

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

ANALÝZA POHYBOVÉ AKTIVITY DĚTÍ NA ZÁKLADĚ SUROVÝCH DAT Z AKCELEROMETRU
Diplomová práce

Autor: Bc. Nikola Kozumplíková
tělesná výchova – biologie
Školitel: doc. Mgr. Aleš Gába, Ph.D.
Olomouc 2020

Jméno a příjmení autora: Bc. Nikola Kozumplíková

Název diplomové práce: Analýza pohybové aktivity dětí na základě surových dat z akcelerometru

Vedoucí diplomové práce: doc. Mgr. Aleš Gába, Ph.D.

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

Rok obhajoby diplomové práce: 2021

Abstrakt: Cílem diplomové práce byla analýza pohybové aktivity dětí na základě surových dat z akcelerometru. V rámci dílčích cílů byla porovnána pohybová aktivita dětí rozdělených do různých kategorií na základě faktorů pohybové aktivity. Výzkumný soubor práce byl tvořen celkem 168 žáky ze 4 základních škol, u nichž byla během 7 po sobě jdoucích dní měřena pohybová aktivita. Měření probíhalo prostředním akcelerometru ActiGraph wGT3-BT. Výsledky ukázaly, že mezi významné faktory ovlivňující úroveň pohybové aktivity dětí patří především pohlaví a věk jedince, dále neorganizovaná PA a délka spánku. Aktivní transport do a ze školy, organizovaná pohybová aktivita a screen-time se ukázaly být významnými faktory především u pohybových aktivit nízké intenzity. Zároveň bylo zjištěno, že úroveň tělesné hmotnosti není zásadním faktorem pohybové aktivity.

Klíčová slova: pohybová aktivita, děti, surová data, akcelerometr, faktory pohybové aktivity

Diplomová práce byla zpracována za podpory projektu GAČR 18-09188S: Využití analýzy kompozičních dat pro hodnocení kombinovaného efektu pohybové aktivity, sedavého chování a spánku na dětskou obezitu.

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovnických služeb.

Author's first name and surname: Bc. Nikola Kozumplíková

Title of the master thesis: Analysis of PA of children based on raw data obtained from accelerometers.

Supervisor: doc. Mgr. Aleš Gába, Ph.D.

Department: Department of Natural Sciences Kinanthropology

The year of presentation: 2021

Abstract: The goal of the master thesis was the analysis of PA of children based on raw data obtained from accelerometers. Within the partial goals, the PA of pupils was compared on the basis of PA factors. The research set of work consisted of a total of 168 primary school pupils, for whom PA was measurement during 7 consecutive days. The measurement was performed with a accelerometer ActiGraph wGT3X-BT. The results showed that the important factors positively influencing the level of PA of children. Include mainly the sex and age of the individual, as well as unorganized PA and sleep duration. Active transport to and from school, organized PA and screen-time proved to be factors mainly influencing the level of LPA. At the same time, it was found that the level of body weight does not have a significant effect on PA

Keywords: physical activity, children, accelerometer, raw data, factors of physical activity

This master thesis was made in pursuance of the project called: „Utilization of compositional data analysis for evaluation of combined effect of physical activity, sedentary behavior and sleeping on children's obesity“ (GAČR 18-09188S).

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Touto cestou bych chtěla poděkovat zejména doc. Mgr. Aleši Gábovi Ph.D., vedoucímu diplomové práce, za cenné rady, odborné vedení, čas a trpělivost, kterou mi během tvorby práce poskytnul. Dále bych chtěla poděkovat všem pracovníkům Univerzity Palackého v Olomouci, kteří se podíleli na realizaci výzkumu.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením doc. Mgr. Aleše Gáby Ph.D. a uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

v Olomouci dne

.....

Obsah

1 Úvod	8
2. Syntéza poznatků	9
2.1 Pohybová aktivita	9
2.1.1 Pohybová aktivita dětí	9
2.1.2 Doporučení pohybové aktivity	9
2.1.3 Koreláty a determinanty pohybové aktivity	11
2.2 Parametry pohybové aktivity	16
2.2.1 Fyziologické parametry pohybové aktivity	16
2.2.2 Fyzikální parametry pohybové aktivity	18
2.3 Monitorování pohybové aktivity	20
2.3.1 Sebehodnotící metody	21
2.3.2 Kriteriaální standardy	22
2.3.3 Monitorování pohybové aktivity v terénních podmínkách	23
3 Cíle.....	28
3.1 Dílčí cíle.....	28
3.2 Výzkumné hypotézy	28
4 Metodika.....	31
4.1 Výzkumný soubor	31
4.2 Monitoring pohybové aktivity	31
4.3 Statistická analýza	32
5 Výsledky.....	34

5.1 Charakteristika výzkumného souboru.....	34
5.2 Rozdíly v pohybové aktivitě.....	36
5.2.1 Pohlaví a věk jedince	36
5.2.2 Úroveň tělesné hmotnosti.....	39
5.2.3 Aktivní transport.....	40
5.2.4 Organizovaná a neorganizovaná pohybová aktivita.....	42
5.3.5 Screen-time	45
5.3.4 Délka spánku	47
6 Diskuze	49
6.1 Pohlaví a věk.....	49
6.2 Úroveň tělesné hmotnosti.....	50
6.3 Aktivní transport.....	50
6.4 Organizovaná a neorganizovaná pohybová aktivita.....	51
6.5 Screen-time	51
6.6 Délka spánku	51
6.7 Přínosy a limity diplomové práce	52
7 Závěry	53
8 Souhrn	55
9 Summary.....	56
10 Referenční seznam.....	57

1 Úvod

V současné době dochází k výrazným změnám životního stylu u všech věkových kategorií (Neuls & Frömel, 2016). Vzniká životní styl vedoucí k výskytu chronických neinfekčních onemocnění jako je diabetes mellitus 2. typu, srdeční choroby nebo třeba obezita. Takový životní styl se vyznačuje nejen špatnými stravovacími návyky, kouřením, pitím alkoholu a užíváním návykových látek, ale také nedostatkem pohybové aktivity (dále jen PA) (Kalman et al., 2011). PA může být chápána jako jedna z nejzákladnějších životních potřeb a funkcí člověka (Kudláček, 2015). Navzdory tomu, že jsou její benefity velmi dobře známy (Sigmundová & Sigmund, 2015), je v současné době PA nahrazována sedavým způsobem života (Kudláček, 2015). K sedavému chování má člověk sklony především díky modernímu způsobu života. Ten se vyznačuje tím, že chůzi a jízdu na kole do zaměstnání, popřípadě do školy nahradily automobily, volný čas se tráví seděním u počítače nebo televize a sezení se lidé nevyhýbají ani během školní výuky nebo pracovní doby (Kudláček, 2015). Neuls a Frömel (2016) proto dodávají, že je nezbytné nejen upozorňovat na benefity dostatečného množství PA, ale i na negativní dopady pohybové inaktivity a brát ji jako abnormalitu. Při prevenci vzniku pohybové inaktivity je také nesmírně důležité se zaměřit na děti a dospívající. Nejen, že pohybové chování a životní styl v dospělosti je výsledkem vývoje v dětství a dospívání (Kalman et al., 2011), ale i z důvodu, že by měla být PA součástí zdravého růstu a vývoje dítěte (Sigmundová & Sigmund, 2015). Dostatečná PA je u dětí nezbytná ke správnému vývoji jejich tělesných, kognitivních a fyziologických funkcí (Aubert et al., 2018).

V poslední době bylo vyvinuto značné úsilí při snaze nalézt účinnou podporu pohybové aktivity u mladých lidí, avšak jen málo studií bylo účinných (Fairclough et al., 2012). Důležité je si uvědomit, že úroveň a množství pohybové aktivity u dětí a dospívajících je ovlivňováno i prostředím a skupinou do které jedinec patří, a ve kterém vyrůstá (Kalman et al., 2011). Pozornost při zkoumání PA dětí a adolescentů je proto zaměřována nejen na aspekt věku, pohlaví, ale také na socioekonomický status, individuální životní styl a enviromentalistiku (Neuls & Frömel, 2016). Fairclough et al. (2012) navíc dodává, že je nezbytné se zaměřit a pochopit roli behaviorálních faktorů. Z tohoto důvodu se diplomová práce v rámci dílčích cílů nezaměřuje pouze na individuální koreláty jako je věk a pohlaví. Zaměřuje se i na ty koreláty, které potenciálně souvisí s fyzickou aktivitou mládeže a jsou nejvíce přístupné změnám. Jedná se např. o využití aktivního transportu, účast v neorganizované a organizované PA, délku spánku a množství stráveného času u televize, počítače nebo chytrého telefonu (tedy tzv. screen-time).

2. Syntéza poznatků

2.1 Pohybová aktivita

Pohybová aktivita (dále jen PA) je pojem vyjadřující jakýkoliv pohyb těla způsobený činností kosterního svalstva. Během takto vykonaného pohybu dochází ke zvýšení výdeje energie nad klidovou úroveň (Sirard & Pate, 2001). Množství vydané energie přitom závisí na intenzitě PA, množství zapojené svalové hmoty, frekvenci a době trvání svalové kontrakce (Shephard & Tudor-Locke, 2016).

V charakteristice běžného lidského života však začíná nad PA pomalu převažovat pohybová inaktivita a sedavé chování (dále jen SB), (Sigmundová & Sigmund, 2015). SB rozumíme nejen vysedávání u počítače, sledování televize, chytrých mobilních telefonů a hraní videoher (označováno jako tzv. screen-time), ale i cestování dopravními prostředky. V podstatě se jedná o činnosti, u kterých je energetický výdej nižší než 1,5 MET (Tremblay et al., 2017). Pohybová inaktivita pak vyjadřuje situaci, kdy jedinec nesplňuje denní doporučení o množství realizované PA střední až vysoké intenzity (dále jen MVPA), (Sigmundová & Sigmund, 2015).

Tento trend je poněkud znepokojující, neboť PA je základním projevem života (Sigmundová & Sigmund, 2015) a především u dětí je nezbytná pro správný vývoj jejich tělesných, fyziologických a kognitivních funkcí (Aubert et al., 2018).

2.1.1 Pohybová aktivita dětí

Přesto, že by PA měla být pro děti přirozená, spontánní činnost (Harrison, Burns, McGuinness, Heslin, & Murphy, 2006), tak se jejich současný životní styl vyznačuje velkým množstvím pasivně tráveného času (Harrison et al., 2006). Pěší chůze a jízda na kole do školy nahradily automobily a hromadné dopravní prostředky (Hills, Andersen, & Byrne, 2011) a hraní venku s kamarády vystřídalo sezení u televize, počítačů a chytrých mobilních telefonů. Výsledkem je, že pouze minimum volného času připadá na aktivní pohyb (Harrison et al., 2006).

2.1.2 Doporučení pohybové aktivity

V současné době existuje velké množství studií potvrzujících pozitivní vliv PA na zdraví nejen dospělých jedinců, ale i adolescentů a dětí. Při snaze o zprostředkování informací o způsobu dosažení pozitivního efektu PA veřejnosti, vznikají doporučení pro množství PA vykonané za den, popřípadě týden. Velká většina z nich je založena na tzv. FITT charakteristice, tedy frekvenci, intenzitě, době trvání (time) a typu PA (Sigmundová & Sigmund, 2015):

1.) Frekvence PA

Udává množství PA vykonané za den, případně týden. Ve vztahu PA ke zdraví udává počet PA trvajících déle jak 10 min (Strath et al., 2013).

2.) Intenzita PA

Vyjadřuje metabolickou náročnost PA. Bývá zjišťována prostřednictvím fyziologických (srdeční frekvence, maximální spotřeba kyslíku atd.), subjektivních (pocity vnímané námahy, schopnost mluvení během PA atd.) a fyzikálních parametrů PA (krokovou kadencí, změnám gravitačního zrychlení atd.) (Strath et al., 2013).

3.) Doba trvání PA

Označuje dobu, po kterou byla PA vykonávána. Je uváděna v minutách nebo hodinách a zaznamenává se její hodnota za určité časové období (den, týden, měsíc nebo rok), (Strath et al., 2013).

4.) Typ PA

Charakterizuje prováděnou pohybovou činnost. Určuje, zda se jedná např. chůzi, běh, jízdu na kole, lyžování atd. Popisuje i fyziologické (aerobní, anaerobní PA) a biomechanické (silový, koordinační trénink atd.) vlastnosti prováděné PA (Strath et al., 2013).

Pro děti bylo původně doporučeno 30 min MVPA denně. Avšak toto množství se ukázalo jako nedostačující prevence výskytu obezity. Množství doporučené MVPA se tak zvýšilo na 60 min/den, což u dětí školního věku odpovídá přibližně 11 000–15 000 kroků/den. V současné době je však zastáván názor, že pro pozitivní vliv PA na kardiovaskulární systém dětí a dospívajících, je nezbytné strávit v MVPA minimálně 90 min/den (Sigmundová a Sigmund, 2015). Janssen (2007) pak doporučuje, aby těchto 90 minut bylo rozděleno na 60 min PA střední intenzity jako je bruslení nebo jízda na kole a 30 min PA vysoké intenzity (dále jen VPA), tedy např. na běh nebo fotbal. Zároveň je nezbytné PA přizpůsobit fyziologickému a kognitivnímu vývoji dítěte.

Pozornost při výběru PA by se měla věnovat především pohybovému systému. V tomto věku svalová hmota tvoří pouze 28 % tělesné hmotnosti a obsahuje menší množství bílkovin, než je typické pro dospělého jedince. Navíc stále probíhá růst a osifikace kostí. Z těchto důvodů se nedoporučuje souvislý silový trénink s využitím vnějšího odporu. Nedoporučuje se ani PA vytrvalostního charakteru, a to z důvodu snížené schopnosti termoregulace organismu (Dylevský, 2000).

Cílem PA v tomto věku by mělo být hlavně dítě zaujmout, neboť PA doprovázená emočním zážitkem je lépe zapamatovatelná a snáze osvojitelná (Vágnerová, 2005). K tomu je vhodné střídání

krátkodobých intenzivní aktivity, především různých pohybových her. I Janssen (2007) uvádí, že doporučené množství 90 min MVPA za den, by mělo být rozděleno do několika cca 10 min dlouhých period.

