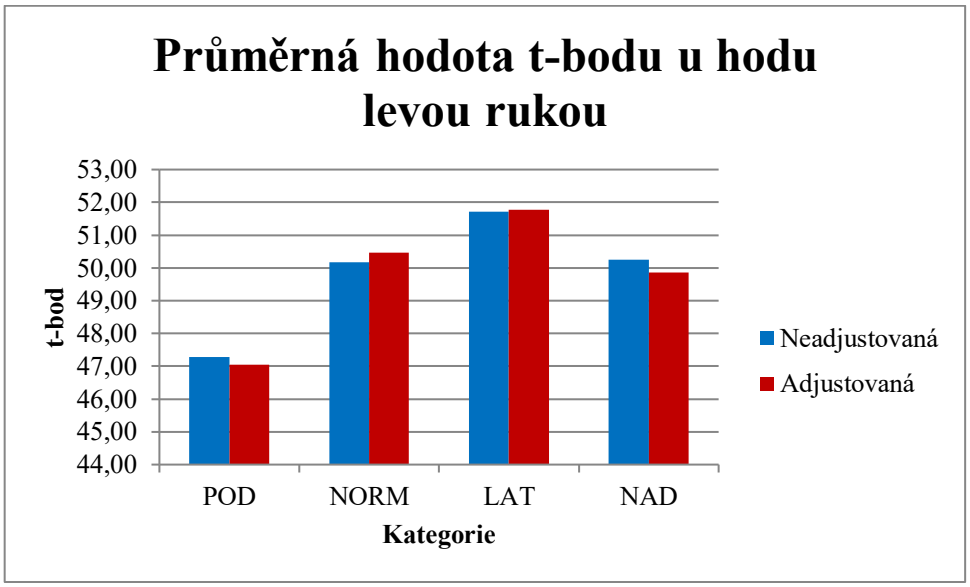
Skupina probandů s nízkým množstvím tuku je v hodu tenisovým míčkem levou rukou významně horší než skupina normostenická skupina s latentní obezitou i s nadváhou a obezitou.

Skupina probandů normostenických je významně lepší než skupina s nízkým množstvím tuku, ale nevýznamně horší než skupina latentně obézních, i než skupina s nadváhou a obezitou.

Skupina probandů s latentní obezitou je významně lepší než skupina probandů s nízkým množstvím tuku, ale nevýznamně lepší než skupina normostenická, i skupina s nadváhou a obezitou.

Skupina s nadváhou a obezitou je významně lepší než skupina s nízkým množstvím tuku, nevýznamně lepší než skupina normostenická a nevýznamně horší než skupina s latentní obezitou.

Graf č. 7 znázorňuje průměrnou hodnotu t-bodu hodu tenisovým míčkem levou rukou před adjustací a po adjustaci motorického výkonu k výškovému věku.



Graf 7 – Srovnání průměrné hodnoty t-bodu u hodu levou rukou před adjustací a po adjustaci k výškovému věku probandů.

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou. Adjustovaná průměrná hodnota t-bodu u hodu levou rukou se významně neliší mezi skupinami ***norm*** a ***lat, norm*** a ***nad***, ***lat*** a ***nad***.

Následující tabulka zobrazuje velikost účinku, tzv. effect size, který udává míru rozdílu průměru hodnoty t-bodu hodu tenisovým míčkem do dálky levou rukou. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, přičemž konfidenční interval byl stanoven na 90 %. Významné rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou. Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou vztaženy ke skupině v příslušném sloupci, ve srovnání se skupinou v příslušném řádku tabulky.

Tabulka 29 – Rozdílná průměrná hodnota t-bodu hodu tenisovým míčkem levou rukou.

Skupiny	POD	NORM	LAT	NAD
POD		**0,29 [0,00;0,59]**	**0,48 [0,03;0,94]**	**0,33 [-0,17;0,82]**
NORM	**-0,29 [-0,59;0,00]**		0,12 [-0,24;0,49]	0,12 [-0,48;0,25]
LAT	**-0,48 [-0,94;-0,03]**	-0,12 [-0,49;-0,24]		-0,18 [-0,67;0,32]
NAD	**-0,33 [-0,82;0,17]**	-0,12 [-0,25;0,48]	0,18 [-0,32;0,67]	

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

5.4.5 Hod tenisovým míčkem pravou rukou

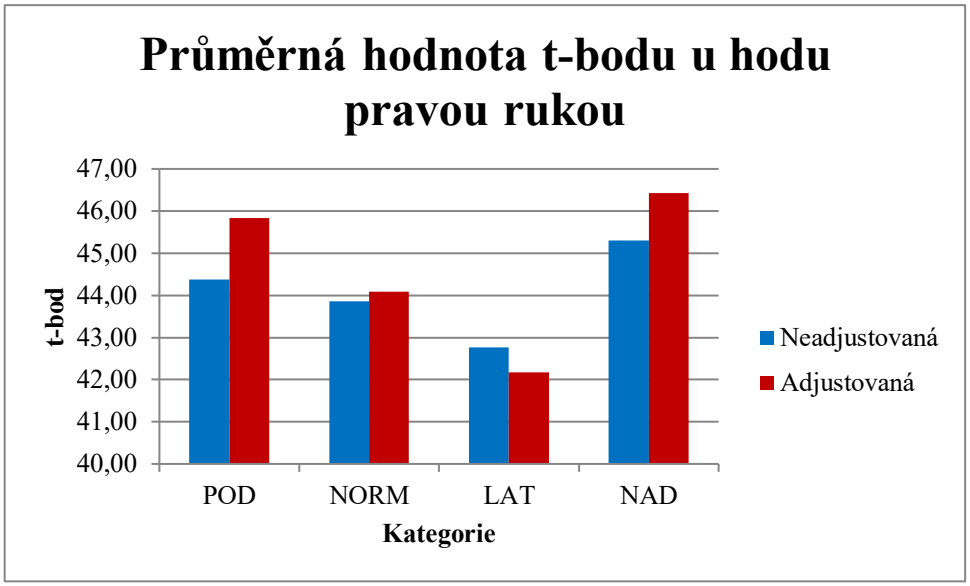
Skupina probandů s nízkým množstvím tuku je v hodu tenisovým míčkem pravou rukou nevýznamně lepší než skupina normostenická, významně lepší než skupina s latentní obezitou a nevýznamně horší než skupina s nadváhou a obezitou.

Skupina probandů normostenických je nevýznamně horší než skupina s nízkým množstvím tuku, nevýznamně lepší než skupina latentně obézních a nevýznamně horší než skupina s nadváhou a obezitou.

Skupina probandů s latentní obezitou je významně horší než skupina s nízkým množstvím tuku, nevýznamně horší než skupina normostenická a s nadváhou a obezitou.

Skupina probandů s nadváhou a obezitou je nevýznamně lepší než skupina s nízkým množstvím tuku, skupina normostenická i skupina s latentní obezitou.

Graf č. 8 znázorňuje průměrnou hodnotu t-bodu hodu tenisovým míčkem pravou rukou před adjustací a po adjustaci motorického výkonu k výškovému věku.



Graf 8 – Srovnání průměrné hodnoty t-bodu u hodu pravou rukou před adjustací a po adjustaci k výškovému věku probandů.

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou. Adjustovaná průměrná hodnota t-bodu u hodu pravou rukou se významně liší pouze mezi skupinou ***pod*** a ***lat***.

Následující tabulka zobrazuje velikost účinku, tzv. effect size, který udává míru rozdílu průměru hodnoty t-bodu hodu tenisovým míčkem do dálky pravou rukou. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, přičemž konfidenční interval byl stanoven na 90 %. Významné rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou. Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou vztaženy ke skupině v příslušném sloupci, ve srovnání se skupinou v příslušném řádku tabulky.

Tabulka 30 – Rozdílná průměrná hodnota t-bodu hodu tenisovým míčkem pravou rukou.

Skupiny	POD	NORM	LAT	NAD
POD		-0,05 [-0,36;0,25]	**-0,29 [-0,74;0,16]**	0,02 [-0,48;0,51]
NORM	0,05 [-0,25;0,36]		-0,16 [-0,51;0,20]	0,17 [-0,22;0,56]
LAT	**0,29 [-0,16;0,74]**	0,16 [-0,20;0,51]		0,18 [-0,30;0,66]
NAD	-0,02 [-0,51;0,48]	-0,17 [-0,56;0,22]	-0,18 [-0,66;0,30]	

Pozn.: Skupina *pod*, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina *norm*, je skupina normostenická, skupina *lat*, je skupina latentně obézních a skupina *nad*, je skupina s nadváhou a obezitou.