Sprenghler, Buck, Hebestreit a Wirsik a Ahrens (2019) uvádí, že až dvě třetiny žáků základních škol nedodrží výše zmíněná doporučení. To je poněkud zarážející, protože pohybová inaktivita je spojována s výskytem nižší fyzické i mentální zdatnosti v pozdějším věku (Aubert et al., 2018). Tento vzorec pohybového chování navíc bývá nejčastější příčinou vzniku dětské nadváhy a obezity (Harrison et al., 2006). Marinov (2014) uvádí, že v České republice trpí každé čtvrté dítě nadváhou a každé sedmé obezitou. V rámci celosvětového měřítka pak trpí dětskou obezitou až 42 miliónů dětí mladších 5 let (Marinov, 2014). Fyzická nečinnost tak výrazně přispívá k rozvoji civilizačních onemocnění. Z tohoto důvodu je nezbytné přijít na to, proč jsou někteří lidé pohybově aktivní a jiní ne. Příčiny by mohly být zjištěny pomocí korelátů (faktory spojené s aktivitou) a determinantů PA (příčinné vztahy) (Bauman et al., 2012).

2.1.3 Koreláty a determinanty pohybové aktivity

2.1.3.1 Individuální koreláty

Pohlaví

Sterdt, Liersch a Walt (2013) uvádí, že základním individuálním korelátem je pohlaví jedince. Valach, Frömel, Jakubec, Benešová a Salcman (2017) přitom tvrdí, že chlapci jsou pohybově aktivnější než dívky. Podle nich celková PA u chlapců činí 6 692 MET-min/týden, zatímco u dívek je pouze 5 415 MET-min/týden. Stejného názoru je i Fairclough et al. (2012), který uvádí, že chlapci se daleko lépe zapojují do většiny PA. Důvodem můžou být lépe rozvinuté motorické dovednosti. Kudláček (2015) však přišel k opačným závěrům a uvádí, že mezi žáky a žákyněmi základních škol neexistují signifikantní rozdíly v množství vykonané PA.

Steene-Johannessen et al. (2020) navíc dodává, že mezi chlapci a dívkami existují rozdíly nejen v množství vykonané PA, ale taky v její intenzitě. S čímž souhlasí i Neuls a Frömel (2016) a Fairclough et al. (2012), který dodává, že ve školní dny (tedy dny, kdy převažuje krátkodobá VPA), byly rozdíly daleko vyšší než o víkendech, kdy děti trávily čas především v LPA (Fairclough et al., 2012).

Věk

Dalším významným individuálním korelátem je věk jedince (Fairclough et al., 2012). Pate et al. (2009) uvádí, že úroveň PA má tendenci s rostoucím věkem klesat. Bylo zjištěno, že PA u dívek ve věku 12–14 let klesala přibližně o 4 % ročně. V ostatních studiích však byly zaznamenány ještě výraznější poklesy PA, kdy u dívek mezi 9-19 rokem života klesla PA ve volném čase až o 83 %, což odpovídá úbytku 8 % za rok (Kim in Pate et al., 2009). Podobný výsledek byl zaznamenán i u chlapců a dívek

v období mezi 8-16 rokem života, kdy došlo s každým rokem k poklesu PA o 6,8–7,6 % (McMurray in Pate et al., 2009). Statisticky významné rozdíly byly zaznamenány i u českých dívek a chlapců ve věku 11-15 let. V obou případech byli mladší jedinci pohybově aktivnější než starší (Kalman et al., 2011). Neuls a Frömel (2016) dále uvádí, že se zvyšujícím se věkem klesá nejen množství PA, ale i její intenzita. Zároveň dodává, že není jasné období, během kterého dochází k největšímu poklesu PA. Jedním z nejčastěji uváděných období bývá adolescence, během které dochází k poklesu PA nejen u lidí, ale i u více druhů napříč celou živočišnou říší. Příčina tohoto poklesu má tedy nejspíše biologický základ. Dochází ke změnám v neurotransmisi a dopaminovém systému. Pokles produkce dopaminu a snížení množství dopaminových receptorů se projevuje ve snížení úrovně motivačních mechanismů k PA.

Kalman et al. (2011) však tvrdí, že první výrazný pokles v množství vykonané PA nastává již při nástupu dětí do školy. Od tohoto momentu pak úroveň PA nadále klesá. K podobnému závěru dospěl i Farooq et al. (2019). Ten uvádí, že množství MVPA u dívek začíná klesat kolem 5-6 roku života, u chlapců je tento pokles zaznamenán až ve věku 8–9 let.

Úroveň tělesné hmotnosti

Dalším individuálním korelátem je přítomnost nadváhy a obezity u dětí. Kudláček (2015) uvádí, že nejvyšší množství PA vykonávají mírně obézní děti. Naopak Sterdt et al. (2013) přepokládá, že děti s vyššími hodnotami BMI tráví méně času realizováním PA. Stejného názoru je i Fairclough et al. (2012), který udává, že průměrné 11leté obézní dítě stráví z každých 15 min dne o 5 min méně času PA. Důvodem je, že děti s vyššími hodnotami BMI mají méně rozvinuté základní motorické dovednosti, což negativně ovlivňuje jejich zapojení do PA. Zároveň se předpokládá, že tyto děti mají také fyzicky neaktivní rodiče. Dále bylo zjištěno, že obezita snižuje i úroveň self-fficacy.

2.1.3.2 Psychologické koreláty

Sterdt et al. (2013) řadí mezi individuální koreláty i faktory psychologické, kognitivní a emocionální. Zjistil, že PA je ovlivňována sportovní kompetencí, úrovní self-fficacy, postojem k PA, motivací a orientací na cíl jedince. Za jeden z nejdůležitějších determinantů pohybového chování pak považuje úroveň self-fficacy. Craggs, Corder, van Sluijs a Griffin (2011) uvádí, že hodnota self-fficacy ovlivňuje pohybové chování především starších dětí a adolescentů. K tomuto názoru se přiklání i Sterdt et al. (2013), který předpokládá, že psychologické koreláty mají hlavní vliv na pohybové chování adolescentů. Důvodem může být jejich složitější měření u skupiny dětí, neboť dotazníky za ně většinou vyplňují rodiče.

2.1.3.2 Sociální koreláty

Přepokládá se existence těsného vztahu mezi PA a sociálními faktory. Byl zjištěn především pozitivní vliv rodičovské podpory na PA u dětí i adolescentů. Rodiče na své děti působí z více stran. Pohybově aktivní rodič se stává pro své dítě modelem, kterého chce dosáhnout. Na dítě působí jeho chování, přesvědčení a postoje k PA. Dokonce i fyzicky neaktivní rodič může mít pozitivní vliv na PA svého dítě, a to tím, že ho přivede na sportovní akci nebo ho zapíše do sportovního kroužku (Sterdt et al., 2013). Síla rodičovské podpory je však zásadně ovlivněna socioekonomickým statutem rodiny (Fairclough et al., 2012). Děti z rodin s nižším socioekonomickým statutem jsou méně aktivní díky menším možnostem k zapojení do PA. Důvodem jsou příliš vysoké náklady na sportovní výbavu a členství ve sportovních klubech (Sterdt et al., 2013).

2.1.3.3 Koreláty fyzického prostředí

U dětí byla nalezena pozitivní korelace mezi PA a časem stráveným venku. Prostředí, kde žijí mladí lidé, by proto mělo být navrženo tak, aby poskytovalo dostatek možností k PA. Ideální příkladem jsou dětská hřiště, rekreační plochy, sportoviště a cyklotrasy dostupné všem a bez poplatku za jejich využití (Sterdt et al., 2013).

Neuls a Frömel (2016) uvádí, že PA je ovlivněna i místem školy, do které jedinec dochází a způsobem bydlení (město-venkov, hory-nížina). Ukázalo se, že žáci z vesnických, maloměstských a horských škol vykazují vyšší úroveň PA než žáci ze škol městských. Byly u nich zaznamenány vyšší hodnoty LPA, MPA a celkově větší množství chůze. Naopak bylo zjištěno, že studenti z velkých měst realizují více VPA

2.1.3.4 Behaviorální koreláty

Behaviorální koreláty patří mezi hlavní faktory ovlivňující úroveň PA dětí a adolescentů. Je to dáno tím, že je PA dětí a mládeže tvořena především aktivním transportem, organizovanou a neorganizovanou PA a domácími pracemi (Neuls & Frömel, 2016). Její množství však zásadně ovlivňuje i čas strávený SB a screen-timem (Hamřík, Kalman, Bobáková, & Sigmund, 2012).

Aktivní transport

Aktivním transportem se rozumí jakákoliv nemotorizovaná forma přesunu, nejčastěji prostřednictvím pěší chůze nebo jízdy na kole. Aktivní transport je spojený s vyšší úrovní PA a je tedy ideální prevencí přírůstku tělesné hmotnosti. V průběhu posledních desítek let je však stále častěji nahrazován transportem pasivním (doprava automobilem, městská hromadná doprava atd.), který je zdrojem sedavého chování (Babey, Hastert, Huang, & Brown, 2009).

Ve studii Cooper, Page, Foster a Qahwaji (2003) využívalo až 64 % dětí výzkumného souboru aktivní transport na cestu do i ze školy (pěší chůze). V době cesty do školy u nich byla zaznamenána o 50 % vyšší hodnota MVPA než u dětí s pasivní formou transportu. V době cesty ze školy a večera pak byly zaznamenány rozdíly v MVP pouze u chlapců. Cooper, Andersen, Wedderkopp, Page a Froberg (2005) také uvádí, že je aktivní transport spojen s vyšší úrovní PA. V jeho studii využívalo aktivní transport celkem 63 % dětí základních škol (24 % pěší chůzi, 39 % jízdu na kole). Zároveň zjistil, že o víkendu dochází k celkovému poklesu PA, avšak žáci využívající aktivní transport do a ze školy jsou stále pohybově aktivnější.

Organizovaná a neorganizovaná pohybová aktivita

Organizovaná PA má významný vliv na úroveň PA (především celkovou PA, MVPA a VPA) a výrazně přispívá k dodržování doporučení o množství PA (Neuls & Frömel, 2016). Wickel in Sprengeler et al. (2019) uvádí, že organizovaná PA tvoří u dětí ve věku 6–12 let přibližně 23 % celkové MVPA vykonané během dne. Castillo in Sprengeler et al. (2019) přišel dokonce s 50-60 % z celkové MVPA za den.

Neuls a Frömel (2016) tvrdí, že účast v organizované PA je ovlivněna pohlavím jedince a chlapci se do ní zapojují častěji než dívky. Dále udává, že až 23 % dívek tráví volný čas mimoškolní organizovanou PA s průměrnou délkou 2,6 hod/týden. U dívek se jedná nejčastěji o volejbal, atletiku a moderní tance (Neuls & Frömel, 2016). U chlapců pak převažují týmové sporty, jako je fotbal, florbal a basketbal (Valach et al., 2017).

Vliv na účast v organizované PA má i věk jedince. U dívek i chlapců s rostoucím věkem klesá procento zapojení do organizované PA i její celkové množství. Odchod ze sportovních klubů je spojen se signifikantním poklesem nejen celkové PA, ale i její intenzity. Po skončení s organizovanou PA často následuje přesunu k neorganizované a nezávodní PA. Navzdory tomu i účast v neorganizované PA se zvyšujícím se věkem klesá (Neuls & Frömel, 2016).

Nezastupitelnou roli v organizované PA hraje tělesná výchova (Neuls & Frömel, 2016), která je zdrojem MPA a VPA (Valach et al., 2017). Období strávené ve škole bez tělesné výchovy patří k nejméně aktivním částem dne (Neuls & Frömel, 2016). Sprengeler et al. (2019) navíc dodává, že dny bez organizované PA (tělesné výchovy a sportovního kroužku) u dětí školního věku jsou dny s nejnižší úrovní PA a nejvyšším množstvím SB vůbec. Dále uvádí, že u žáků s organizovanou PA trávící minimálně 120 min/týden bylo 13x častěji dodrženo doporučení o množství PA než u žáků bez organizované PA.

Sedavé chování

SB je hlavní složkou pohybové inaktivity. Jeho množství se pohybuje kolem 5-8 hodin denně (Neuls & Frömel, 2016) v závislosti na věku jedince (Sprengeler et al., 2019) a dnu v týdnu (Neuls & Frömel, 2016). Sprengeler et al. (2019) uvádí, že žáci základních školy tráví přibližně o 2 hodiny méně času SB než adolescenti. Zároveň u nich bylo zaznamenáno více LPA (rozdíl 50 min) i MVPA (rozdíl 20 min). Navíc vzhledem k tomu, že dny s nejvyšším množstvím SB odpovídaly dnům s nejnižším množstvím PA, lze říct, že mezi PA a SB existuje negativní vztah.

Jak již bylo řečeno, velký vliv na množství SB má i den v týdnu. Zatímco během všedních dnů tráví více než 4 hod touto činností pouze 3,3 % dívek, o víkendech číslo roste až na 20,7 %. Přitom nejčastějšími důvody k SB dětí a mládeže jsou screen-time, psaní domácích úkolů a pasivní transport (Neuls & Frömel, 2016).

Screen-time

Screen-time je jedním z nejčastějších důvodů k SB. V posledních letech bylo zaznamenáno jeho zvýšené množství u českých školáků. Jejich nadpoloviční většina strávila více než 2 hod/den touto činností. To koreluje s faktem, že přibýlo domácností, které vlastní počítač a mají možnost internetového připojení (Hamřík et al., 2012).

Faktorem ovlivňujícím množství screen-timu je i pohlaví jedince, přičemž u chlapců bylo zaznamenáno jeho větší množství než u dívek. Kromě času stráveného touto činností se chlapci a dívky liší také důvody k tomuto chování. U chlapců se jedná především o hraní počítačových her, u dívek naopak o chatování. Dalším faktorem je věk jedince. S přibývajícím věkem se množství screen-timu snižuje. Zatímco 71 % 13letých dívek jím strávilo více než 2 hod/den, u 15letých to bylo pouze 30 % (Hamřík et al., 2012). Neuls a Frömel (2016) jako další faktor uvádí den v týdnu. Během školních dnů bývá screen-time druhým nejčastějším důvodem k SB (hned po sezení ve škole). O víkendu jeho množství ještě vzrůstá, právě na úkor času stráveného ve škole.

Délka spánku

Kvalitní a dlouhý spánek (u dětí školního věku se doporučuje 9–11 hod/den) je spojen s řadou pozitivních účinků na zdraví jedince. Vliv má i na vyšší emoční stabilitu spojenou s životní pohodou i na školní prospěch (Lin et al., 2018). V současné době však dochází k nárůstu špatné kvality spánku a nespavosti nejen u dospělých jedinců, ale i u dětí. Řešením toho problému by mohla být pravidelná PA (Pesonen et al., 2011). Z tohoto důvodu se zvyšuje zájem o nalezení vzájemného vztahu mezi spánkem, úrovní PA a množstvím SB (Lin et al., 2018).

Lin et al. (2018) uvádí, že s každou hodinou spánku navíc, dochází následující den ke snížení SB průměrně o 3 min, zvýšení LPA o 2 min a MVPA o <1 min. Nalezen byl i opačný vztah. Množství PA

a SB během dne ovlivňuje následující noc délku spánku. Uvádí se, že každá hodina SB zkracuje spánek průměrně o 1 min. Naopak s každou hodinou MVPA se spánek prodlužuje přibližně o 6 min.

2.2 Parametry pohybové aktivity

Veškerá realizovaná PA vyvolává v organismu subjektivní a objektivní odezvu. Mezi subjektivní symptomy patří pocity únavy, bolesti na hrudi, svalů a dušnost. Existuje několik metod, pomocí kterých lze získat hrubou představu o PA pouze na základě subjektivních pocitů. Jednou z nejznámějších metod je tzv. Borgova škála hodnotící subjektivní intenzitu PA (Mocková, Radvanský, & Matouš, 2000).

Pokud ovšem chceme získat přesný popis vykonávané PA, měli bychom se opírat o objektivní informace (Mocková et al., 2000). Tedy data charakterizující realizovanou PA (mechanické parametry PA) nebo bezprostřední reakci organismu na danou pohybovou zátěž (fyziologické parametry PA), (Cuberek, 2017).

2.2.1 Fyziologické parametry pohybové aktivity

Každá realizovaná PA způsobuje odezvy organismu. Dochází ke změnám srdeční a dechové frekvence, krevního tlaku atd. Na základě těchto změn jsou stanoveny fyziologické parametry PA. Ty udávají velikost vnitřního zatížení organismu a vypovídají o vykonávané PA. Mezi tyto parametry patří energetický a metabolický ekvivalent, srdeční a dechová frekvence a také spotřeba kyslíku (Cuberek, 2017).

Energetický ekvivalent

Organismus nacházející se v klidu spotřebovává určité množství energie pro zachování jeho správné fyziologické funkce. Toto množství energie je označováno jako klidový energetický výdej. Pokud jedinec vykonává PA, organismus je nucen do pohybu investovat určité množství energie. Klidový energetický výdej se tak zvedá a již mluvíme o energetickém ekvivalentu (dále jen EE), (Cuberek, 2017).

EE je tedy standardním parametrem PA vyjadřujícím množství energie investované do realizované PA (Cuberek, 2017). Vzhledem k tomu, že se EE během PA přímo úměrně zvyšuje společně s tělesnou hmotností, bývá často vyjádřen jako kilokalorie na kilogram tělesné hmotnosti za minutu (kcal/kg/min), (Strath et al., 2013).

Za zlatý standart měření EE je považována metoda dvojitě značené vody. Velmi přesnou metodou je i nepřímá kalorimetrie. Nevýhodami obou je metod jsou však značné finanční, provozní a analytické náklady, proto jsou využívány především v laboratořích. Pro monitorování EE ve všedním životě jsou stále více využívány nositelné přístroje, např. akcelerometry. Jejich přesnost odhadu

EE je však nízká. Při přidání snímače srdeční frekvence se přesnost odhadu sice EE zvyšuje, ale stále dochází k jeho podhodnocování (O'Driscoll et al., 2020).

Srdeční frekvence

Dalším fyziologickým parametrem PA je srdeční frekvence. Měření a hodnocení PA pomocí srdeční frekvence vychází z předpokladu, že srdeční frekvence stoupá se zvyšující se intenzitou PA a její zvýšení odpovídá zvýšeným energetickým nárokům PA na organismus (Sirard & Pate, 2001).

Při využívání srdeční frekvence k hodnocení PA je nutná opatrnost, jedná se totiž o značně individualizovaný parametr. Každý jedinec má odlišnou hodnotu klidové i maximální srdeční frekvence. Rozdíly jsou dány věkem, pohlavím, fyzickou zdatností, psychickým stavem jedince i užívanými léky (Sirard & Pate, 2001). Z tohoto důvodu bývají výsledky srdeční frekvence pro hodnocení PA uváděny v procentech maximální tepové frekvence či procentech maximální tepové rezervy, a nikoliv v počtech tepů za minutu (Cuberek, 2017).

Spotřeba kyslíku

Spotřeba kyslíku je parametr PA, který vyjadřuje reakci organismu na zátěž způsobenou pohybem. Jeho hodnota udává množství utilizovaného kyslíku organismem v litrech za minutu ($\text{ml O}_2/\text{kg}/\text{min}$). Klidová hodnota činí přibližně $3,5 \text{ ml O}_2/\text{kg}/\text{min}$ a zvyšuje se společně se zvyšujícím se zatížením. Spotřeba kyslíku bývá zjišťována prostřednictvím spirometrie, která je používána v rámci metody měření PA, tzv. nepřímé kalorimetrie (Ganong, 2015).

Metabolický ekvivalent

Jedná se o index charakterizující PA z hlediska energetického výdeje. Základem metabolického ekvivalentu je předpoklad, že energetické krytí PA je spojeno se zvýšenou utilizací kyslíku. Hodnota 1 MET vyjadřuje množství spotřebovaného kyslíku organismem v klidovém stavu a odpovídá hodnotě $3,5 \text{ ml kyslíku za minutu na kilogram tělesné hmotnosti jedince}$ ($3,5 \text{ ml O}_2/\text{min}/\text{kg}$) (Cuberek, 2017). Skutečné hodnoty MET se však můžou od tohoto čísla lišit, neboť jsou ovlivněny pohlavím, věkem a tělesným složením jedince (Strath et al., 2013).

Metabolický ekvivalent je zároveň využíván k vyjádření intenzity PA (Strath et al., 2013). S rostoucí intenzitou pohybu totiž rostou i její energetické nároky a dochází tak ke zvýšení spotřeby kyslíku a metabolického ekvivalentu. V praxi to znamená, že chůze do schodů odpovídá zatížení 5 MET. Dochází tedy k pětinasobnému zvýšení spotřeby kyslíku oproti klidovému stavu (Ainsworth et al., 2001). Sigmundová a Sigmund (2015) uvádí, že sedavé chování odpovídá hodnotě 1–1,5 MET, pomalá chůze a domácí práce, tedy LPA 1,6–2,9 MET, MPA 3–5,9 MET a PA VPA 6 a více MET.

Výhodou metabolického ekvivalentu je, že zohledňuje některé fyziologické i somatické charakteristiky jedince. Jedná se tedy o značně individualizovaný parametr PA. Jeho hodnoty bývají nejčastěji zjišťovány prostřednictvím nepřímé kalorimetrie (Ganong, 2005), ale může být i odhadnut pomocí krokoměru a sebehodnotících metod (Ainsworth, Cahalin, Buman, & Ross, 2015).

Krokoměry odhadují metabolický ekvivalent na základě krokové kadence, tedy počtu vykonaných kroků za 1 minutu. Příkladem je kadence 100 kroků/min, která odpovídá hodnotě 3 MET, respektive 110 kroků/min vyjadřující hodnotu 4 MET (Tudor-Locke, Sisson, Collova, Lee, & Swan, 2005b).

2.2.2 Fyzikální parametry pohybové aktivity

Jedná se o parametry PA popisující lidský pohyb z fyzikálního hlediska. PA je v tomto případě chápána jako činnost jedince, při které dochází ke vzniku pohybu vyjádřitelného prostřednictvím fyzikálních veličin (čas, zrychlení, práce, výkon), (Cuberek, 2017).

Krok

Krok je parametrem PA, který je vyjádřen jako změna směru těžiště těla po jeho svislé ose (Cuberek, 2017). Objemovým indikátorem PA je počet kroků vykonaných za 1 den. Kvalitativní stránkou PA je pak kroková kadence. Z ní se odhaduje intenzita (validita $r=0,94$) i rychlost (validita $r=0,97$) PA. Kadence 60–79 kroků/min značí malou rychlost lokomoce, střední rychlost odpovídá 80–99 kroků/min a svižný pohyb 100–119 kroků/min. Při dosažení hodnot ≥ 120 kroků/min hovoříme o rychlých formách PA (Tudor-Locke et al., 2018). Pokud máme k dispozici kromě počtu kroků také individuální metriky jako je délka kroku a tělesná hmotnost, můžeme odhadnu i EE, validita odhadu je však velmi nízká (Tudor-Locke et al., 2005a).

Zaznamenávání počtu kroků je poměrně atraktivní záležitost, a to především díky nenáročnosti měření a snadné dostupnosti krokoměrů. Výhodou je i jednoduché stanovení doporučeného množství denní PA a kontrola jeho splnění (Tudor-Locke et al., 2005a). Základní doporučená hodnota pro dospělou populaci činí 10 000 kroků za 1 den. Co se týče optimálního množství pro děti a dospívajících, bylo zjištěno, že tento počet je nedostatečný a pro děti ve věku 8–10 let je doporučeno množství 12 000–16 000 kroků/den (Shephard & Tudor-Locke, 2016).

Čas

Čas je základní fyzikální veličinou využívanou jako parametr PA, který poskytuje informace o množství realizované PA. Bývá využíván nejen pro přístrojové měření PA, kde poskytuje údaje o době trvání PA v určité intenzitě, ale hlavně pro sebehodnotící metody. V dotaznících bývají respondenti často dotazováni, kolik času strávili chůzí, jízdou na kole, organizovanou PA.

County a surový signál

Monitory založené na principu akcelerometru kvantifikují zrychlení, které je výsledkem tělesného pohybu (Toriano, McClain, Brychta & Chen, 2014). Akcelerometr zachytí zrychlení, které pomocí mikroprocesorů převede na jeden ze dvou základních parametrů PA, tedy na county nebo surový signál (Migeules et al., 2017).

Count

Count je fyzikální parametr, který poskytuje údaje o intenzitě, frekvenci a množství realizované PA (Cuberek, 2017). Jedná se o odvozenou a transformovanou jednotku z hodnot gravitačního zrychlení (g), (Bai et al., 2014). Intenzita PA je proto uváděna jako hodnota změny gravitačního zrychlení v průběhu jedné epochy, tedy počet countů dosažených za 1 min (Cuberek, 2017).

K získání countů se využívají logaritmy a regresivní rovnice, které v sobě zahrnují kromě hodnot gravitačního zrychlení i osobní charakteristiky jedince (tělesná výška, hmotnost atd.). Jedná se tedy o individualizovaný parametr. Avšak právě regresivní rovnice jsou zdrojem řady komplikací. Nejen, že tímto procesem dochází ke snížení výpovědní hodnoty získaných dat, ale zároveň je nezbytná korekce rovnice vzhledem k měřené subpopulaci a druhu PA (Kozey, Lyden, Howe, Staudenmayer, & Freedson, 2010). Každý přístroj navíc využívá regresivní rovnici sestavenou z odlišných parametrů. Tyto parametry však nejsou v mnoha případech výrobcem nezveřejněny. To znemožňuje porovnávat data a výsledky získané prostřednictvím různých akcelerometrů (Bai et al., 2014).

Surový signál

V poslední době byly zjištěny výhody přístupu k prvotním (surovým) datům akcelerometru. Metody zpracování těchto dat vycházejí z tzv. surového signálu, který je uváděn přímo v jednotkách gravitačního zrychlení (g). Výrobci poskytují přístroje, které zachycují a ukládají surový signál se vzorkovací frekvencí až 100 Hz (Toriano et al., 2014). Následuje sčítání gravitačního zrychlení 1 epochy zachyceného z 1–3 ortogonálních os akcelerometru. V podstatě se jedná o součet vektorů, které můžeme označit jako tzv. „vector magnitude“. V tomto okamžiku jsou získaná data tvořena z dynamického zrychlení způsobeného pohybem, statického zrychlení, to odpovídá gravitačnímu zrychlení, které je v každé zeměpisné šířce odlišné, a šumu. Následně dochází k odečtu statického zrychlení a šumu, čímž je získána veličina ENMO. ENMO je tvořeno pouze dynamickým zrychlením způsobeným PA. Z takto získaných hodnot je následně stanoveno průměrné zrychlení (Rowlands et al., 2018). Na základě těchto výpočtů se stanovuje čas strávený v různých intenzitách PA, SB nebo spánku.