5.4.6 Sed leh

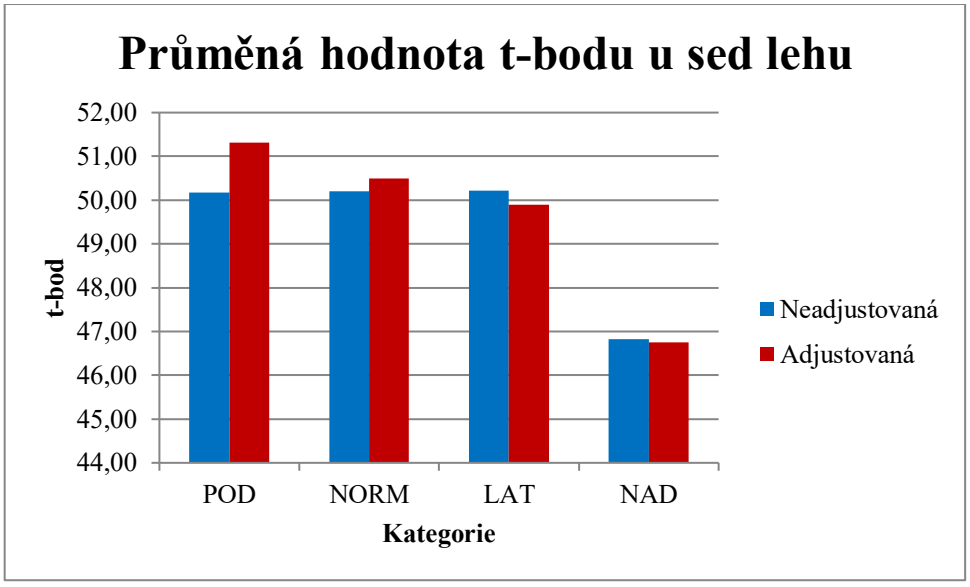
Skupina probandů s nízkým množstvím tuku je nevýznamně lepší v sed lehu než skupina normostenická, s latentní obezitou, ale významně lepší než skupina s nadváhou a obezitou.

Skupina probandů normostenických je nevýznamně horší než skupina s nízkým množstvím tuku, nevýznamně lepší než skupina s latentní obezitou a významně lepší než skupina s nadváhou a obezitou.

Skupina probandů s latentní obezitou je nevýznamně horší než skupina s nízkým množstvím tuku a normostenická, ale je významně lepší než skupina s nadváhou a obezitou.

Skupina probandů s nadváhou a obezitou je významně horší než skupina s nízkým množstvím tuku, skupina normostenická i skupina s latentní obezitou.

Graf č. 9 znázorňuje průměrnou hodnotu t-bodu testu sed leh před adjustací a po adjustaci motorického výkonu k výškovému věku.



Graf 9 – Srovnání průměrné hodnoty t-bodu u sed lehu před adjustací a po adjustaci k výškovému věku probandů.

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou. Adjustovaná průměrná hodnota t-bodu u hodu levou rukou se významně neliší mezi skupinami ***pod*** a ***norm, pod*** a ***lat***, ***norm*** a ***lat***.

Následující tabulka zobrazuje velikost účinku, tzv. effect size, který udává míru rozdílu průměru hodnoty t-bodu testu sed leh. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, přičemž konfidenční interval byl stanoven na 90 %. Významné rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou. Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou vztaženy ke skupině v příslušném sloupci, ve srovnání se skupinou v příslušném řádku tabulky.

Tabulka 31 – Rozdílná průměrná hodnota t-bodu testu sed leh.

Skupiny	POD	NORM	LAT	NAD
POD		-0,02 [-0,37;0,33]	-0,20 [-0,68;0,29]	**-0,46 [-0,95;0,04]**
NORM	0,02 [-0,33;0,37]		-0,10 [-0,23;0,44]	**-0,41 [-0,82;0,00]**
LAT	0,20 [-0,29;0,68]	0,10 [-0,23;0,44]		**-0,40 [-0,90;0,10]**
NAD	**0,46 [-0,04;0,95]**	**0,41 [0,00;0,82]**	**0,40 [-0,10;0,90]**	

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

5.4.7 Vytrvalostní člunkový běh na vzdálenost 20 metrů (Leger test)

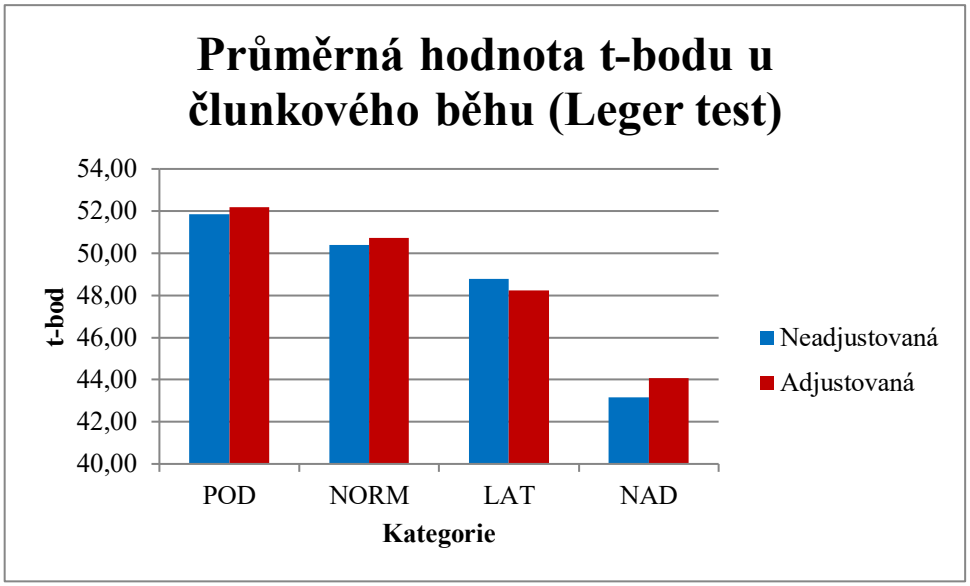
Skupina probandů s nízkým množstvím tuku je nevýznamně lepší v Leger testu než skupina normostenická, významně lepší než latentně obézní a skupina s nadváhou a obezitou.

Skupina normostenická je nevýznamně horší než skupina s nízkým množstvím tuku, významně lepší než skupina s latentní obezitou, i než skupina s nadváhou a obezitou.

Skupina s latentní obezitou je významně horší než skupina s nízkým množstvím tuku, normostenická , ale významně lepší než skupina s nadváhou a obezitou.

Skupina s nadváhou a obezitou je významně horší než skupina s nízkým množstvím tuku, než skupina normostenická, i než skupina s latentní obezitou.

Graf č. 10 znázorňuje průměrnou hodnotu t-bodu Leger testu před adjustací a po adjustaci motorického výkonu k výškovému věku.



Graf 10 – Srovnání průměrné hodnoty t-bodu u Leger testu před adjustací a po adjustaci k výškovému věku probandů.

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou. Adjustovaná průměrná hodnota t-bodu u Leger testu se významně neliší pouze mezi skupinou ***pod*** a ***norm***.

Následující tabulka zobrazuje velikost účinku, tzv. effect size, který udává míru rozdílu průměru hodnoty t-bodu Leger testu. Čísla v závorkách označují konfidenční intervaly, přičemž konfidenční interval byl stanoven na 90 %. Významné rozdíly mezi skupinami jsou zvýrazněny červenou barvou. Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou vztaženy ke skupině v příslušném sloupci, ve srovnání se skupinou v příslušném řádku tabulky.

Tabulka 32 – Rozdílná průměrná hodnota t-bodu Leger testu.

Skupiny	**POD**	**NORM**	**LAT**	**NAD**
POD		-0,15 [-0,47;0,18]	**-0,48 [-0,95;0,00]**	**-0,77 [-1,26;-0,27]**
NORM	0,15 [-0,18;0,47]		**-0,35 [-0,67;-0,02]**	**-0,72 [-1,11;-0,33]**
LAT	**0,48 [0,00;0,95]**	**0,35 [0,02;0,67]**		**-0,68 [-1,18;-0,19]**
NAD	**0,77 [0,27;1,26]**	**0,72 [0,33;1,11]**	**0,68 [0,19;1,18]**	

Pozn.: Skupina ***pod***, je skupina s nízkým množstvím tělesného tuku, skupina ***norm***, je skupina normostenická, skupina ***lat***, je skupina latentně obézních a skupina ***nad***, je skupina s nadváhou a obezitou.

6 Diskuze

Cílem této diplomové práce bylo zjistit závislost mezi tělesným složením a tělesnou výkonností u dětí předškolního věku ve vztahu k jejich kalendářnímu a výškovému věku.

Nejprve byli probandi na základě množství tělesného tuku a hodnoty BMI rozřazeni do čtyř skupin, se kterými se následně pracovalo téměř ve všech analýzách. Následně bylo neparametrickou analýzou rozptylu zjištěno, zda se od sebe skupiny probandů lišily v dosažených výsledcích motorických testů. Signifikantní odlišnost se mezi některými skupinami probandů podařilo prokázat pouze u dvou motorických testů.

Ve skoku do dálky odrazem snožmo dosáhli nejlepšího výsledku jedinci s nízkým množstvím tuku. S přihlédnutím k faktu, že skupina měla největší podíl svalové složky, odpovídá výsledek testu očekávání, neboť dle Ortega et al. (2015) je skok do dálky odrazem snožmo indikátorem svalové síly. Nejhorších výsledků dosáhli jedinci s nadváhou a obezitou, což je stejné zjištění, ke kterému došel i Horák (2018) i Antunes et al. (2018) a druhého nejhoršího výsledku dosáhli jedinci identifikovaní jako latentně obézní, což je v rozporu se zjištěním Horáka (2018), v jehož studii dosahovali latentně obézní jedinci nejlepších výsledků. Horák (2018) tyto výsledky vysvětluje tím, že na skoku do dálky odrazem snožmo, ale i na hodu míčkem či jiným předmětem, se mohla podepsat pohybová zkušenost, protože obě dovednosti jsou značně ovlivněny úrovní pohybových dovedností. Tan et al. (2017) se zabýval změnou výsledků v motorických testech u skupiny dětí normostenických a dětí s obezitou (BMI nad 97. percentilem) dosažených před a po desetitýdenním tréninku, kde došlo v testu skok do dálky odrazem snožmo ke zlepšení výsledků u skupiny normostenické i u obézních dětí. Skupina obézních dětí po několikatýdenním tréninku dosahovala oproti skupině normostenické stále horších výsledků, přičemž rozdíly už nebyly tak značné. Výsledky studie Tan et al. (2017) podporují skutečnost, že výsledky dosažené v testu skok do dálky odrazem snožmo, mohou být ovlivněny ne jen tělesným složením, ale i předchozí pohybovou zkušeností.