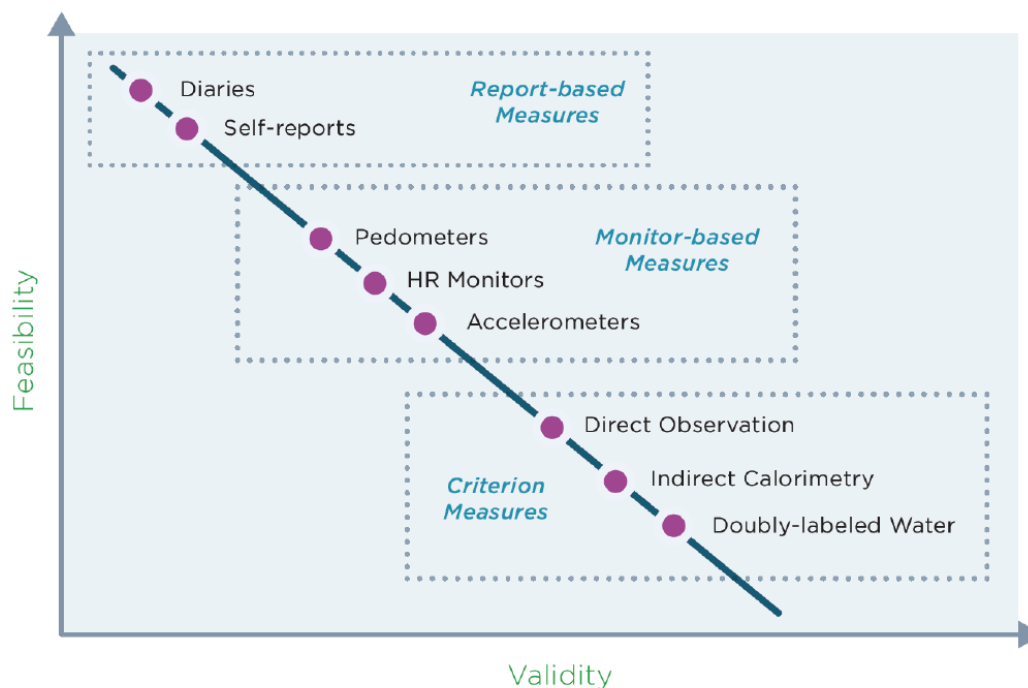
2.3 Monitorování pohybové aktivity

Pojem monitorování PA zahrnuje soubor prostředků a činností nezbytných pro sledování a analýzu PA jedince (Sirard & Pate, 2001). V počátcích měření PA byly k těmto účelům využívány především dotazníky, protokoly a deníky PA. Jejich cílem bylo zaznamenat údaje o provedené PA. Prostřednictvím získaných informací pak porozumět PA a jejímu vlivu na zdraví jedince. Jednalo se o finančně nenáročné metody, prostřednictvím kterých se získávaly pouze subjektivní informace (Ainsworth et al., 2015). Validita a objektivita dotazníkových metod tak byla poměrně nízká ($r=0,25-0,41$) a korelační koeficient reliability se pohyboval v hodnotách $r=0,62-0,76$ (Helmerhorst, Brage, Warren, Besson, & Ekelund, 2012). Výsledná data byla tedy nepřesná. Zejména u dětí, které mají nižší kognitivní funkce, a tedy horší schopnost si pamatovat intenzitu, frekvenci a dobu trvání PA (Sirard & Pate, 2001).

S postupným rozvojem technologií a snahou minimalizovat nepřesnosti a chyby měření se k monitorování PA začaly využívat jednoduché neinvazivní přístroje, jako jsou krokoměry (validita $r=0,95$), akcelerometry a monitory srdeční frekvence (Sirard & Pate, 2011). Výhodou přístrojového monitorování je, že poskytují objektivní informace nejen o prováděné PA, ale i jejím fyziologickém vlivu na lidský organismus (Ainsworth et al., 2015).

Často využívanými přístroji jsou akcelerometry s poměrně různorodou validitou. Byla u nich prokázána široká korelační škála ($r=0,45-0,93$) s měřením spotřeby kyslíku. Široké rozpětí korelace je dáno především rozdílným místem nošení akcelerometru a druhem měřené PA. Problém nastává zejména u pohybů jako je např. chůze. V situaci, kdy dochází k měření obyčejné chůze, chůze ve sněhu a chůze batohem na zádech, získáme prostřednictvím akcelerometru shodné údaje o PA, přestože se intenzita těchto pohybů lišila (Bai et al., 2016).

Naopak poměrně vysokou citlivost pro měření chůze se zátěží, běhu, vzpírání, cyklistiku nebo třeba veslování mají tzv. kriteriální metody. Jedná se o nejpřesnější metody monitorování PA. Jsou využívány zejména k měření krátkodobé, časově i prostorově kontrolované PA. Hlavní nevýhodou jsou však vysoké finanční a organizační nároky. Z těchto důvodů se nevyužívají pro měření všední pohybové aktivity široké veřejnosti (DeVoe & Dalleck, 2001).



Obrázek 1. *Nástroje monitorování PA, jejich validita a proveditelnost* (National Collaborative on Childhood Obesity Research, 2016).

Vzhledem k různému poměru validity, reliability, dostupnosti a proveditelnosti jednotlivých metod (Obrázek 1) a snaze o co nejpřesnější popsání PA se využívají kombinace různých subjektivních a objektivních měřících technik. Zejména pro děti a mládež jsou časté kombinace akcelerometru s dotazníkem a přímého pozorování s krokoměry (Sirard & Pate, 2001).

2.3.1 Sebehodnotící metody

Jak již bylo řečeno, jedná se o nejstarší a zároveň nejméně přesné metody hodnocení PA, které jsou založeny na schopnosti jedince si vybavit pohybové chování ve své minulosti (Sylvia, Bernstein, Hubbard, Keating, & Anderson, 2014).

Deníky pohybové aktivity

Deníky PA jsou nejpřesnější subjektivní metodou používanou pro monitorování PA dospělé populace (Sirard & Pate, 2001). Při tvorbě deníku je PA a SB zaznamenáváno hodinu po hodině, a to během jednoho dne až několika týdnů (Strath et al., 2013). Získávané informace tak slouží hlavně pro sledování změn v chování jedince (např. zmírnění sedavého chování), (Ainsworth et al., 2015). Vedení deníku je však poměrně náročné. Z tohoto důvodu by metoda neměla být využívána u dětí do 10 let. Adolescenti by již měli být schopni deník dokončit, nicméně data z něj získaná by měla být brána s opatrností (Sirard & Pate, 2001).

Dotazníky

Dotazníky se používají již téměř 50 let k určení intenzity, délky trvání, četnosti a druhu PA na základě odpovědí probanda (Pedišić & Bauman, 2015). Podle Ainsworth et al. (2015) existuje několik typů dotazníků, které se liší dobou měření a charakteristikou PA. Příkladem může být krátkodobý dotazník (7–20 otázek) zabývající se PA vykonanou během posledních 7 dní v rámci povolání, volného času a dopravy. Opakem jsou dlouhodobé dotazníky zkoumající PA v předešlém roce jedince, popřípadě v jeho celém životě. Zjišťuje se intenzita, četnost a délka trvání PA a její souvislosti s morbiditou, nemocemi nebo úrazy v průběhu několika předešlých let (Ainsworth et al., 2015).

Protokoly pohybové aktivity

Protokoly PA slouží k získávání informací o průběhu PA během dne. V rámci nich je 24 hodin rozděleno do 96 celků trvajících 15 min. Na konci každého celku je zaznamenána typ a intenzita vykonané PA. Výhodou jsou relativně přesná a neprodleně získaná data bez nutnosti zpětného vybavování si informací o PA. Nevýhodou je opakované zaznamenávání údajů během celého dne, a tedy vysoká subjektivní náročnost pro respondenta (Ainsworth et al., 2015).

2.3.2 Kriteriaální standardy

Naopak za nejpřesnější metody monitorování PA jsou považovány kriteriaální standardy. Jedná se o metody, které vychází z přesného určení energetického výdeje. Vzhledem k jejich vysokým finančním a organizačním nárokům jsou využívány pouze ve výzkumech s malým počtem probandů. Nezastupitelnou roli ovšem hrají při ověřování reliability a validity ostatních subjektivních i objektivních metod (DeVoe & Dalleck, 2001).

Do kriteriaálních standardů jsou řazeny metody přímého pozorování, nepřímé kalorimetrie a dvojité značené vody (DeVoe & Dalleck, 2001).

Přímé pozorování

Přímé pozorování provádí nezávislý, školený pozorovatel, který zaznamenává informace o PA jedince nebo skupiny. Sledovaný proband vykonává PA v předem určeném čase a prostoru (Pate, O'Neill, & Mitchell, 2010). Příkladem může být pozorování žáka během školní tělesné výchovy (Sirard & Pate, 2001).

Mezi výhody metody patří možnost získat informace o PA v souvislosti s časem, místem a kolektivem v němž je PA prováděna. Přímé pozorování je využíváno hlavně u malých dětí nebo starých a nemocných osob. Jinými slovy jedinců, kteří nejsou schopni sami zaznamenávat údaje o PA nebo u nich není možnost využití jiné metody. Nevýhodami jsou pak především vysoké nároky

na čas a energii pozorovatele, potřeba získání etického souhlasu a možné nežádoucí reakce probanda (Pate, O'Neill, & Mitchell, 2010).

Dvojitě značená voda

Metoda dvojitě značené vody stanovuje energetický výdej na základě rozdílu v množství přijatého a vyloučeného vodíku a kyslíku. Metoda spočívá v tom, že se probandovi orálně podá dávka radioaktivně značeného izotopu ($^2\text{H}_2^{18}\text{O}$). Ten se v průběhu několika hodin rovnoměrně rozmísí v tělních tekutinách jedince. Následně je značený vodík $^2\text{H}_2$ vylučován z těla prostřednictvím potu a moči. Značený kyslík ^{18}O odchází z organismu ve formě vody a oxidu uhličitého. Na základě rozdílu v rychlosti vyloučení $^2\text{H}_2$ a ^{18}O je možné vypočítat produkci oxidu uhličitého a následně i spotřebu kyslíku. Na základě spotřeby kyslíku se poté určí hodnota EE (Ganong 2005).

Metoda je považována za zlatý standard měření EE (O'Driscoll et al., 2020). Její výhodou je získávání přesných informací o PA i EE s poměrně nízkou reaktivitou, tedy možností úmyslného ovlivnění výsledků probandem. Naopak nevýhodou je potřeba drahého a těžce získatelného izotopu. Pro výpočet EE je navíc potřeba znát přesný jídelníček jedince během měření (Sirard & Pate, 2001).

Nepřímá kalorimetrie

Metoda nepřímé kalorimetrie vychází z předpokladu, že množství vyprodukované energie je závislé na tom, jaký energetický substrát (sacharidy, lipidy nebo proteiny) je během PA v těle spalován. Ke spálení jednotlivých substrátů je zapotřebí rozdílného množství kyslíku. Proto se k určení využívaného substrátu používá tzv. respirační kvocient. Jedná se o poměr mezi vydechovaným oxidem uhličitým a spotřebovaným kyslíkem (Ganong, 2005). Nepřímá kalorimetrie tedy zjišťuje energetický výdej prostřednictvím spotřeby kyslíku.

Jedná se o přesnou a všeobecně platnou metodu. Pro měření dlouhodobé PA a monitoring PA všedního života se však nepoužívá. Důvodem je nutnost nepřetížitelného používání analyzátoru plynů (Sirard & Pate, 2001).

2.3.3 Monitorování pohybové aktivity v terénních podmínkách

Široká veřejnost využívá k měření PA stále častěji metody přístrojového sledování. Jedná se především o krokoměry, akcelerometry a přístroje měřící srdeční frekvenci. Ty poskytují relativně přesná data o fyziologických i mechanických parametrech PA. Důležité jsou zejména informace o intenzitě, objemu a době trvání PA, překonané vzdálenosti a EE. Získané údaje se poté dají využít k určení PA, SB a jejich vztahu ke zdravotnímu a psychickému stavu jedince (Ainsworth et al., 2015).

Krokoměry

Jedná se o jednoduché elektronické systémy, které zaznamenávají počet provedených kroků a odhadují překonanou vzdálenost v průběhu určitého času (Sirard & Pate, 2001). Dříve krokoměry využívaly systém elektrického obvodu. Ten byl pomocí odpruženého kyvadélka, které se na základě oscilace vzniklé při chůzi vertikálně pohybovalo, zapínán a vypínán (Tudor-Locke & Myers, 2013). V současné době je k zaznamenávání kroků využíván mikroelektromechanický systém (MEMs). Data získaná z MEMs jsou následně zpracována na základě algoritmů (Ainsworth et al., 2015). Výsledkem jsou přesné informace o počtu vykonaných kroků. Krokoměry poskytují také údaje o překonané vzdálenosti a energetickém výdeji, jejich přesnost je však nízká (Armstrong & Welsman, 2006).

Hlavní nevýhodou krokoměrů je neschopnost podat informace o typu PA (Armstrong & Welsman, 2006). Navíc vzhledem k tomu, že krokoměr nejcitlivěji zaznamenává vertikální pohyby, není určen k měření neambulantních pohybů jako je lyžování, jízda na kole, plavání atd. (Tudor-Locke et al., 2005b).

Přístroje měřící srdeční frekvenci

Monitorování srdeční frekvence je metodou měření PA a EE u dospělých i dětí. Vychází z lineárního vztahu mezi spotřebou kyslíku a srdeční frekvencí. Tento vztah však se snižující se intenzitou PA slábne. Důvodem je, že srdeční frekvence během SB a LPA může být ovlivněna psychickým stavem jedince, enviromentálním stresem (teplota, vlhkost) a požitím látek jako je kofein a některých léků (např. β -blokátory). Proto je nezbytná kalibrace přístroje s individuální srdeční frekvencí a spotřebou kyslíku. Naopak výhodou přístrojů měřících srdeční frekvenci je jejich malá velikost a fakt, že během měření vyžadují minimální zapojení monitorovaného jedince. Monitory srdeční frekvence se navíc mohou využívat i pro měření PA, které jsou špatně měřitelné krokoměry a akcelerometry, tedy cyklistiku, plavání, vzpírání atd. (Sirard & Pate, 2001).

Akcelerometry

Akcelerometry jsou malé přístroje poskytující podrobná a objektivní data o PA (intenzitě, frekvenci a době trvání PA). Přístroje zaznamenávají změny v gravitačním zrychlení během pohybu, a to v 1–3 ortogonálních osách (nahoru-dolu, doleva-doprava, dopředu-dozaďu). Získaná data jsou poté transformována pomocí algoritmů do charakteristických parametrů PA (kroky, kalorie, county atd.) a seskupena do určitých časových období (minuty, hodiny, dny), (Karas et al., 2018).

Základním parametrem PA získaným prostřednictvím akcelerometru je count. Jedná se o odvozenou a transformovanou jednotku z hodnot gravitačního zrychlení. Vzhledem k tomu, že se jedná o odvozenou jednotku, dochází při získávání a interpretaci výsledků k značným chybám a neshodám (viz Kapitola 2.2.2), (Bai et al., 2014).

Ve snaze o získání přesnějších informací o PA byl zaveden nový parametr PA, tzv. surový signál. Při práci s ním je upuštěno od využívání algoritmů a regresivních rovnic. Výsledky jsou tak uváděny přímo v jednotkách gravitačního zrychlení (Toriano et al., 2014). Avšak i při využívání surového signálu je zásadním problémem harmonizace dat získaných z různých přístrojů. Výsledky jednotlivých studií nelze porovnávat z důvodu odlišného počtu zaznamenaných PA. Zatímco přístroje na kyčli nebo kotníku reagují citlivě na pohyb těla, přístroje na zápěstí zaznamenávají i pohyb vykonaný pouze končetinou. Rozdíl v počtu zachycených pohybů se tak může lišit v závislosti na umístění přístroje i na základě rozdílné vzorkovací frekvenci přístrojů nošených na stejném místě (Karas et al., 2018).

Výhodou přístupu k surovému signálu je možnost získat a zpracovat velké množství dat. Na základě jich lze získat informace nejen o energetickém výdeji během PA, ale i o úhlech končetin a poloze těla během PA (Toriano et al., 2014). Rozpoznání změny úhlu končetiny se využívá pro identifikaci spánku. Akcelerometry za spánek považují stav trvalé nečinnosti. Tedy stav, kdy nedojde ke změně úhlu paže o více jak 5 stupňů po dobu minimálně 5 min (Van Hees et al., 2015). Další výhodou je i schopnost zaznamenat SB, jízdu na kole a v autě. Děje se tak na základě strojového učení, které využívá počítačových softwarů k určení pohybových režimů. Senzitivita strojového učení pro rozpoznání PA se pohybuje kolem 87 % (Willettts et al., 2018).

Faktory ovlivňující validitu měření

Podle Pedišić a Bauman (2015) následující faktory ovlivňují výsledky získané prostřednictvím akcelerometrů:

1.) Technické nedostatky

Jak již bylo řečeno, vliv na validitu získaných výsledků má místo, na kterém je přístroj nošen. Zatímco akcelerometry nošené na zápěstí vykazují poměrně přesné údaje o intenzitě PA, akcelerometry na boku jsou přesnější v počítání kroků. Snížená přesnost v zaznamenaném počtu kroků u přístrojů nošených na zápěstí je dána tím, že akcelerometr zaznamenává i změny gravitačního zrychlení způsobené čištěním zubů jako kroky (Migueles et al., 2017).

Dalším problémem je, že není možné využít akcelerometry na měření vodních aktivit (Pedišić & Bauman, 2015). Z těchto důvodů bývá měření pomocí akcelerometrů doplněno o deníky PA (Willettts, Hollowell, Aslett, Holmes, & Doherty, 2018).

2.) Reaktivita

Akcelerometry jsou považovány za objektivní přístroje. Získávají informace o pohybu pomocí gravitačního zrychlení, které není ovlivnitelné léky, psychickým stavem jedince ani vnějším prostředím. Nicméně účastník může výsledek ovlivnit změnou svého obvyklého chování, třepáním nebo úmyslným nenošením přístroje (Pedišić & Bauman, 2015).

Změna chování probanda v průběhu měření je častým jevem označovaným jako tzv. Hawthorneův efekt. Tento efekt neovlivňuje pouze měření PA pomocí akcelerometru, ale ovlivňuje i výsledky krokoměřů a dalších zařízení monitorujících PA. Problematika se projevuje především u dětí a dospívajících. Často z důvodů snahy o konkurenceschopnost, soutěžení s vrstevníky a snaze chovat se podle očekávání (Dossegger et al., 2014).

3.) Použití hraničních hodnot pro určení intenzity PA

Akcelerometry využívají k určení intenzity PA a množství SB hraniční hodnoty, tzv. CoP. Ty vycházejí ze vztahu mezi zaznamenanými county a energetickým výdejem během PA (Ainsworth et al., 2015). Jejich hodnota je vyjádřen počtem countů za minut a značí hranici pro PA určité intenzity (Gába, Dygrýn, Mitáš, Jakubec, & Frömel, 2016)

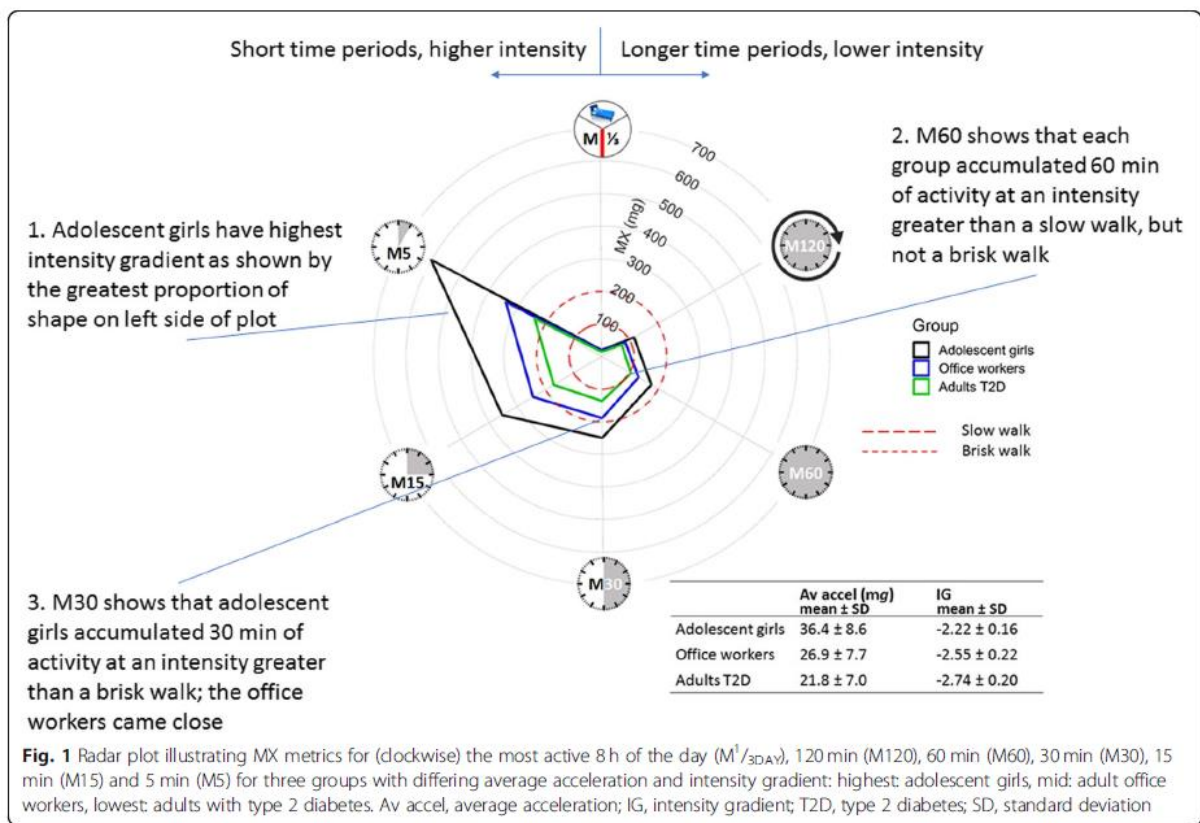
Existují zde ovšem pochybnosti o vhodných metodách postupu a regresivních rovnic při stanovení hodnot CoP pro jednotlivé populace (Ainsworth et al., 2015). Důvodem je značná individuální variabilita CoP, a tím pádem neschopnost vymezit jejich všeobecně uznávané hodnoty (Migueles et al., 2017). Příkladem může být snaha o vytvoření CoP pro MVPA dětí, kdy došlo k vytvoření velkého množství regresivních rovnic pro výpočet EE. Výsledkem bylo, že se CoP pro MVPA dětí pohybuje v rozmezí 400-3 600 countů/min. Výběr rovnice je tedy vysoce subjektivní záležitost (Gába et al., 2016).

Metriky využívané při práci s akcelerometrem

Rozlišujeme 2 základní metriky akcelerometrů. Jednou z nich jsou translační metriky. Ty prostřednictvím dat o intenzitě a typu PA poskytují výsledky smysluplné i široké veřejnosti. Dá se říct, že účelem translačních metrik je poskytnout srozumitelnou interpretaci výsledků metrik analytických. Z toho zároveň vyplývá i jejich největší nevýhoda. Tedy to, že se nejedná o přímo měřené proměnné a v predikcích PA se tak vyskytují značné chyby (Rowlands et al., 2019).

Druhým typem jsou metriky analytické. Jedná se o přesné proměnné, podávající informace o intenzitě PA. Výhodou je, že data analytických metod pokrývají celé spektrum intenzit PA a odráží přímo hodnoty gravitačního zrychlení (Rowlands et al., 2019).

Analytické metody pracují se dvěma veličinami, které zachycují intenzitu a objem PA během celých 24 hod/den. Jedná se o průměrné zrychlení a gradient intenzity. Průměrné zrychlení uvádí informace o objemu PA. Gradienty intenzity poté vyjadřuje negativní vztah mezi intenzitou a délkou trvání PA. Jeho hodnoty jsou vždy záporné, zároveň čím nižší (zápornější) jsou výsledné hodnoty, tím byl zaznamenán strmější pokles intenzity PA. Získaná data jsou poté zaznamenávána do grafu označujícího se jako tzv. paprscitý graf (Rowlands et al., 2019). Příklad paprscitého grafu je zobrazen na Obrázku 2.



Obrázek 2. Paprsčitý graf (Rowlands et al., 2019).

Paprsčitý graf zachycuje profil aktivity prostřednictvím kvantifikovaných analytických metrik (gradient intenzity a průměrné zrychlení). Metriky jsou uváděny jako M120, M60, M30, M15, M5 a vyznačují neaktivnější minuty z dne (M5 = 5 neaktivnějších min z dne (z 24 hodin), M15 = 15 neaktivnějších 15 min z dne atd.) a M1/3 odpovídá 8 neaktivnějším hodinám z dne. Metriky jsou vyneseny na poloměry, kdy 1 poloměr odpovídá 1 metrice. Na každou metriku je zaznačena průměrná hodnota *mg*. Spojením bodů nejvyšších hodnot jednotlivých metrik vzniká výsledný tvar hodnot grafu. Čím větší část toho tvaru se nachází v jeho levé části (část grafu, která odpovídá metrikám s krátkým trváním PA a vysokou intenzitou), tím vyšší je gradient intenzity (Rowlands et al., 2019).

Výhodou tohoto přístupu je práce s daty založenými přímo na gravitačním zrychlením, což minimalizuje chyby predikce PA. Nevýhodou je, že metriky neberou v úvahu časový průběh PA a zároveň se jednotlivé metriky mohou lišit v rámci různých typů monitorů (Rowlands et al., 2019).

3 Cíle

Hlavním cílem diplomové práce je na základě surových dat z akcelerometru posoudit rozdíly v PA dětí.

3.1 Dílčí cíle

- Posoudit rozdíly v PA dětí odlišného věku.
- Posoudit rozdíly v PA dětí odlišného pohlaví.
- Posoudit rozdíly v PA dětí s odlišnou úrovní tělesné hmotnosti.
- Posoudit rozdíly v PA dětí na základě jejich využití aktivního transport do a ze školy.
- Posoudit rozdíly v PA dětí na základě jejich účasti v organizované PA.
- Posoudit rozdíly v PA dětí na základě jejich účasti v neorganizované PA.
- Posoudit rozdíly v PA dětí s rozdílným množstvím screen-timu.
- Posoudit rozdíly v PA dětí s rozdílnou délkou spánku.

3.2 Výzkumné hypotézy

H1₀: Neexistuje rozdíl v průměrné akceleraci mezi mladšími a staršími dětmi.

H1_a: Mladší děti mají vyšší průměrnou akceleraci než starší děti.

Závisle proměnná: průměrná akcelerace

Nezávisle proměnná: věk dětí (dichotomická proměnná, 0 = věk 8–10 let, 1 = věk 11–13 let)

H2₀: Neexistuje rozdíl v průměrné akceleraci mezi pohlavími.

H2_a: Chlapci mají vyšší průměrnou akceleraci než dívky.

Závisle proměnná: průměrná akcelerace

Nezávisle proměnná: pohlaví dětí (dichotomická proměnná, 0 = chlapec, 1 = dívka)

H3₀: Neexistuje rozdíl v průměrné akceleraci mezi dětmi s odlišnou úrovní tělesné hmotnosti.

H3_a: Děti s podváhou a normální tělesnou hmotností mají vyšší průměrnou akceleraci než děti s nadváhou a obezitou.

Závisle proměnná: průměrná akcelerace

Nezávisle proměnná: úroveň tělesné hmotnosti (dichotomická proměnná, 0 = BMI z-skóre ≤ 1 SD, 1 = BMI z-skóre > 1 SD)

H4_o: Neexistuje rozdíl v průměrné akceleraci mezi dětmi, které využívají aktivní transport na cestu do nebo ze školy ve srovnání s dětmi, které preferují transport pasivní.

H4_a: Děti, které využívají aktivní transport na cestu do nebo ze školy mají vyšší průměrnou akceleraci než děti, které preferují pasivní formu transportu.

Závisle proměnná: průměrná akcelerace

Nezávisle proměnná: aktivní transport do a ze školy (dichotomická proměnná, 0 = aktivní transport <3 den/týden, 1 = aktivní transport ≥3 den/týden)

H5_o: Neexistuje rozdíl v průměrné akceleraci mezi dětmi, které se účastní organizované PA ve srovnání s dětmi, které se jí neúčastní.

H5_a: Děti, které účastní se organizované PA mají vyšší průměrnou akceleraci než děti, které se jí neúčastní.

Závisle proměnná: průměrná akcelerace

Nezávisle proměnná: organizovaná PA (dichotomická proměnná, 0 = účast v organizované PA <1 hod/týden, 1 = účast v organizované PA ≥1 hod/týden)

H6_o: Neexistuje rozdíl v průměrné akceleraci mezi dětmi, které se účastní neorganizované PA ve srovnání s dětmi, které se jí neúčastní.

H6_a: Děti, které se účastní neorganizované PA mají vyšší průměrnou akceleraci než děti, které se jí neúčastní.

Závisle proměnná: průměrná akcelerace

Nezávisle proměnná: neorganizovaná PA (dichotomická proměnná, 0 = účast v neorganizované PA <2 hod/den, 1 = účast v neorganizované PA ≥2 hod/den)

H7_o: Neexistuje rozdíl v průměrné akceleraci mezi dětmi, které plní doporučení o délce screen-timu ve srovnání s dětmi, které toto doporučení neplní.