Ve člunkovém běhu na vzdálenost 20 metrů dosáhla skupina dětí s nadváhou a obezitou vůbec nejhoršího výsledku mezi všemi skupinami a všemi testy, což je v souladu i se zjištěním Horáka (2018). Člunkový běh testuje celkovou aerobní zdatnost organismu. Výsledky studie Ostojic et al. (2014) naznačují, že zhoršená aerobní schopnost

organismu nesouvisí se zvýšeným BMI, ale naopak právě se zvýšenou adipozitou již u dětí předškolního věku.

Předpoklad, že děti s latentní obezitou, které mají zmnožený tělesný tuk a zároveň nemají dostatečně rozvinuté svalstvo a děti s nadváhou a obezitou, které mají zmnožený tělesný tuk a zároveň i zvýšenou hmotnost, budou dosahovat ve všech testech horších výsledků než děti, které zmnožený tuk nemají, provedený na základě skutečnosti, že zmnožený tělesný tuk a nedostatečně rozvinutá svalová hmota negativně ovlivňují základní motorické dovednosti, a tím i fyzický výkon, se nepotvrdil.

V hodu tenisovým míčkem levou i pravou rukou dosáhli nejlepších výsledků právě probandi s nadváhou a obezitou a následovali je probandi s latentní formou obezity. Výsledky však nebyly statisticky významné. Studie Antunes et al. (2018) také došla k závěru, že hod míčkem do dálky nesouvisí s hodnotou BMI. Jak je již zmíněno výše, hod míčem či jiným předmětem je test, který je značně ovlivněn úrovní pohybových dovedností. Jedinci trénovaní (v tomto případě děti, které mají s házením předmětů už nějakou zkušenost), budou dosahovat lepších výsledků. Tan et al. (2017) ve studii zkoumal, zda dojde ke změně i v hodu tenisovým míčkem. I zde bylo potvrzeno, že výsledky dosažené v testu jsou po tréninku lepší než před ním.

V testu sed leh dosáhli probandi s latentní obezitou v porovnání s ostatními skupinami dokonce nejlepšího výsledku, a naopak jedinci s nadváhou a obezitou výsledků nejhorších, byť statisticky se od sebe žádná ze skupin neodlišovala. Zjištění, že jedinci s nadváhou a obezitou jsou v testu nejhorší, koresponduje se zjištěním Horáka (2018), ale nekoresponduje s výsledkem, kterého dosáhli latentně obézní jedinci. V jeho studii dosáhli horších výsledků než jedinci normosteničtí. Test sed leh je test svalové síly trupu (Ortega et al., 2015), tudíž je pochopitelné, že jedinci s nadváhou a obezitou dosáhli nejhorších výsledků. Nevysvětluje to však zjištění, že děti latentně obézní dosáhly výsledků nejlepších, neboť nejvíce svalové složky měli jedinci s nízkým množstvím tuku.

Výsledky získané v této diplomové práci plně nekorespondují s ostatními studiemi, jež jsou uvedeny níže, neboť ty potvrdily, že děti s nadváhou a obezitou mají zhoršený fyzický výkon oproti dětem normostenickým. Zde mají děti s nadváhou a obezitou horší výkon jen v některých testech, navíc v některých testech nejsou výsledky signifikantní.

Výsledky studie Mond et al. (2007) naznačují, že nadváha a obezita stanovená podle BMI (nadváha a obezita byla klasifikována podle IOTF (International Obesity Task Force) stupnice (Cole et al., 2000), již v předškolním věku vede ke zhoršeným výsledkům dosažených v motorických testech (například u stoje na jedné noze či poskoků na jedné noze). Studie prokázala vztah mezi úrovní motorických dovedností a prevalencí nadváhy a obezity. Jedinci s nadváhou a obezitou v porovnání s jedinci s normální hmotností disponují horšími motorickými dovednostmi v oblasti hrubé motoriky (Mond et al., 2007).

Výsledky studie Morano et al. (2011), naznačují, že nadváha a obezita (stanovená podle IOTF stupnice BMI) by mohla mít v předškolním věku nepříznivý vliv na vývoj hrubé motoriky. Děti s nadváhou a obezitou vykazovaly horší výkon v lokomočních a manipulačních testech než jejich normosteničtí vrstevníci. Ze studie vyplývá, že zvýšený BMI vede ke zhoršeným výsledkům základních motorických dovedností (Morano et al., 2011). Je ale také známo, že děti s nadváhou a obezitou jsou méně aktivní než jejich normosteničtí vrstevníci (Trost et al., 2003), tudíž je možné, že za špatnou úroveň základních motorických dovedností nemůže pouze zvýšená hmotnost, ale i nedostatek pohybové aktivity, která by jinak napomohla a podpořila včasný motorický vývoj (Morano et al., 2011). To, že děti méně aktivní mají hůře rozvinuté motorické dovednosti, oproti dětem s vyšší pohybovou aktivitou dokazuje i studie Williams et al. (2008). I Zeng et al. (2017) potvrzuje, že u dětí předškolního věku vede fyzická aktivita k pozitivnímu ovlivnění motorických dovedností a kognitivnímu vývoji.

Castetbon a Andreyeva (2012) zkoumaly vztah mezi obezitou definovanou BMI nad 95. percentilem (IOTF) a motorickými dovednostmi u předškolních dětí. Bylo potvrzeno, že dovednosti, které jsou nejvíce ovlivněny hmotností jedince, jako je skákání a poskakování, souvisí s obezitou už i ve velmi mladém věku, neboť v těchto činnostech dosahovaly obézní děti horších výsledků než jejich neobézní vrstevníci. Z výsledků studie také vyplývá, že jemné motorické dovednosti a dovednosti zahrnující koordinaci v předškolním období nekorelují s obezitou (Castetbon a Andreyeva, 2012).

Výsledky studie Hamilton et al. (2017) vedou k závěru, že hodnota BMI dětí s nadváhou a obezitou (jako jedinci s nadváhou byly určeny děti s BMI nad 85. percentil a děti s obezitou nad 95. percentil) negativně koreluje s motorickým výkonem.

I výsledky studie Antunes et al. (2018) vedou k závěru, že BMI negativně koreluje s výsledky testu skok do dálky odrazem snožmo u dětí s nadváhou a obezitou, tyto děti mají v porovnání se svými normostenickými vrstevníky horší výsledky. V této studii nebylo potvrzeno, že by hodnota BMI souvisela se schopností házení míčku do dálky.

Zde je ale důležité říct, že výše zmíněné studie jsou založeny na charakterizaci nadváhy a obezity pouze na základě BMI jedince. Zvýšená hodnota BMI nereflektuje tělesné složení, tudíž nemůže prokázat zmnožený tělesný tuk. Studie tedy sice prokázaly negativní vztah mezi zvýšenou hmotností jednice a motorickým výkonem, ale není zde zřejmé, že by za zhoršení základních motorických dovedností mohl právě zmnožený tělesný tuk.

To že BMI, které je nejrozšířenějším kritériem pro diagnostiku obezity, skutečně nereflektuje tělesné složení, bylo prokázáno už ve studii Romero-Corral et al. (2008). BMI samotný proto nelze použít jako prostředek pro identifikaci skryté obezity. Musálek et al. (2017b) ve své studii prokázal, že se latentní obezita může vyskytovat už od útlého věku a identifikoval přes 10 % skrytě obézních předškoláků. Musálek et al. (2017b) ve své studii definoval jako latentně obézní jedince děti, které měly BMI mezi 25.-60. percentilem normy a hodnotu tloušťky každé kožní řasy nad 85. percentilem. Kdyby k identifikaci skrytě obézních jedinců sloužila hodnota BMI pod 85. percentilem a hodnota tloušťky kožní řasy zůstala stejná, mohlo být identifikováno ještě větší množství skrytě obézních předškoláků. Pokud by byl BMI použit jako jediný identifikátor, všechny tyto děti by byly klasifikované jako děti normostenické.

Výsledky studie Kakebeeke et al. (2017) také potvrzují negativní vztah mezi velikostí BMI, množstvím tělesného tuku, obvodem pasu a motorickým výkonem. Zvýšená hmotnost a zmnožený tělesný tuk u dětí negativně ovlivňují činnosti patřící k hrubé motorice, jako je skok do strany a běh. Výsledky studie naznačují, že jemné motorické dovednosti nekorelují s nadváhou a obezitou, ani se zmnoženým tělesným tukem.