H7_a: Děti, které plní doporučení o délce screen-timu mají vyšší průměrnou akceleraci než děti, které neplní doporučení.

Závisle proměnná: průměrná akcelerace

Nezávisle proměnná: screen-time (dichotomická proměnná, 0 = screen-time >2 hod/den, 1 = screen-time ≤2 hod/den)

H8₀: Neexistuje rozdíl v průměrné akceleraci mezi dětmi, které plní doporučení o délce spánku ve srovnání s dětmi, které toto doporučení neplní.

H8_a: Děti, které plní doporučení o délce spánku mají vyšší průměrnou akceleraci než děti, které neplní doporučení.

Závisle proměnná: průměrná akcelerace

Nezávisle proměnná: délka spánku (dichotomická proměnná, 0 = délka spánku <9 hod/den, 1 = délka spánku 9–11 hod/den)

4 Metodika

4.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor diplomové práce byl tvořen celkem 168 dětmi (97 dívek a 71 chlapců) ve věku 8–13 let. Nábor dětí probíhal na čtyřech základních školách, jejichž vedení výzkum schválilo. Jednalo se o ZŠ Velká Dlážka Přerov, ZŠ Hejčín Olomouc, ZŠ Helsinská Olomouc a ZŠ Rýmařov. Do studie byly zahrnuty pouze děti, jejichž rodiče nebo zákonní zástupci podepsali informovaný souhlas o účasti jejich dětí v prováděné studii. Informování byli prostřednictvím letáků s podrobným popisem celého výzkum. Další podmínkou pro zařazení jedinců do studie byl dobrý zdravotní stav.

Diplomová práce byla zpracována v rámci projektu: „Využití analýzy kompozičních dat pro hodnocení kombinovaného efektu pohybové aktivity, sedavého chování a spánku na dětskou obezitu“ (GAČR 18-09188S). Ten byl schválen Etickou komisí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci a byl proveden v souladu s etickými normami Helsinské deklarace z roku 1964, včetně jejich oficiálních dodatků.

4.2 Monitoring pohybové aktivity

Monitorování PA probíhalo v období jara 2018 a podzimu 2019. Každý jedinec byl měřen po dobu sedmi po sobě jdoucích dnů v týdnu s pravidelným školním rozvrhem. Den před začátkem měření byly dětem rozdány akcelerometry, denní protokoly (pro záznam stěžejních časových údajů v průběhu dne (např. čas probuzení, čas příchodu do areálu školy) a dotazníky. Zároveň jim byly poskytnuty podrobné informace o správném nošení akcelerometru a vyplňování denního protokolu. Den po ukončení měření byly akcelerometry, denní protokoly i dotazníky od žáků vysbírány.

PA byla monitorována prostředním akcelerometru ActiGraph wGT3X-BT, který poskytuje spolehlivá a platná data. Akcelerometr byl nošen na zápěstí nedominantní ruky a sundáván pouze při vodních aktivitách jako je plavání, mytí nádobí nebo vykonávání osobní hygieny. Každé odložení přístroje bylo poté zaznamenáno do denního protokolu. Denní cyklus byl brán jako doba od probuzení do probuzení následujícího dne. Do denního cyklu bylo tedy řazeno i období spánku a čas denního cyklu se tak mohl mezi jednotlivými účastníky lišit. Z toho důvodu byly při zpracování výsledků hodnoty normalizovány na 24hodinový cyklus, tedy 1 440 min/den. Pro zařazení žáka do studie byla poté potřeba platného monitorování PA minimálně 3 pracovní dny a 1 víkendového dne.

Akcelerometr zaznamenával data gravitačního zrychlení na 3 ortogonálních osách s vzorkovací frekvencí 100 Hz. Získaná data byla poté stažena pomocí softwaru ActiLife verze 6.13.3. a převedena do formátu souboru .cvs. Metrika Euclidean Norm Minus One (ENMO) byla vypočítána prostřednictvím open-source balíčku GGIR verze 1.10-7 pro statistický program R. Záporné hodnoty byly zaokrouhleny na nulu.

V rámci balíčku R GGIR byla data zpracovaná ve 4 krocích. Jako první byl surový signál kalibrován na místní hodnoty gravitačního zrychlení. Následně byla pro 5 s epochy vypočítána míra zrychlení těla ze všech 3 os akcelerometru a z-úhel. V dalším kroku byly identifikovány abnormálně vysoké hodnoty zrychlení a čas, během kterého nebyl přístroj nošen. Tyto údaje byly v rámci posledního kroku společně s chybějícími daty nahrazeny hodnotami stejném časovém intervalu zaznamenaného akcelerometrem u zbývajících dní v týdnu.

Kategorizace dat s ohledem na intenzitu PA proběhla na základě následujících prahových hodnot ENMO. Pro SB byla použita prahová hodnota <36 mg, pro LPA $36\text{--}200$ mg a pro MVPA ≥ 201 mg, MPA $201\text{--}706$ mg, VPA ≥ 707 mg. LPA a MVPA byla dále kategorizována i na základě délky jejího trvání. V rámci LPA se jednalo o dělení na krátké epizody LPA, tedy LPA trvající méně než 1 min, nepřerušované epizody LPA trvající 1–9 min a nepřerušované epizody LPA trvající 10 min a déle. MVPA pak byla dělena pouze na krátkodobou MVPA a nepřerušované epizody MVPA trvající 1 min a déle. Za epizodu PA bylo přitom bráno období během kterého 80 % epoch odpovídalo prahovým hodnotám ENMO pro LPA nebo MVPA.

4.3 Statistická analýza

Statistická analýza diplomové práce byla provedena v softwaru IBM Statistical Package for the Social Sciences verze 23. Pro popisné statistiky byla využita základní deskriptivní statistika, a to zejména aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Rozdíly mezi zkoumanými kategoriemi byly analyzovány prostřednictvím nezávislého *t*-testu. Hladina statistické významnosti byla stanovena na $p < 0,05$.

Rozdělení výzkumného souboru pro účely analýzy rozdílů

V rámci plnění dílčích cílů a ověření hypotéz diplomové práce byl výzkumný soubor rozdělen na základě faktorů PA. V rámci individuálního faktoru pohlaví byl výzkumný soubor rozdělen na kategorii dívek a chlapců. Dalším faktorem byl věk jedince, který výzkumný soubor rozdělil na kategorii mladších (8–10 let) a starších dětí (11–13 let). Posledním individuálním faktorem byla úroveň tělesné hmotnosti jedince. Do kategorie žáků s nadváhou a obezitou byli zařazeni jedinci s hodnotou BMI z-skóre ≥ 1 SD. Naopak kategorie žáků s podváhou a normální tělesnou hmotností byla tvořena jedinci s hodnotou BMI z-skóre < 1 SD, včetně všech záporných hodnot.

Prvním behaviorálním faktorem PA bylo využití aktivního transportu na cestu do školy. Pokud žák ve třech a více dnech využil k cestě do školy pěší chůzi nebo jízdu na kole, byl zařazen do kategorie žáků s aktivním transportem do školy. V opačné případě byl jedinec zařazen do kategorie žáků s pasivní formou dopravy do školy. Stejný princip dělení byl využit i u faktoru aktivního transportu ze školy.

Dalším behaviorálním faktorem byla účast v organizované PA. Do kategorie žáků účastnících se organizované PA byli řazeni jedinci, kteří trávili minimálně 1krát týdně více jak hodinu PA, která byla řízena dospělým člověkem (trenérem, učitelem, rodičem atd.). Tělesné výchova však v rámci studie nebyla brána jako organizovaná PA. Zbytek žáků připadl do skupiny jedinců bez účasti v organizované PA.

Podobným behaviorálním faktorem byla neorganizovaná PA. Do kategorie žáků účastnících se neorganizované PA spadli jedinci, kteří strávili průměrně více jak 2 hod/den volnočasovou PA, která nebyla řízena trenérem, učitelem ani rodičem.

Další dělení proběhlo na základě délky spánku. Do kategorie žáků dodržujících doporučení o délce spánku byli zařazeni ti, kteří dodržovali pro tuto věkovou kategorii mezinárodně doporučených 9–11 hodin spánku. Jedinci, kteří strávili spánkem méně než 9 hodin, byli zařazeni do kategorie žáků nedodržujících doporučení o délce spánku. Stejný princip byl použit i u faktoru screen-time. Do kategorie žáků dodržujících doporučení o délce screen-timu spadali jedinci, kteří tou činností strávili maximálně 2 hod/den.

5 Výsledky

5.1 Charakteristika výzkumného souboru

Do výzkumného souboru diplomové práce bylo zahrnuto celkem 168 probandů s věkovým průměrem $11,4 \pm 1,5$ let (Tabulka 1). Průměrná tělesná výška souboru činila $149,8 \pm 11,5$ cm a tělesná hmotnost $41,7 \pm 10,5$ kg. Ve výzkumném souboru byli identifikováni 3 jedinci s podváhou, 130 jedinců s normální tělesnou hmotností, 22 jedinců s nadváhou a 13 s obezitou. Průměrná hodnota BMI z-skóre činila $0,2 \pm 1,1$.

Jedinci výzkumného souboru strávili průměrně $522,8 \pm 40,9$ min/den spánkem, $620,0 \pm 80,7$ min/den SB a $297,2$ min/den připadlo na PA. Organizované PA se účastnilo 117 jedinců, což odpovídá 69,6 % výzkumného souboru. Celkem 72,6 %, tedy 122 jedinců, se ve volném čase věnovalo neorganizované PA jako je např. jízda na kole, běh atd. Dalším zdrojem PA byl aktivní transport, a to jak do školy (využívalo ho celkem 84 jedinců, tj. 50 % výzkumného souboru), tak i ze školy (zaznamenán celkem u 72 jedinců výzkumného souboru, tj. 42,9 %).

Při zpracování výsledků byl výzkumný soubor několikrát rozdělen. Jednak na základě věku na skupinu mladších dětí tvořenou celkem 78 jedinci s věkovým průměrem $10,1 \pm 1,4$ let a na skupinu dětí starších s 90 jedinci a věkovým průměrem $12,5 \pm 1,5$ let. Dále byl výzkumný soubor rozdělen na základě pohlaví na 97 dívek a 71 chlapců. Dívky byly průměrně o 0,2 let mladší, o 2,3 cm menší a 2,1 kg lehčí než chlapci. Dívky byly dále celkově o 9,8 %, tedy o 30,3 min/den, pohybově aktivnější než chlapci, čemuž odpovídá i výsledné množství SB. To bylo u chlapců průměrně o 38,1 min/den (5,9 %) větší než u dívek.

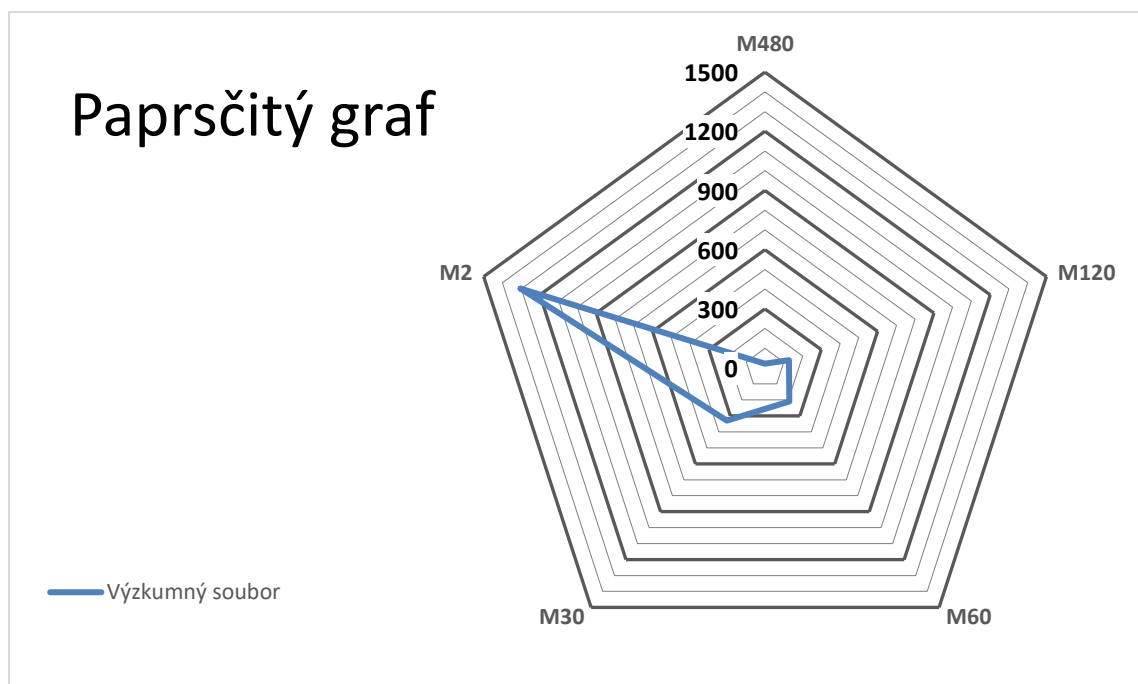
Tabulka 1.

Popisná charakteristika výzkumného souboru

	Výzkumný soubor (n=168)		Dívky (n=97)		Chlapci (n=71)	
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD
Věk (roky)	11,4	1,5	11,3	1,5	11,5	1,5
Tělesná výška (cm)	149,8	11,5	148,8	11,5	151,1	11,7
Tělesná hmotnost (kg)	41,7	10,5	40,8	10,5	42,9	10,6
BMI z-skóre	0,2	1,1	0,1	1,1	0,3	1,1
Kategorizace BMI						
Podváha	1,8 %		2,1 %		1,4 %	
Normální tělesná hmotnost	77,4 %		80,4 %		73,2 %	
Nadváha	13,1 %		10,3 %		16,9 %	
Obezita	7,7 %		7,2 %		8,5 %	
Spánek (min/den)	522,8	40,9	526,1	40,9	518,2	40,8
Sedavé chování (min/den)	620,0	80,7	603,9	80,5	642,0	75,3
Pohybová aktivita (min/den)	297,2	59,9	310,0	59,7	279,7	54,5
Wear time (min/den)	1459,6	33,5	1459,2	33,4	1460,0	33,5
Počet validních školních dnů	5		5		5	
Počet validních víkendových dnů	2		2		2	
Průměrná akcelerace	43,0	12,3	41,9	9,8	44,4	15,0
IG	-2,04	0,15	-2,09	0,12	-1,98	0,17
Plní doporučení MVPA	45,2 %		44,3 %		46,5 %	

Poznámka. IG – gradient intenzity, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MPA – pohybová aktivita střední intenzity, VPA – pohybová aktivita vysoké intenzity, SD – směrodatná odchylka, validní školní dny – *uvedená hodnota je mediánem hodnot výzkumného souboru*, validní víkendové dny – *uvedená hodnota je mediánem hodnot výzkumného souboru*

Paprsčitý graf



Obrázek 3. Paprsčitý graf pro výzkumný soubor.