Musálek et al. (2017b) prokázal, že jedinci s latentní formou obezity mají výkony v motorických testech dokonce ještě horší než jedinci s nadváhou a obezitou (Musálek et al., 2017b), což je v rozporu se zjištěními v této diplomové práci. Zde byli jedinci latentně obézní oproti jedincům s nadváhou a obezitou horší pouze v hodu tenisovým míčkem levou a pravou rukou (ale zároveň byli lepší než jedinci s nizkým množstvím tuku

a jedinci normosteničtí) a v testu sed leh byli dokonce nejlepší napříč všemi skupinami (byť ani jeden z výsledků nebyl signifikantní). Musálek et al. (2017a) taktéž zjistil, že jedinci s nízkým množstvím tělesného tuku měli horší výsledky v motorických testech než jedinci normosteničtí, což nekoresponduje s výsledky získanými v této diplomové práci, ze kterých vyplývá, že jedinci s nízkým množstvím tělesného tuku byli nejlepší v testu skok do dálky odrazem snožmo, sed lehu i Leger testu. Nejslabšího výsledku dosáhli pouze v hodu tenisovým míčkem levou rukou.

Probandi se zmnoženým tělesným tukem zkoumaní v rámci této diplomové práce nedosahovali nejhorších výsledků zřejmě proto, že by mohli mít oproti kalendářnímu věku urychlený věk výškový. Pokud mají urychlený výškový věk, mohla jejich dosažené výsledky v motorických testech pozitivně ovlivnit jejich vyšší výška (jejich výsledky by byly falešně dobré ve srovnání s ostatními skupinami). To by znamenalo, že vzhledem ke svému kalendářnímu věku nebudou dosahovat nejhorších výsledků. Po adjustaci výsledků měření k výškovému věku by se jejich výsledky měly v porovnání s ostatními skupinami probandů zhoršit. Na tuto skutečnost už upozornil Musálek et al. (2017a), když ve svém výzkumu zjistil, že děti se zmnoženou tukovou tkání nedosahovaly špatných výsledků při testování základních pohybových dovedností. Zdůvodňuje to tím, že již u dětí předškolního věku existují evidence o urychleném biologickém zrání v souvislosti se zmnoženou tukovou tkání, tudíž by takové děti mohly být biologicky starší než děti s normálním množstvím tukové tkáně (Musálek et al., 2017a). I studie Musálek et al. (2017b) poukazuje na skutečnost, že obézní jedinci jsou signifikantně vyšší oproti ostatním skupinám dětí, ale neprokázal zde signifikantní rozdíl v tělesné výšce mezi latentně obézními dětmi a dětmi s hmotností v normě (Musálek et al., 2017b).

Při analýze odlišnosti výškového věku mezi skupinami, bylo zjištěno, že se od sebe výškovým věkem významně odlišují téměř všechny skupiny. Významný rozdíl se však nepodařil prokázat mezi skupinou s nízkým množstvím tuku a skupinou normostenickou, a mezi skupinou latentně obézních a skupinou s nadváhou a obezitou. Tyto výsledky vedou k závěru, že první hypotéza může být potvrzena, neboť se většina skupin mezi sebou ve svém výškovém věku významně odlišuje.

Jelikož se výškový věk skupin významně odlišoval, byla provedena analýza MBD, kde byli probandi roztřízení do skupin jen podle výškového věku a byly definovány tři skupiny. Faktor tělesného složení (množství tělesného tuku) nebyl u této analýzy

uvažován. Předpokladem je, že děti vyšší (děti s akcelerovaným výškovým věkem), budou mít lepší výkon zejména ve skoku, hodu a Leger testu. Děti nižší (děti s opožděným výškovým věkem), budou mít v testech horší výkon.

U jediného testu, u kterého byly nejakcelerovanější děti lepší v porovnání se skupinou dětí s opožděným výškovým věkem, byl sed leh, ale výsledky se od sebe nelišily významně. U ostatních testů byly významně lepší děti s opožděným výškovým věkem. I děti s nezměněným výškovým věkem dosáhly u testů významně lepších výsledků než děti akcelerované, jediný výsledek u testu sed leh nebyl významný. Získané výsledky vedou k závěru, že druhá hypotéza, která předpokládá, že dětí s opožděným výškovým věkem budou mít horší výkon a děti s urychleným (akcelerovaným) výškovým věkem budou mít naopak lepší výkon, nemůže být přijata.

Výsledky nepotvrzují, že by byly nejakcelerovanější děti v motorických testech nejlepší, naopak dosahují výsledků nejhorších. Jako faktor určující motorický výkon není tudíž samotná tělesná výška, ale tělesný tuk, který pokud je zmnožený, je hlavním inhibitorem motorického výkonu. K podobným výsledkům došel i Musálek et al. (2017b), který sice nepracoval přímo s výškovým věkem, ale v jeho studii je patrný rozdíl mezi tělesnou výškou probandů. Děti s latentní formou obezity i děti obézní byli v průměru nejvyšší, přitom v testech základních motorických dovedností dosáhli horších výkonů než děti normostenické, které byly v průměru nejmenší. V návaznosti na získané výsledky navazuje MBD analýza, kde jsou děti roztřízeny podle množství tělesného tuku a zároveň jsou výkony adjustovány k výškovému věku. Děti byly roztřízeny do čtyř kategorií podle množství tělesného tuku a výsledky testů byly adjustovány k výškovému věku.

V množství tělesných komponent se skupiny mezi sebou téměř ve všech případech významně odlišují. Když se zaměříme na skupinu dětí s latentní obezitou, se kterou většina studií nepracuje, neboť určuje nadváhu a obezitu jenom na základě IOTF klasifikace BMI, je práce s touto skupinou relativně nová. Už z definice latentní obezity vyplývá, že tyto děti budou mít v porovnání s dětmi s nízkým množstvím tuku i dětmi normostenickými vyšší množství tělesného tuku a zároveň menší množství svalové hmoty. Co ale z definice latentní obezity nevyplývá, je, že latentně obézní předškoláci budou mít dokonce i menší množství kosterní hmoty (děti s nadváhou a obezitou ji mají ještě méně). Musálek et al. (2018) zjišťoval kosterní robusticitu u školních dětí ve věku devět až dvanáct let

a prokázal, že latentně obézní školáci mají robustnost kostry, zejména na dolních končetinách, v porovnání s ostatními skupinami nejmenší.

Při porovnání výsledků, kterých dosáhla skupina dětí s nízkým množstvím tuku a skupina normostenická, nebyla zjištěna žádná významná rozdílnost v dosažených výsledcích motorických testů. Naše výsledky vedou k závěru, že třetí hypotéza, která předpokládá, že se děti s nízkým množstvím tělesného tuku nebudou významně odlišovat ve výsledcích motorických testů od dětí normostenických, může být potvrzena.

Při porovnání výsledků motorických testů skupiny probandů s latentní formou obezity se skupinou s nízkým množstvím tuku a skupinou normostenickou, dojdeme k závěru, že čtvrtá hypotéza, která předpokládá, že děti s latentní formou obezity budou dosahovat významně horších výsledků v motorických testech (skok, Leger test, sed leh) v porovnání s dětmi s nízkým množstvím tělesného tuku a dětmi normostenickými, nemůže být jako celek potvrzena, protože v testu sed leh byly sice děti latentně obézní horší, ale rozdíl nebyl významný.

Ve srovnání s dětmi s nízkým množstvím tuku i dětmi normostenickými jsou děti s nadváhou a obezitou významně horší ve skoku dalekém odrazem snožmo, Leger testu, i v sed lehu. Naše výsledky vedou k závěru, že pátá hypotéza, která předpokládá, že děti s nadváhou a obezitou budou dosahovat významně horších výsledků v motorických testech (skok, Leger test, sed leh) v porovnání s dětmi s nízkým množstvím tělesného tuku a dětmi normostenickými, může být potvrzena.

Latentně obézní děti jsou ve srovnání s dětmi s nadváhou a obezitou významně lepší ve skoku dalekém odrazem snožmo, Leger testu i sed lehu. Jsou lepší i v hodu tenisovým míčkem levou rukou, nicméně rozdíl není významný. Děti s nadváhou a obezitou jsou oproti dětem s latentní formou obezity nevýznamně lepší v hodu tenisovým míčkem pravou rukou. Naše výsledky vedou k závěru, že šestá hypotéza, která předpokládá, že se děti s latentní formou obezity nebudou významně odlišovat ve výsledcích motorických testů od dětí s nadváhou a obezitou, nemůže být potvrzena.

Při srovnání výsledků před adjustací a po adjustaci k výškovému věku probandů se u většiny testů výsledky skupiny s nízkým množstvím tuku a skupiny normostnické zlepšily, a u skupiny s latentní obezitou a skupiny s nadváhou a obezitou se naopak zhoršily. Výsledky hodů tenisovým míčkem oběma rukama se vymykají, ale jak bylo

zmíněno již výše, zejména hod míčkem či jiným předmětem je test značně ovlivněný předchozí pohybovou zkušeností (Pařízková et al., 2012, Tan et al., 2017). Před adjustací taky nebyly krom testu skok daleký odrazem snožmo a Leger testem nalezeny signifikantní rozdíly u žádné ze skupin, ovšem po adjustaci se projevily významné rozdíly u všech testů, alespoň mezi některými skupinami.

Když budeme adjustované výsledky k výškovému věku získané v této diplomové práci (kromě výsledků získaných v testu hod tenisovým míčkem levou i pravou rukou, jehož výsledky se vymykají) srovnávat s výsledky ostatních studií (Mond et al., 2007, Morano et al., 2011, Castetbon a Andreyeva, 2012, Hamilton et al., 2017, Antunes et al. 2018), které prokázaly, že nadváha a obezita (byť stanovená jen na základě BMI) zhoršuje motorický výkon, budeme muset potvrdit, že se výsledky shodují. Musíme souhlasit i s výsledky studie Kakebeeke et al., 2017, která zkoumala vztah mezi BMI, množstvím tělesného tuku, obvodem pasu a motorickým výkonem.

Nelze ale potvrdit shodnost se studií Bonvin et al. (2012), která sice pozorovala trend nižší motorické výkonnosti dětí starých dva až čtyři roky, trend však nebyl signifikantní. Nelze potvrdit ani shodnost se studií Musálek et al., 2017b, poněvadž výsledky v této studii naznačují, že latentně obézní děti dosahují horších výsledků než děti normostenické i než děti obézní (Musálek et al., 2017b). Jedinci s latentní obezitou byli kromě výsledku hodu tenisovým míčkem pravou rukou lepší než jedinci s nadváhou a obezitou ve všech testech, a to před i po adjustaci k výškovému věku. Nelze souhlasit ani s výsledky studie Musálek et al. (2017a), které ukazují, že i děti s nízkým množstvím tělesného tuku mohou dosahovat zhoršených výsledků v motorických testech (Musálek et al., 2017a). Když pomineme výsledky testu hod tenisovým míčkem, tak jedinci s nízkým množstvím tuku dosahovali horších výsledků u testu sed leh, a to jen před adjustací výsledků k výškovému věku. Po této adjustaci byly jejich výsledky nejlepší.

Není možné říci, že za špatnými výsledky probandů s latentní formou obezity stojí pouze zmnožený tělesný tuk a nižší množství svalové hmoty a u probandů s nadváhou a obezitou kromě výše zmíněných ještě vysoká tělesná hmotnost. Protože už u dětí předškolního věku se na úrovni základních motorických dovedností, potažmo motorickém výkonu nepodílí pouze tělesné složení, ale i množství pohybové aktivity. Ale jak již bylo zmíněno výše, dětí s nadváhou a obezitou mohou být v porovnání se svými

normostenickými vrstevníky méně aktivní, a to může spolu s vysokou hmotností vést ke špatným výsledkům motorických testů (Trost et al., 2003, Morano et al., 2011).

Ne všechny studie při hodnocení motorických dovedností používají jako kritérium velikost BMI či množství tělesného tuku, ale pouze množství pohybové aktivity. Mezi takovou studii patří například studie Williams et al. (2008), která prokazuje, že děti, s nižší pohybovou aktivitou mají i hůře rozvinuté motorické dovednosti, oproti dětem, které mají pohybovou aktivitou vyšší. I studie Webster et al. (2019) prokazuje, že předškolní děti, které mají v motorických testech lepší výkon, jsou i více pohybově aktivní.

V rámci této diplomové práce nejsme u zkoumaných předškolních dětí schopni posoudit jejich pohybové návyky, množství celkové denní pohybové aktivity, či jestli svůj volný čas mimo mateřskou školu tráví spíše aktivně či neaktivně. Nemůžeme tedy s jistotou říct, že je motorický výkon sledovaných dětí ovlivněn pouze jejich tělesným složením, anebo zde hraje roli i mimoškolní pohybová aktivita, respektive neaktivita.

7 Závěr

V rámci diplomové práce byl zkoumán vztah mezi tělesným složením a motorickou výkonností u 340 předškolních dětí (181 dívek, 159 chlapců) ve věkovém rozmezí 4 až 6 let ze sedmi pražských a jedné mimopražské mateřské školy. Probandi byli rozřazeni do čtyř skupin dle množství tělesného tuku a hodnoty BMI.

Signifikantně významné rozdíly v motorické výkonnosti vztažené ke kalendářnímu věku skupin přinesly jen dva motorické testy. U probandů byl určen jejich výškový věk a platnost první hypotézy, která předpokládala, že se ve výškovém věku budou mezi sebou jednotlivé skupiny probandů významně odlišovat, byla potvrzena. Byl proto zvolen nový přístup v hodnocení motorického výkonu a to, že byl vztažen k výškovému věku probandů.

Druhou testovanou hypotézou byl předpoklad, že děti s akcelerovaným výškovým věkem budou v motorických testech úspěšnější oproti dětem s výškovým věkem vůči kalendářnímu věku opožděným. Tento předpoklad nebyl potvrzen. U motorické výkonnosti nehraje zřejmě hlavní roli pouze tělesná výška jedince, ale i jeho tělesný složení. Zmnožený tělesný tuk je tak pravděpodobně největším inhibitorem motorického výkonu.

Třetí testovanou hypotézou byl předpoklad, že se děti s nízkým množstvím tělesného tuku budou věcně nevýznamně odlišovat v testech motorické výkonnosti v porovnání od dětí normostenických, byl potvrzen.

Čtvrtou hypotézou byl předpoklad, že děti s latentní formou obezity budou dosahovat věcně horších výsledků v testech motorické výkonnosti v porovnání s dětmi s nízkým množstvím tělesného tuku a dětmi normostenickými, nebyl jako celek potvrzen. Latentně obézní děti dosahovaly v testu sed leh dokonce nejlepších výsledků v porovnání s ostatními skupinami, i když rozdíl nebyl významný.

Pátou hypotézou byl předpoklad, že děti s nadváhou a obezitou budou dosahovat horších výsledků v motorických testech v porovnání s dětmi s nízkým množstvím tělesného tuku a dětmi normostenickými, byl potvrzen.

Šestá hypotéza formulovala předpoklad, že se děti s latentní formou obezity nebudou ve výsledcích motorických testů významně lišit od dětí s nadváhou a obezitou.

Tento předpoklad nebyl potvrzen. U obou skupin je zmnožený tělesný tuk, ale skupina probandů s latentní formou obezity má oproti skupině s nadváhou a obezitou větší množství svalové hmoty, i když rozdíl není významný. Větší podíl svalstva by mohl vést k lepší motorické výkonnosti latentně obézních dětí.

Výsledky diplomové práce vedou k závěru, že zmnožený tělesný tuk negativně ovlivňuje motorický výkon už u dětí předškolního věku. Výkon pravděpodobně ovlivňuje i množství aktivní tělesné hmoty, potažmo svalstva, která na motorický výkon působí pozitivně, neboť skupina jedinců s nízkým množstvím tuku disponovala procentuálně nejvyšším podílem aktivní tělesné hmoty a dosahovala výsledků nejlepších. Naproti tomu skupina jedinců s nadváhou a obezitou, tedy s nízkým množstvím svalstva a se zmnoženou tukovou tkání, dosahovala nejhorších výsledků. Důvod, proč latentně obézní jedinci nedosáhli nejhorších výsledků, by mohl být ten, že mají oproti skupině probandů s nadváhou a obezitou větší množství svalstva.

Na závěr lze doporučit, aby v následujících studiích motorické výkonnosti dětí předškolního věku byly jejich dosažené výsledky v motorických testech vztahované k výškovému věku jedinců, protože by tato adjustace mohla eliminovat zkreslení jejich dosažených výsledků v testech motorické výkonnosti.

8 Seznam použitých zkratek

ANOVA analysis of variance (analýza rozptylu)

BAT brown adipose tissue (hnědá tuková tkáň)

BMI Body Mass Index

cm centimetr

CNS centrální nervová soustava

ECW extracellular water

FM fat mass (tuková hmota)

FFM fat-free mass (tukuprostá hmota)

FMS fundamental motor skills

ICW intracellular water

IL interleukin

IOTF International Obesity Task Force

LBM lean body mass (netučná tělesná hmota)

MBD Magnitude-Based Decisions

mm milimetr

NK nukleové kyseliny

OB obese

TBW total body water (celková tělesná voda)

TNF α tumor necrosis factor (tumor nekrotizující faktor)

WAT white adipose tissue (bílá tuková tkáň)

9 Seznam použité literatury

ABERNATHY, R. P., BLACK, D. R. (1996). Healthy body weights: an alternative perspective. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **63**(3 Suppl), 448-451.

ANTUNES, A. M., FREITAS, D. L., MAIA, J., HEDEKER, D., GOUVEIA, É. R., THOMIS, M., LEFEVRE, J., BARNETT, L. M. (2018). Motor performance, body fatness and environmental factors in preschool children. *Journal of Sports Sciences*, **36**(20), 2289-2295.

BARNETT, L. M., STODDEN, D., COHEN, K. E., SMITH, J. J., LUBANS, D. R., LENOIR, M., IIVONEN, S., MILLER, A. D., LAUKKANEN, A., DUDLEY, D., LANDERN, N. J., BROWN, H., MORGAN, P. J. (2016). Fundamental Movement Skills: An Important Focus. *Journal of Teaching in Physical Education*, **35**(3), 219-225.

BATTERHAM, A. M., HOPKINS, W. G. (2006). Making Meaningful Inferences About Magnitudes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **1**(1), 50-57.

BLÁHA, P., et al. (1990). *Antropometrie českých předškolních dětí ve věku od 3 do 7 let: Díl 1*. Praha: Ústav sportovní medicíny.

BLÁHA, P., et al. (1990). *Antropometrie českých předškolních dětí ve věku od 3 do 7 let: Díl 2*. Praha: Ústav sportovní medicíny.

BONVIN, A., BARRAL, J., KAKEBEEKE, T. H., KRIEMLER, S., LONGCHAMP, A., MARQUES-VIDAL, P., PUDER J. J. (2012). Weight status and gender-related differences in motor skills and in child care - based physical activity in young children. *BMC Pediatrics*, **12**(23).

BRAY, G. A. (1993). Fat Distribution and Body Weight. *Obesity: A Research Journal*, **1**(3), 203-205.

BROWN, T., LALOR A. (2009). The Movement Assessment Battery for Children—Second Edition (MABC-2): A Review and Critique. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics*, **29**(1), 86-103.