Poznámka. M2 – neaktivnější 2 min z dne, M30 – neaktivnějších 30 min z dne, M60 – neaktivnějších 60 min z dne, M120 – neaktivnějších 120 min z dne, M480 – neaktivnějších 480 min z dne.

Na Obrázku 3 je zobrazen paprsčitý graf zaznamenávající profil PA výzkumného souboru prostřednictvím hodnot průměrné akcelerace v neaktivnějších 2–480 minutách dne. Průměrná hodnota neaktivnějších 2 minut činila $1\,303,3 \pm 483,5$ mg, neaktivnějších 30 min $329,5 \pm 130,3$ mg, neaktivnějších 60 min $209,4 \pm 61,6$ mg, neaktivnějších 120 min z dne $127,8 \pm 31,2$ mg a 480 neaktivnějších min z dne $21,4 \pm 14,9$ mg.

5.2 Rozdíly v pohybové aktivitě

5.2.1 Pohlaví a věk jedince

Při srovnání pohlavních kategorií byly zaznamenány statisticky významné rozdíly v LPA (dívky byly vždy pohybově aktivnější) a VPA (chlapci vždy pohybově aktivnější), (Tabulka 2). U děvčat bylo zaznamenáno průměrně větší množství LPA než u chlapců, přičemž zjištěný rozdíl byl 33,7 min/den, tj. 13,4 % ($p < 0,001$). Tento výsledek potvrzuje i hodnota neaktivnějších 480 min z dne, která byla u děvčat o 2,9 mg, tj. o 12,8 % ($p = 0,004$), vyšší než u chlapců. Nejvýraznější rozdíl v LPA byl zaznamenán u nepřerušovaných epizod PA trvajících déle než 10 min. Tento rozdíl činil 22,3 %, tj. 4,6 min/den ($p = 0,028$). U LPA trvajících v rozmezí 1–9 min byl zaznamenán rozdíl 18,1 min/den, tj. 21,8 % ($p < 0,001$). Dívky strávily krátkodobou LPA o 7,4 %, tj. o 10,9 min/den ($p = 0,006$), více času než chlapci.

V případě celkového množství VPA byli chlapci průměrně o 3,9 min/den, tj. o 33,9 % ($p = 0,001$), pohybově aktivnější než děvčata. To se projevilo nejen v IG, kde rozdíl činil 5,2 % ($p < 0,001$),

ale i v neaktivnějších 2 a 30 min z dne, kde byl rozdíl 256,6 mg, tj. 17,7 % ($p = 0,001$), respektive 59,7 mg, tj. 16,4 % ($p = 0,007$) ve prospěch chlapců. Chlapci byli aktivnější i v rámci hodnoty ENMO, rozdíl 2,5 mg, tj. 5,6 % však nebyl statisticky významný. Nulová hypotéza N_2_0 byla teda přijata.

Tabulka 2.

Rozdíly ve vybraných ukazatelích pohybové aktivity mezi pohlavními kategoriemi.

	Dívky ($n=97$)		Chlapci ($n=71$)		t-hodnota	p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD		
LPA (min/den)	251,6	45,9	217,9	35,1	-5,4	<0,001
MPA (min/den)	50,9	17,6	50,3	20,7	-0,2	0,856
VPA (min/den)	7,6	5,2	11,5	8,7	3,4	0,001
MVPA (min/den)	58,4	21,6	61,8	28,2	0,9	0,399
LPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	147,9	26,7	137,0	22,6	-2,8	0,006
1–9 min	83,0	20,7	64,9	17,8	-6,0	<0,001
≥10 min	20,6	13,3	16,0	12,9	-2,3	0,028
MVPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	39,3	13,1	38,1	13,7	-0,6	0,559
≥1 min	19,1	12,0	23,7	18,0	1,9	0,063
ENMO (mg)	41,9	9,8	44,4	15,0	1,2	0,224
IG	-2,09	0,12	-1,98	0,17	4,9	<0,001
M480 (mg)	22,6	6,8	19,7	5,6	-2,9	0,004
M120 (mg)	128,0	26,5	127,5	36,9	-0,1	0,925
M60 (mg)	201,8	43,3	219,8	79,4	1,7	0,086
M30 (mg)	304,3	86,4	364,0	167,9	2,7	0,007
M2 (mg)	1194,9	365,3	1451,5	579,7	3,3	0,001

Poznámka. ENMO – průměrné zrychlení, IG – gradient intenzity, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MPA – pohybová aktivita střední intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity, VPA – pohybová aktivita vysoké intenzity, SD – směrodatná odchylka

Na základě věku byl výzkumný soubor rozdělen do kategorií mladší (průměrný věk $10,1 \pm 1,4$ let) a starší děti (věkový průměr $12,5 \pm 1,5$ let). Jako statisticky významné rozdíly mezi těmito kategoriemi se ukázaly být ty v LPA, MPA, VPA i MVPA. Ve všech případech byli mladší děti pohybově aktivnější než starší (Tabulka 3).

Celkové množství LPA bylo u mladších dětí o 20,3 min/den, tj. o 9 % ($p = 0,003$) vyšší než u dětí starších. Stejně tak tomu bylo i v případě krátkodobé LPA, kde byl zjištěn rozdíl 21,3 min/den, tj. 13,8 %

($p < 0,001$). Tomu odpovídá hodnota neaktivnějších 480 min z dne, kterou mají mladší děti o 8 mg, tj. o 33 % ($p < 0,001$) vyšší než starší děti, i hodnota neaktivnějších 120 min z dne, která je také vyšší u mladších dětí, a to o 18,7 mg, tj. o 13,6 % ($p < 0,001$).

Rozdíl v celkovém množství MPA byl 11,4 min/den, tj. 20,1 % ($p < 0,001$). U celkového množství VPA byl rozdíl ještě výraznější, a to 4,3 min/den, tj. 37,4 % ($p < 0,001$). Těmto výsledkům odpovídá i hodnota neaktivnějších 2 min z dne, která byla u mladších dětí v průměru o 327,2 mg, tj. o 22,1 % ($p < 0,001$) vyšší než u starších dětí.

Co se týče MVPA, tak byly zaznamenány statisticky významné rozdíly jak v jejím celkovém množství (rozdíl 15,8 min/den, tj. 23,1 %, kdy $p < 0,001$), tak v krátkodobé MVPA (rozdíl 11,2 min/den, tj. 25 %, kdy $p < 0,001$) i v MVPA trvajícím déle než 1 min (rozdíl 4,6 min/den, tj. 19,6 %, kdy $p = 0,045$). Těmto zjištěním odpovídaly i hodnoty neaktivnějších 60 min z dne, kde dosáhli mladší děti 37,8 mg, tj. o 16,5 % ($p < 0,001$) vyšších hodnot než starší děti, a neaktivnějších 30 min z dne s rozdílem 77,4 mg, tj. 20,9 % ($p < 0,001$). Ve veškerých zmíněných parametrech PA byly mladší děti pohybově aktivnější než starší.

Statisticky významné rozdíly byly zaznamenány i v rámci IG a ENMO. Mladší děti dosáhly o 0,08, tj. o 3,8 % vyšší hodnoty IG. U ENMO byl rozdíl 8,6 mg, tj. 18,1 %, opět ve prospěch mladších dětí. Nulová hypotéza H_{10} byla zamítnuta.

Tabulka 3.

Rozdíly ve vybraných ukazatelích pohybové aktivity mezi věkovými kategoriemi.

	Děti 8–10 let (n=78)		Děti 11–13 let (n=90)		t-hodnota	p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD		
LPA (min/den)	248,2	42,3	227,9	44,9	3,0	0,003
MPA (min/den)	56,8	20,2	45,4	16,0	4,1	<0,001
VPA (min/den)	11,5	8,1	7,2	5,5	4,0	<0,001
MVPA (min/den)	68,3	26,6	52,5	20,1	4,4	<0,001
LPA bouty						
(min/den)						
Krátkodobá PA	154,7	20,8	133,4	25,2	5,9	<0,001
1–9 min	75,5	21,8	75,2	21,2	0,1	0,953
≥10 min	18,0	13,3	19,2	13,3	–0,6	0,550
MVPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	44,8	13,4	33,6	10,8	5,9	<0,001
≥1 min	23,5	17,0	18,9	12,6	2,0	0,045
ENMO (mg)	47,6	12,3	39,0	10,8	4,8	<0,001
IG	–2,00	0,15	–2,08	0,15	3,7	<0,001
M480 (mg)	23,7	6,1	19,3	6,1	4,7	<0,001
M120 (mg)	137,8	32,0	119,1	27,9	4,0	<0,001
M60 (mg)	229,7	69,8	191,9	47,4	4,2	<0,001
M30 (mg)	371,0	114,8	293,6	104,5	3,9	<0,001
M2 (mg)	1478,6	470,3	1151,4	443,8	4,6	<0,001

Poznámka. ENMO – průměrné zrychlení, IG – gradient intenzity, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MPA – pohybová aktivita střední intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity, VPA – pohybová aktivita vysoké intenzity, SD – směrodatná odchylka

5.2.2 Úroveň tělesné hmotnosti

Při srovnání kategorie tvořené žáky s normální tělesnou hmotností a kategorie žáků s nadváhou nebo obezitou nebyly nalezeny žádné statisticky významné rozdíly (Tabulka 4). Nulová hypotéza H_{30} byla přijata.

Žáci s normální tělesnou hmotností se celkově ukázaly jako pohybově aktivnější, s výjimkou celkového množství LPA (rozdíl 0,6 min/den, tj. 0,3 %), krátkodobé LPA (rozdíl 1,3 min/den, tj. 0,9 %), nepřerušovaných epizod LPA trvajících déle než 10 min (rozdíl 2,8 min/den, tj. 13,4 %), tomu odpovídajících hodnot neaktivnějších 480 min z dne (0,1 mg, tj. 0,5 %) a krátkodobé MVPA (0,5 min/den, tedy 1,3 %).

Tabulka 4

Rozdíly ve vybraných ukazatelích pohybové aktivity mezi hmotnostními kategoriemi.

	Normální tělesná hmotnost (n=133)		Nadváha a obezita (n=35)		t-hodnota	p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD		
LPA (min/den)	237,2	46,2	237,8	39,5	-0,1	0,944
MPA (min/den)	51,4	19,0	47,8	18,4	1,0	0,310
VPA (min/den)	9,3	7,9	8,9	6,7	0,3	0,766
MVPA (min/den)	60,7	24,7	56,6	24,2	0,9	0,386
LPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	143,0	26,7	144,3	20,8	-0,3	0,795
1–9 min	76,1	21,7	72,6	20,4	0,9	0,388
≥10 min	18,1	12,7	20,9	15,2	-1,1	0,259
MVPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	38,7	13,3	39,2	13,6	-0,2	0,858
≥1 min	22,0	15,4	17,5	12,7	1,6	0,112
ENMO (mg)	43,2	12,8	41,8	10,0	0,6	0,547
IG	-2,04	0,15	-2,05	0,15	0,1	0,943
M480 (mg)	21,3	6,7	21,4	5,6	-0,1	0,940
M120 (mg)	128,9	32,9	123,6	24,0	0,9	0,377
M60 (mg)	211,8	64,8	200,5	47,6	1,0	0,337
M30 (mg)	333,6	137,1	314,0	100,9	0,8	0,430
M2 (mg)	1309,1	488,5	1281,5	470,2	0,3	0,765

Poznámka. ENMO – průměrné zrychlení, IG – gradient intenzity, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MPA – pohybová aktivita střední intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity, VPA – pohybová aktivita vysoké intenzity, SD – směrodatná odchylka

5.2.3 Aktivní transport

Dále byla srovnávána kategorie jedinců využívajících aktivní transport do školy s kategorií jedinců, kteří preferovali pasivní formy transportu do školy (Tabulka 5). Děti, s aktivním transportem do školy byli pohybově aktivnější především v LPA. Statisticky významné rozdíly byly zaznamenány v celkovém množství LPA (rozdíl 14,5 min/den, tj. 5,9 %, kdy $p = 0,036$) a u nepřerušovaných epizod LPA trvajících déle než 10 min, který činil 8,1 min/den, tj. 35,7 % ($p < 0,001$).

Tabulka 5

Rozdíly ve vybraných ukazatelích pohybové aktivity mezi kategoriemi žáků využívajících AT do školy a žáků využívajících pasivní formy transportu.

	S aktivním transportem (n=84)		S pasivní formou transportu (n=84)		t-hodnota	p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD		
LPA (min/den)	244,6	46,0	230,1	42,6	-2,1	0,036
MPA (min/den)	50,0	20,0	51,3	17,8	0,4	0,661
VPA (min/den)	8,6	6,4	9,8	7,9	1,2	0,248
MVPA (min/den)	61,1	24,3	58,6	25,0	0,7	0,500
LPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	145,2	26,0	141,4	25,1	-1,0	0,343
1–9 min	76,7	21,1	74,0	21,8	-0,8	0,424
≥10 min	22,7	14,0	14,6	11,3	-4,1	<0,001
MVPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	39,1	14,7	38,5	11,9	-0,3	0,777
≥1 min	19,5	14,1	22,6	15,7	1,4	0,173
ENMO (mg)	42,6	11,7	43,3	12,9	0,4	0,695
IG	-2,06	0,14	-2,03	0,16	1,1	0,279
M480 (mg)	22,3	7,0	20,4	5,9	-1,9	0,056
M120 (mg)	126,5	30,3	129,1	32,3	0,5	0,548
M60 (mg)	203,3	52,8	215,5	69,1	1,3	0,203
M30 (mg)	316,3	111,5	342,8	146,3	1,3	0,189
M2 (mg)	1275,1	463,0	1331,5	504,3	0,8	0,452

Poznámka. ENMO – průměrné zrychlení, IG – gradient intenzity, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MPA – pohybová aktivita střední intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity, VPA – pohybová aktivita vysoké intenzity, SD – směrodatná odchylka

Rozdíly v PA byly zaznamenány také mezi kategorií jedinců využívajících aktivní transport ze školy a kategorií tvořenou jedinci, kteří preferovali pasivní formy transportu ze školy (Tabulka 6). Jako statisticky významné se ukázalo množství času stráveného nepřerušovanými epizodami LPA trvajících déle než 10 min, přičemž u jedinců s aktivním transportem byly hodnoty o 5,4 min/den, tj. o 25,6 % ($p = 0,009$) vyšší než u jedinců s pasivní formou transportu.