CANNON, B., NEDERGAARD, J. (2004). Brown adipose tissue: function and physiological significance. *Physiological Reviews: American Physiological Society*, **84**(1), 277-359.

CASTETBON, K., ANDREYEVA, T. (2012). Obesity and motor skills among 4 to 6-year-old children in the united states: nationally-representative surveys. *BMC Pediatrics*, **12**(28).

CLARKE, B. (2008). Normal bone anatomy and physiology. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, **3**(Suppl 3), 131-139.

COLE, T. J., BELLIZZI, M. C., FLEGAL, K. M., DIETZ, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*, **320**(7244), 1240-1243.

COLE, T. J. (2004). Children grow and horses race: is the adiposity rebound a critical period for later obesity?. *BMC Pediatrics*, **4**(1).

CYPESS, A. M., LEHMAN, S., WILLIAMS, G., TAL, I., RODMAN, D. (2009). Identification and Importance of Brown Adipose Tissue in Adult Humans. *The new england journal of medicine*, **360**(15), 1509-1517.

DAVIS, V. (1980). The Structure and Function of Brown Adipose Tissue in the Neonate. *JOGNN: Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing*, **9**(6), 368-372.

DAVISON, K. K., SUSMAN, E. J., BIRCH, L. L. (2003). Percent Body Fat at Age 5 Predicts Earlier Pubertal Development Among Girls at Age 9. *Pediatrics*, **111**(4), 815-821.

DVOŘÁKOVÁ, H. (1989). *Tělesná výchova v mateřské škole: dílčí metodická příručka k programu výchovné práce pro mateřské školy*. Praha: Naše vojsko.

DYLEVSKÝ, I. (2017). *Anatomie dítěte: Nipioanatomie 2. díl*. Praha: České vysoké učení technické v Praze.

ELLIS, K. J., SHYPAILO, R. J., ABRAMS, S. A., WONG, W. W. (2006). The Reference Child and Adolescent Models of Body Composition: A Contemporary Comparisona. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **904**(1), 374-382.

ENERBÄCK, S. (2010). Human Brown Adipose Tissue. *Cell Metabolism*, **11**(4), 248-252.

ERIKSSON, J. G., KAJANTIE, E., LAMPL, M., OSMOND, C., BARKER, D. J. P. (2014). Small head circumference at birth and early age at adiposity rebound. *Acta Physiologica*, **210**(1), 154-160.

ESTEVE RÁFOLS, M. (2014). Adipose tissue: Cell heterogeneity and functional diversity. *Endocrinología y Nutrición*, **61**(2), 100-112.

EVANS, W. J., CAMPBELL, W. W. (1993). Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. *The Journal of Nutrition*, **123**(2 Suppl), 465-468.

FIDANZA, F., KEYS, A., ANDERSON, J. T. (1953). Density of body fat in man and other mammals. *Journal of Applied Physiology: American Journal of Physiology*, **6**(4), 252-256.

FOMON, S. J., HASCHKE, F., ZIEGLER, E. E., NELSON, S. E. (1982). Body composition of reference children from birth to age 10 years. *American Journal of Clinical Nutrition*, **35**(5), 1169-1175.

FREITAS, A. S., FIGUEIREDO, A. J. B., FREITAS de, A. L. R., RODRIGUES, V. D, CUNHA da, A. A. C., DEUSDARÁ, F. F., SILVA e, M. J. C. (2014). Biological Maturation, Body Morphology and Physical Performance in 8–16 year-old obese girls from Montes Claros – MG. *Journal of Human Kinetics*, **43**(1), 169-176.

FRONTERA, W. R., OCHALA, J. (2014). Skeletal Muscle: A Brief Review of Structure and Function. *Calcified Tissue International: and Musculoskeletal Research*, **96**(3), 183-195.

GALLAHUE, D. L., OZMUN, J. C., GOODWAY, J. D. (2012). *Understanding Motor Development:: Infants, Children, Adolescents, Adults*. 7th ed. New York: McGraw-Hill Education.

GESSNER, K. (1551). *Conradi Gesneri medici Tigurini Historiae animalium lib.1. De quadrupedibus uiuparis*.

GESTA, S., TSENG, Y.-H., KAHN, C. R. (2007) Developmental Origin of Fat: Tracking Obesity to Its Source. *Cell*, **131**(2), 242-256.

GNACIŃSKA, M., MAŁGORZEWICZ, S., GUZEK, M., ŁYSIAK-SZYDŁOWSKA, W., SWORCZAK, K. (2010). Adipose tissue activity in relation to overweight or obesity. *Endokrynologia Polska*, **61**(2), 160-168.

GÓMEZ-HERNÁNDEZ, A., BENEIT, N., DÍAZ-CASTROVERDE, S., ESCRIBANO, Ó. (2016). Differential Role of Adipose Tissues in Obesity and Related Metabolic and Vascular Complications. *International Journal of Endocrinology*, **2016**, 1-15.

GRAUER, W. O., MOSS, A. A., CANN, C. E., GOLDBERG, H. I. (1984). Quantification of body fat distribution in the abdomen using computed tomography. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **39**(4), 631-637.

GRUNDY, S. M. (2015). Adipose tissue and metabolic syndrome: too much, too little or neither. *European Journal of Clinical Investigation*, **45**(11), 1209-1217.

GRUNDY, S. M., BREWER, H. B., CLEEMAN, J. I., SMITH, S. C., LENFANT, C. (2004). Definition of Metabolic Syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association Conference on Scientific Issues Related to Definition. *Circulation*, **109**(3), 433-438.

HAMILTON, M., LIU, T. ELGARHY, S. (2017). The Relationship Between Body Weight and Motor Skill Competence in Hispanic Low-SES Preschool Children. *Early Childhood Education Journal*, **45**(4), 529-535.

HANDS, B. P. (2012). How fundamental are fundamental movement skills? *Active & Healthy Magazine*, **19**(1), 14-17.

HAROUN, D., WELLS, J. C. K., WILLIAMS, J. E., FULLER, N. J., FEWTRELL, M. S., LAWSON, M. S. (2005). Composition of the fat-free mass in obese andnonobese children: matched case–control analyses. *International Journal of Obesity*, **29**(1), 29-36.

HEATON, J. M. (1972). The distribution of brown adipose tissue in the human. *Journal of Anatomy*, **112**(1), 35-39.

HEJCMANOVÁ, L., PRŮHOVÁ, Š. Neuropsychický vývoj. LEBL, J., PROVAZNÍK, K., HEJCMANOVÁ, L., et al. (2007). *Preklinická pediatrie*. 2., přeprac. vyd. Praha: Galén, s. 37-42.

HEYMSFIELD, S. B., WAKI, M., KEHAYIAS, J., LICHTMAN, S., DILMANIAN, F. A., KAMEN, Y., WANG, J., PIERSON Jr, N. R. (1991). Chemical and elemental analysis of humans in vivo using improved body composition models. *The American journal of fysiology*, **261**(2), 190-198.

HORÁK, L. (2018). *Četnost skrytě obézních předškoláků a jejich motorická výkonnost - vybrané populace dětí z 6 pražských mateřských škol*. Diplomová práce. Karlova Univerzita, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Praha.

CHUNG, S. (2017). Growth and Puberty in Obese Children and Implications of Body Composition. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, **26**(4), 243-250.

JANZ, K. F., BURNS, T. L., LEVY, S. M. (2005). Tracking of Activity and Sedentary Behaviors in Childhood: The Iowa Bone Development Study. *American Journal of Preventive Medicine*, **29**(3), 171-178.

KAKEBEEKE, T. H., LANZI, S., ZYSSET A. E., ARHAB, A., MESSERLI-BÜRGY, N., STUELB., K., LEEGER-ASCHMANN, C. S., SCHMUTZ, E. A., MEYER, A. H., KRIEMLER, S., MUNSCH, S., JENNI, O. G., PUDER, J. J. (2017). Association between Body Composition and Motor Performance in Preschool Children. *Obesity Facts: The European Journal of Obesity*, **10**(5), 420-431.

KERSHAW, E. E., FLIER, J. S. (2004). Adipose Tissue as an Endocrine Organ. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, **89**(6), 2548-2556.

KOPECKÝ, M., KIKALOVÁ K., CHARAMZA, J. (2016). Sekulární trend v tělesné výšce a hmotnosti dospělé populace v České republice. *Časopis lékařů českých*, **2016**(7), 357-364.

KRIŠTOFIČ, J. (2006). *Pohybová příprava dětí: koordinační a kondiční gymnastická cvičení*. Praha: Grada.

KRZYWICKI, H. J., CHINN, K. S. K. (1967). Human Body Density and Fat of an Adult Male Population as Measured by Water Displacement. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **20**(4), 305-310.

KUČERA, M., DYLEVSKÝ, I., et al. (1999). *Sportovní medicína*. Praha: Grada.

KUČERA, M., KOLÁŘ, P., DYLEVSKÝ, I. (2011). *Dítě, sport a zdraví*. Praha: GALÉN.

KUČERA, M. DYLEVSKÝ, I., et al. (1997). *Pohybový systém a zátěž*. Praha: Grada.

KYLE, U. G., EARTHMAN, C. P., PICHARD, C., COSS-BU, J. A. (2015). Body composition during growth in children: limitations and perspectives of bioelectrical impedance analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, **69**(12), 1298-1305.

LEBL, J. Růst a vývoj dítěte. LEBL, J., PROVAZNÍK, K, HEJCMANOVÁ, L., et al. (2007). *Preklinická pediatrie*. 2., přeprac. vyd. Praha: Galén, s. 3-5.

LEBL, J, KRÁSNIČANOVÁ, H. Vývoj lidského jedince od narození do dospělosti. LEBL, J., PROVAZNÍK, K., HEJCMANOVÁ, L., et al. (2007). *Preklinická pediatrie*. 2., přeprac. vyd. Praha: Galén, s. 7-21.

LHOTSKÁ, L., BLÁHA, P., VIGNEROVÁ, J., ROTH, Z., PROKOPEC, M. (1993). *V. CELOSTÁTNÍ ANTROPOLOGICKÝ VÝZKUM DĚTÍ A MLÁDEŽE 1991 (ČESKÉ ZEMĚ): Antropometrické charakteristiky*. Praha: Státní zdravotní ústav.

LÜLLMANN-RAUCH, R. (2012). *Histologie*. Praha: Grada.

MALÁ, H., KLEMENTA, J. (1985). *Biologie dětí a dorostu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

MALINA, R. M., BOUCHARD, C. (1991). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.

MALINA, R. M., BOUCHARD, C., BAR-OR, O. (2004). *Growth, Maturation, and Physical Activity*. 2nd edition. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.

MARCOVECCHIO, M. L., CHIARELLI, F. (2013). Obesity and Growth during Childhood and Puberty. *World Review of Nutrition and Dietetics: Nutrition and Growth*, **106**, 135-141.

MARTIN, R., SALLER, K. (1957). Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung mit besonderer Berücksichtigung der anthropologischen methoden. Stuttgart: G. Fischer, 4 v.

MATIEGKA, J. (1921). The testing of physical efficiency. *American Journal of Physical Anthropology*, **4**(3), 223-230.

MĚKOTA, K., BLAHUŠ, P. (1983). *Motorické testy v tělesné výchově*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

MĚKOTA, K., CUBEREK, R. (2007). *Pohybové dovednosti - činnosti - výkony*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

MĚKOTA, K., KOVÁŘ, R., CHYTRÁČKOVÁ, J., GAJDA, V., KOHOUTEK, M., MORAVEC, R. (2002). *UNIFITTEST (6-60): příručka pro manuální a počítačové hodnocení základní motorické výkonnosti a vybraných charakteristik tělesné stavby mládeže a dospělých v České republice*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.

MĚKOTA, K., NOVOSAD, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

MIRTZ, T. A., CHANDLER, J. P., EYERS, CH. M. (2011). The Effects of Physical Activity on the Epiphyseal Growth Plates: A Review of the Literature on Normal Physiology and Clinical Implications. *Journal of Clinical Medicine Research*, **3**(1), 1-7.

MOORE, F. D., BOYDEN, C. M. (1963). BODY CELL MASS AND LIMITS OF HYDRATION OF THE FAT-FREE BODY: THEIR RELATION TO ESTIMATED SKELETAL WEIGHT. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **110**(1), 62-71.

MOND, J. M., H. STICH, H., HAY, P. J., KRAEMER, A., BAUNE, B. T. (2007). Associations between obesity and developmental functioning in pre-school children: a population-based study. *International Journal of Obesity*. **31**(7), 1068-1073.

MORANO, M., COLLELA, D., CAROLI, M. (2011). Gross motor skill performance in a sample of overweight and non-overweight preschool children. *International Journal of Pediatric Obesity*, **6**(S2), 42-46.

MUSÁLEK, M., KOKSTEJN, J., PAPEZ, P., JÍROVEC, J., HONSOVÁ, Š. (2017a). Relation Between Percent Body Fat and Fundamental Motor Skills in Pre-School Children age 3-6 years. *Sport Mont*, **15**(2), 9-13.

MUSÁLEK, M., KOKSTEJN, J., PAPEZ, P., SCHEFFLER, C., MUMM, R., CZERNITZKI, A. F., KOZIEL, S. (2017b). Impact of normal weight obesity on fundamental motor skills in pre-school children aged 3 to 6 years. *Anthropologischer Anzeiger: Journal of Biological and Clinical Anthropology*, **74**(3), 203-212.

MUSÁLEK, M., PAŘÍZKOVÁ, J., GODINA, E., BONDAREVA, E., KOKŠTEJN, J., JÍROVEC, J., VOKOUNOVÁ, Š. (2018). Poor Skeletal Robustness on Lower Extremities and Weak Lean Mass Development on Upper Arm and Calf: Normal Weight Obesity in Middle-School-Aged Children (9 to 12). *Frontiers in Pediatrics*, **6**(371), 1-8.

MUSHA, D. (1956). Studies on Body Water in Man: I. Total Body Water in Normal Subjects and Edematous Patients. *The Tohoka Journal of Experimental Medicine*, **63**(4), 309-317.

NOVAK, L. P. (1972). Aging, Total Body Potassium, Fat-free Mass, and Cell Mass in Males and Females Between Ages 18 and 85 Years. *Journal of Gerontology*, **27**(4), 438-443.

OLDS, T. S. (2009). One million skinfolds: secular trends in the fatness of young people 1951–2004. *European Journal of Clinical Nutrition*, **63**(8), 934-946.

OLIVEROS, E., SOMERS, V. K., SOCHOR, O., GOEL, K., LOPEZ-JIMENEZ, F. (2014). The Concept of Normal Weight Obesity. *Progress in Cardiovascular Diseases*, **56**(4), 426-433.

OSEID, S., BECK-NIELSEN, H., PEDERSEN, O., SØVIK, O. (1977). Decreased Binding of Insulin to Its Receptor in Patients with Congenital Generalized Lipodystrophy. *The New England Journal of Medicine*, **296**(5), 245-248.

OSTOJIC, S. M., STOJANOVIC, M. D., MILOSEVIC, Z., JORGA, J., GRUJIC, S. (2014). Prevalence of Obesity and Association between Body Fatness and Aerobic Fitness in Serbian Preschool Children. *Obesity Epidemic*, 53-66.

ORTEGA, F. B., CADENAS-SÁNCHEZ, C., SÁNCHEZ-DELGADO, G., MORA-GONZÁLEZ, J., MARTÍNEZ-TÉLLEZ, B., ARTERO, E. G., CASTRO-PIÑERO, J. LABAYEN, I., CHILLÓN, P., LÖF, M., RUIZ, J. R. (2015). Systematic Review and

Proposal of a Field-Based Physical FitnessTest Battery in Preschool Children: The PREFIT Battery. *Sports Medicine*, **45**(4), 533-555.

PALOU, A., PICÓ, C., BONET, M. L., OLIVER, P. (1998). The uncoupling protein, thermogenin. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, **30**(1), 7-11.

PAŽÍZKOVÁ, J. (1998). Interaction between physical activity and nutrition early in life and their impact on later development. *Nutrition Research Reviews*, **11**(1), 71-90.

PAŘÍZKOVÁ, J. (1961). Total body fat and skinfold thickness in children. *Metabolism*, **10**, 794-807.

PAŘÍZKOVÁ, J. (2010). *Nutrition, physical activity, and health in early life*. 2nd edition. Boca Raton: CRC Press.

PAŘÍZKOVÁ, J. (2014). Fatness and fitness related to exercise in normal and obese children and adolescents. *Journal of King Saud University – Science*, **26**(4), 245-253.

PAŘÍZKOVÁ, J., LISÁ, L. (2007). *Obezita v dětství a dospívání: terapie a prevence*. Praha: Galén.

PAŘÍZKOVÁ, J., MACKOVÁ, E., KÉBELE, J., MACKOVÁ, J., ŠKOPKOVÁ, M. (1986). Body Composition, Food Intake, Cardirespiratory Fitness, Blood Lipids and Psychological Development in Highly Active and Inactive Preschool Children. *Human Biology*, **58**(2), 261-273.

PAŘÍZKOVÁ, J., SEDLAK, P., DVOŘÁKOVÁ, H., LISÁ, L., BLÁHA, P. (2012). Secular Trends of Adiposity and Motor Abilities in Preschool Children. *Journal of Obesity & Weight Loss Therapy*, **2**(153).

PASTUCHA, D. Potřeba pohybu v dětském věku. PASTUCHA, D., FILIPČÍKOVÁ, R., BEZDIČKOVÁ, M., BLAŽKOVÁ, Z., HYJÁNEK, J. (2011). *Pohyb v terapii a prevenci dětské obezity*. Praha: Grada, s. 41-50.

PEDERSEN, B. K., FEBBRAIO, M. A. (2012). Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology*, **8**(8), 457-465.

PERIČ, T., DOVALIL, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada.

PRIOR, B. M., MODLESKY, CH. M., EVANS E. M, SLONIGER, M. A., SAUNDERS, M. J, LEWIS, R. D., KIRK, J. (2001). Muscularity and the density of the fat-free mass in athletes. *Journal of Applied Physiology*, **90**(4), 1523-1531.

PROKOPEC, M., BENEŠ, J., FABRYOVÁ, E., LORENCOVÁ, A., KROUPOVÁ, Z, TRONÍČEK, CH. et al. (1977). Výška hmotnost a tloušťka dvou kožních řas u obyvatelstva ČSSR ve věku od 15 do 65 let. *Teor. Praxe těl. Vých*, **25**, 141–148.

RIEGEROVÁ, J., PŘIDALOVÁ, M., ULBICHOVÁ, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. Třetí vydání. Hanex: Olomouc.

ROLLAND-CACHERA, M. F., DEHEEGER, M., MAILLOT, M., BELLISLE, F. (2006). Early adiposity rebound: causes and consequences for obesity in children and adults. *International Journal of Obesity volume*, **30**, 11-17.

ROMERO-CORRAL, A., SOMERS, V. K., SIERRA-JOHNSON, J., THOMAS, R. J., BAILEY, K. R., COLLAZO-CLAVELL, M. L., ALLISON, T. G., KORINEK, J., BATSIS, J. A., LOPEZ-JIMENEZ, F. (2008). Accuracy of Body Mass Index to Diagnose Obesity In the US Adult Population. *International Journal of Obesity*, **32**(6), 959-966.

RUTH, J. L., WASSNER, S. J. (2006). Body Composition: Salt and Water. *Pediatrics in Review: An Official Journal of the American Academy of Pediatrics*, **27**(5), 181-188.

RYLANDER, E. (1969). Brown Adipose Tissue and Thermoregulation. *Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica*, **48**(s3), 97-98.

SEDLAK, P., PAŘÍZKOVÁ, J., DANIŠ, R., DVOŘÁKOVÁ, H., VIGNEROVÁ, J. (2015). Secular Changes of Adiposity and Motor Development in Czech Preschool Children: Lifestyle Changes in Fifty-Five Year Retrospective Study. *BioMed Research International*, **2015**(1), 1-9.

SEDLAK, P., PAŘÍZKOVÁ, J., PROCHÁZKOVÁ, L., CVRČKOVÁ, L., DVOŘÁKOVÁ, H. (2017). Secular Changes of Adiposity in Czech Children Aged from 3 to 6 Years: Latent Obesity in Preschool Age. *BioMed Research International*, **2017**(1), 1-9.

SEIP, M., TRYGSTAD, O. (1996). Generalized lipodystrophy, congenital and acquired (lipoatrophy). *ACTA PAEDIATRICA: NURTURING THE CHILD*, **85**(s413), 2-28.

SHAH, A. H., BILAL, R. (2009). Body Composition, its Significance and Models for Assessment. *Pakistan Journal of Nutrition*, **8**(2), 198-202.

SCHAROUN, S. M., BRYDEN P. J. (2014). Hand preference, performance abilities, and hand selection in children. *Frontiers in Psychology*, **5**(82).

SCHOELLER, D. A. (1989). Changes in total body water with age. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **50**(5), 1176-1181.

SIERVO, M., JEBB, A. S. (2010). Body Composition Assessment: Theory into Practice: Introduction of Multicompartment Model. *IEEE Xplore: IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, **29**(1), 48-59.

SIITERI, P. K. (1987). Adipose tissue as a source of hormones. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **45**(1), 277-282.

SNIJDER, M. B., DEKKER J. M., VISSER, M., BOUTER, L. M., STEHOUWER, C. D. A., KOSTENSE, P. J., YUDKIN, J. S., HEINE, R. J, NIJPELS, G., SEIDELL, J. C. (2003). Associations of hip and thigh circumferences independent of waist circumference with the incidence of type 2 diabetes: the Hoorn Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **77**(5), 1192-1197.

SOLTYSOVA, T., BELLISLE, F. (1994). Nutrition in ten-year-old children of the Liberec area (Czech Republic). *Annals of Nutrition and Metabolism*, **38**(3), 152-157.

SOUKUP, P. (2013). Věcná významnost výsledků a její možnosti měření. *Data a výzkum – SDA Info*, **7**(2), 125-148.

ST-ONGE, M.-P., GALLAGHER, D. (2010). Body composition changes with aging: The cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation?, *Nutrition*. **26**(2), 152-155.

ŠMAHEL, Z. (2001). *Principy, teorie a metody auxologie*. Praha: Karolinum. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze.

TAICHMAN, R. S. (2005). Blood and bone: two tissues whose fates are intertwined to create the hematopoietic stem-cell niche. *Blood: Journal of the American Society of Hematology*, **105**(7), 2631-2639.

TAN, S., CHEN, CH., SUI, M., XUE, L., WANG, J. (2017). Exercise Training Improved Body Composition, Cardiovascular Function, and Physical Fitness of 5-Year-Old Children With Obesity or Normal Body Mass. *Pediatric Exercise Science*, **29**(2), 245-253.

TARTAGLIA, L. A., DEMBSKI, M., WENG, X., DENG, N., CULPEPPER, J., DEVOS, R., RICHARDS, G. J., CAMPFIELD, L. A., CLARK, F. T., DEEDS, J., MUIR, C., SANKER, S., MORIARTY, A., MOORE, K. J., SMUTKO, J. S., MAYS, G. G., WOOL, E. A., MONROE, CH. A., TEPPER, R. I. (1995). Identification and expression cloning of a leptin receptor, OB-R. *Cell: PRESS*, **83**(7), 1263-1271.

TRAYHURN, P., BEATTIE, J. H. (2001). Physiological role of adipose tissue: white adipose tissue as an endocrine and secretory organ. *Proceedings of the Nutrition Society*, **60**(3), 329-339.

TROST, S. G., SIRARD, J. R., DOWDA, M, PFEIFFER, K. A., PATE, R. R. (2003). Physical activity in overweight and nonoverweight preschool children. *International Journal of Obesity*, **27**(7), 834-839.

TWOROWSKA-BARDZIŃSKA, U., KUBICKA, E., ŚLĘZAK, R., MIELCAREK, M., BEDNAREK-TUPIKOWSKA, G., BOLANOWSKI, M., MILEWICZ, A. (2009). Lack of relationship between 174G_C promoter polymorphism of the IL-6 gene and indices of metabolic syndrome in non-obese healthy subjects. *Endokrynologia Polska*, **60**(3), 172-179.

ULRICH, D. A. (2000). *Test of gross motor development: Examiner's Manual*. Second Edition. Austin: pro-ed.

VÁGNEROVÁ, M. (2012). *Vývojová psychologie: dětství a dospívání*. Vyd. 2., dopl. a přeprac. Praha: Karolinum.

VAJNER, L., UHLÍK, J., KONRÁDOVÁ, V. (2010). *Lékařská histologie I.: Cytologie a obecná histologie*. Praha: Karolinum.

WANG, Z., HESHKA, S., WANG, J., WIELOPOLSKI, L., HEYMSFIELD, S. B. (2003). Magnitude and variation of fat-free mass density: a cellular-level body composition modeling study. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, **284**(2), 267-273.

WANG, Z., PI-SUNYER, F. X., KOTLER, D. P., WIELOPOLSKI, L., WITHERS, R. T., PIERSON Jr, R. N., HEYMSFIELD, S. B. (2002). Multicomponent methods: evaluation of new and traditional soft tissue mineral models by in vivo neutron activation analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **76**(5), 968-974.

WEBSTER, E. K., MARTIN, C. K., STAIANO, A. E. (2019). Fundamental motor skills, screen-time, and physical activity in preschoolers. *Journal of Sport and Health Science*, **8**(2), 114-121.

WELLS, J. C. K., FEWTRELL, M. S. (2006). Measuring body composition. *Archives of Disease in Childhood*, **91**(7), 612-617.

WELLS, J. C. K., FULLER N. J., DEWIT, O., FEWTRELL, M. S., ELIA, M., COLE, T. J. (1991). Four-component model of body composition in children: density and hydration of fat-free mass and comparison with simpler models. *American Journal of Clinical Nutrition*, **69**(5), 904-912.

WERNECK, A. O., SILVA, D. R. P., COLLINGS, P. J., FERNANDES, R. A, RONQUE, E. R. V., COELHO-E-SILVA, M. J., SARDINHA, L. B., CYRINO, E. S. (2017). Birth weight, biological maturation and obesity in adolescents: a mediation analysis. *Journal of Developmental Origins of Health and Disease*, **8**(04), 502-507.

WILLIAMS, H. G., PFEIFFER, K. A., O'NEILL, J. R., DOWDA, M., MCIVER, K. L., BROWN, W. H., PATE, R. R. (2008). Motor Skill Performance and Physical Activity in Preschool Children. *Obesity*, **16**(6), 1421-1426.

ZENG, N., AYYUB, M., SUN, H., WEN, X., XIANG, P., GAO, Z. (2017). Effects of Physical Activity on Motor Skills and Cognitive Development in Early Childhood: A Systematic Review. *BioMed Research International*, **2017**, 1-13.

ZHANG, Y., PROENCA, R., MAFFEI, M., BARONE, M., LEOPOLD, L., FRIEDMAN, J. M. (1994). Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature: International journal of science*, **372**(6505), 425-432.

ZVONAŘ, M., DUVAČ, I., SEBERA, M., VESPALEC, T., KOLÁŘOVÁ, K., MALEČEK, J. (2011). *Antropomotorika pro magisterský program tělesná výchova a sport*. Brno: Masarykova univerzita.

9.1 Webové stránky

URL 1: http://www.yourhormones.info/glands/adipose-tissue/

URL 2: http://classroom.kleinisd.net/default.aspx?HaudePhysicalEducation/Fitnessgram

URL 3: https://fu.ff.cuni.cz/STAT/17_testy_stredni_anova.html

URL 4: https://www.statisticshowto.datasciencecentral.com/dunns-test/

URL 5: https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn3/ttest.htm

URL 6: http://homepage.cs.uiowa.edu/~jblang/probability.calculators/t.table.htm?fbclid=IwAR17-KwI74Birb0vdq1l-Zhoa5OhJ7BTaTmU4IR1JeFAYJzp_uLHL1OVDRQ