Tabulka 6

Rozdíly ve vybraných ukazatelích pohybové aktivity mezi kategoriemi žáků využívajících AT ze školy a žáků využívajícím pasivní formu transportu.

	S aktivním transportem (n=72)		S pasivní formou transportu (n=93)		t-hodnota	p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD		
LPA (min/den)	241,7	45,7	231,5	44,1	-1,5	0,148
MPA (min/den)	50,4	20,2	51,0	17,6	0,2	0,860
VPA (min/den)	9,5	7,8	8,9	6,5	-0,5	0,592
MVPA (min/den)	59,9	26,4	59,9	22,7	-0,0	0,983
LPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	145,3	26,5	140,3	24,6	-1,2	0,213
1–9 min	75,3	21,2	75,6	22,2	0,1	0,952
≥10 min	21,1	14,2	15,7	11,7	-2,6	0,009
MVPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	39,7	14,3	37,7	12,2	-1,0	0,341
≥1 min	20,3	16,0	22,1	13,9	0,8	0,425
ENMO (mg)	43,6	13,6	42,1	10,7	-0,8	0,437
IG	-2,04	0,15	-2,05	0,16	-0,2	0,880
M480 (mg)	21,9	6,8	20,6	6,1	-1,3	0,199
M120 (mg)	128,8	34,2	126,8	27,8	-0,4	0,698
M60 (mg)	211,3	69,9	207,4	50,9	-0,4	0,694
M30 (mg)	334,5	145,2	324,2	112,0	-0,5	0,618
M2 (mg)	1322,9	509,7	1274,2	455,9	-0,6	0,525

Poznámka. ENMO – průměrné zrychlení, IG – gradient intenzity, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MPA – pohybová aktivita střední intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity, VPA – pohybová aktivita vysoké intenzity, SD – směrodatná odchylka

5.2.4 Organizovaná a neorganizovaná pohybová aktivita

Celkem 117 jedinců z výzkumného souboru bylo zapojeno do organizované PA. Tito jedinci se ukázali jako pohybově aktivnější než jedinci bez organizované PA ve všech zkoumaných parametrech s výjimkou krátkodobé LPA, kde rozdíl činil 25,3 min/den, tj. 36,0 %. Jediný statisticky významný rozdíl byl zaznamenán u LPA trvající 1–10 min, kde jedinci účastníci se organizované PA dosáhly o 7,3 min/den, tj. 9,4 % ($p = 0,043$), vyšších hodnot než jedinci bez organizované PA.

Podrobnější informace o PA jedinců s a bez organizované PA jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7

Rozdíly ve vybraných ukazatelích pohybové aktivity mezi kategorií žáků účastnících se organizované PA a kategorií žáků neúčastnících se organizované PA.

	Bez organizované PA (n=51)		S organizovanou PA (n=117)		t-hodnota	p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD		
LPA (min/den)	227,9	46,4	241,4	43,6	-1,8	0,073
MPA (min/den)	47,2	18,9	52,2	18,8	-1,6	0,116
VPA (min/den)	8,6	6,5	9,5	7,4	-0,7	0,458
MVPA (min/den)	55,8	24,2	61,6	24,6	-1,4	0,154
LPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	140,0	27,9	114,7	24,5	-1,1	0,277
1–9 min	70,3	21,5	77,6	21,1	-2,0	0,043
≥10 min	17,6	11,8	19,1	13,9	-0,7	0,486
MVPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	36,7	13,4	39,7	13,2	-1,4	0,173
≥1 min	19,1	13,3	21,9	15,6	-1,1	0,259
ENMO (mg)	41,2	11,7	43,7	12,5	-1,2	0,214
IG	-2,05	0,15	-2,04	0,14	-0,5	0,628
M480 (mg)	20,2	6,1	21,9	6,6	-1,5	0,133
M120 (mg)	122,4	30,2	130,1	31,5	-1,5	0,141
M60 (mg)	202,0	55,8	212,6	64,0	-1,0	0,306
M30 (mg)	318,1	116,6	334,6	136,1	-0,8	0,453
M2 (mg)	1261,7	464,7	1321,5	492,3	-0,7	0,463

Poznámka. ENMO – průměrné zrychlení, IG – gradient intenzity, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MPA – pohybová aktivita střední intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity, VPA – pohybová aktivita vysoké intenzity, SD – směrodatná odchylka

Stejně jako v případě organizované PA, byli žáci a žákyně trávící volný čas neorganizovanou PA pohybově aktivnější než žáci bez neorganizované PA. Zaznamenáno vyšší u nich bylo vyšší množství PA všech intenzit (Tabulka 8). Jako statisticky významné se ukázaly následující rozdíly.

V celkovém množství LPA byly u žáků s neorganizovanou PA zaznamenány hodnoty o 18,4 min/den, tj. o 7,6 % ($p = 0,018$), vyšší než o žáků bez neorganizované PA. To potvrzuje i hodnota neaktivnějších 480 hodin z den, která byla u žáků s neorganizovanou PA o 2,8 mg, tj. o 12,7 % ($p = 0,013$), vyšší. Stejně tak převyšovali tito žáci žáky bez neorganizované PA ve 120 neaktivnějších min z dne a rozdíl činil 13,1 mg, tj. 10 % ($p = 0,015$). Nejvýraznější rozdíl v LPA byl zaznamenán u nepřerušovaných epizod PA trvajících déle než 10 min. Tento rozdíl byl 4,1 min/den, tj. 20,7 %

($p = 0,043$). Významný rozdíl byl zaznamenán i u krátkodobé LPA (rozdíl 9,3 min/den, tj. 6,4 %, kdy $p = 0,034$).

Statisticky významné rozdíly byly zaznamenány i v celkovém množství MPA (rozdíl 8 min/den, tj. 15,2 %, kdy $p = 0,014$) a VPA (rozdíl 2,2 min/den, tj. 22,4 %, kdy $p = 0,045$). Co se týče MVPA, tak v jejím celkovém množství byl rozdíl 10,1 min/den, což odpovídá 16,1 % ($p = 0,016$). U krátkodobé MVPA byl rozdíl 7,2 min/den, tj. 17,6 % ($p = 0,002$). Jako statisticky významný se ukázal i rozdíl v EMNO, který činil 10,8 % ($p = 0,024$). Výsledky ukázaly, že žáci s neorganizovanou PA byli v naprosté většině zkoumaných parametrů pohybově aktivnější než žáci bez neorganizované PA. To potvrdilo alternativní hypotézu H_{6a} , která byla přijata.

Tabulka 8

Rozdíly ve vybraných ukazatelích pohybové aktivity mezi kategorií žáků účastnících se neorganizované PA a kategorií žáků neúčastnících se neorganizované PA.

	Bez neorganizované PA (n=46)		S neorganizovanou PA (n=122)		t-hodnota	p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD		
LPA (min/den)	224,0	46,5	242,4	43,2	-2,4	0,018
MPA (min/den)	44,8	17,3	52,8	19,1	-2,5	0,014
VPA (min/den)	7,6	5,5	9,8	7,6	-2,0	0,045
MVPA (min/den)	52,5	21,5	62,6	25,1	-2,4	0,016
LPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	136,5	28,0	145,8	24,2	-2,1	0,034
1–9 min	71,9	20,7	76,7	21,7	-1,3	0,193
≥10 min	15,7	10,7	19,8	14,0	-2,1	0,043
MVPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	33,6	12,8	40,8	13,0	-3,2	0,002
≥1 min	18,9	11,9	21,9	15,9	-1,1	0,252
ENMO (mg)	39,5	11,7	44,3	12,3	-2,3	0,024
IG	-2,06	0,15	-2,04	0,15	-0,8	0,434
M480 (mg)	19,3	6,0	22,1	6,5	-2,5	0,013
M120 (mg)	118,3	30,5	131,4	30,9	-2,5	0,015
M60 (mg)	194,5	53,5	215,1	63,7	-1,9	0,053
M30 (mg)	301,4	114,2	340,2	134,8	-1,7	0,085
M2 (mg)	1227,9	464,6	1331,8	489,2	-1,2	0,215

Poznámka. ENMO – průměrné zrychlení, IG – gradient intenzity, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MPA – pohybová aktivita střední intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity, VPA – pohybová aktivita vysoké intenzity, SD – směrodatná odchylka

5.3.5 Screen-time

Dalším kritériem pro posouzení rozdílů v PA žáků byl screen-time (Tabulka 9). Při srovnání kategorie žáků, kteří dodržují doporučení o čase stráveném prostřednictvím screen-timu, s kategorií žáků, kteří tato doporučení nedodržují, se ukázalo, že žáci plnící doporučení byly téměř ve všech zkoumaných parametrech pohybově aktivnější. Výjimku tvořilo celkové množství VPA (rozdíl 0,5 min/den, tj. 5,3 %), tomu odpovídající hodnota neaktivnějších 2 min z dne (rozdíl 8,8 mg, tj. 0,7 %) a hodnota nepřerušovaných epizod LPA trvajících déle než 10 min (rozdíl 0,1 min/den, tj. 0,5 %). Tyto rozdíly však byly minimální. Naopak statisticky významné rozdíly byly zjištěny u celkového

množství LPA (rozdíl 17,3 min/den, tj. 7,0 %, kdy $p = 0,017$) a u nepřerušovaných epizod LPA trvajících v rozmezí 1-9 min (rozdíl 10 min/den, tj. 12,2 %, kdy $p = 0,004$).

Tabulka 9

Rozdíly ve vybraných ukazatelích pohybové aktivity mezi kategorií žáků plnících a kategorií žáků neplnících doporučení o času stráveném prostřednictvím screen-timu.

	Neplní doporučení ($n=111$)		Plní doporučení ($n=57$)		t-hodnota	p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD		
LPA (min/den)	231,5	47,4	248,8	36,9	-2,4	0,017
MPA (min/den)	49,6	19,8	52,6	16,9	-1,0	0,328
VPA (min/den)	9,4	7,6	8,9	6,3	0,5	0,646
MVPA (min/den)	59,0	25,8	61,5	22,0	-0,6	0,532
LPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	140,8	27,0	148,2	21,7	-1,9	0,055
1–9 min	72,0	22,2	82,0	18,4	-2,9	0,004
≥10 min	18,7	13,7	18,6	12,5	0,1	0,958
MVPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	38,5	14,3	39,4	11,1	-0,4	0,660
≥1 min	20,5	14,9	22,1	15,2	-0,6	0,525
ENMO (mg)	42,4	13,0	44,0	10,9	-0,8	0,430
IG	-2,04	0,16	-2,05	0,13	0,8	0,430
M480 (mg)	20,7	6,8	22,6	5,7	-1,7	0,083
M120 (mg)	125,3	32,0	132,7	29,3	-1,5	0,145
M60 (mg)	207,2	63,2	213,8	58,8	-0,7	0,512
M30 (mg)	328,7	135,2	331,1	121,4	-0,1	0,912
M2 (mg)	1306,3	527,6	1297,5	387,5	0,1	0,902

Poznámka. ENMO – průměrné zrychlení, IG – gradient intenzity, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MPA – pohybová aktivita střední intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity, VPA – pohybová aktivita vysoké intenzity, SD – směrodatná odchylka

5.3.4 Délka spánku

Rozdíly v PA byly zjišťovány také mezi kategorií žáků dodržujících doporučení o délce spánku a kategorií jedinců, kteří toto doporučení nedodržují (Tabulka 10). Jako statisticky významné se ukázaly následující rozdíly.

Z LPA se jedná o krátkodobou PA trvající maximálně 1 min (rozdíl 9,3 min/den, tj. 6,2 %, kdy $p = 0,026$) a o ní vypovídající hodnota neaktivnějších 120 min z dne (rozdíl 13,8 mg, tj. 10,1 %, kdy $p = 0,007$). Co se týče MVPA, byl zaznamenán rozdíl jak v jejím celkovém množství (rozdíl 9,3 min/den, tj. 16,3 %, kdy $p = 0,002$), tak i u MVPA trvající do 1 min (rozdíl 6,7 min/den, tj. 15,5 %, kdy $p = 0,002$) a u nepřerušovaných epizod MVPA trvajících déle než 1 min (rozdíl 6 min/den, tj. 23,9 %, kdy $p = 0,014$). Statistický významný rozdíl byl zaznamenán také u MPA, konkrétně v jejím celkovém množství (rozdíl 9,3 min/den, tj. 16,3 %, kdy $p = 0,003$). Tyto hodnoty potvrzují i údaje o neaktivnějších 60 a 30 minutách z dne, kdy rozdíly byly 29,6 mg, tj. 12,0 % ($p = 0,003$), respektive 59,5 mg, tj. 16,1 % ($p = 0,005$). U celkového množství VPA byl rozdíl 3,4 min/den, tj. 29,6 % ($p = 0,003$). V hodnotě vypovídající o VPA, tedy v neaktivnějších 2 min z dne, byl zaznamenán rozdíl 223,5 mg, tj. 15,4 % ($p = 0,005$). Statisticky významný rozdíl byl zaznamenán i u hodnoty ENMO (5,6 mg, $p = 0,005$). Ve všech dosud zmíněných parametrech se ukázali žáci plnící doporučení o délce spánku pohybově aktivnější a alternativní hypotéza H_8 byla přijata.

Tabulka 10

Rozdíly ve vybraných ukazatelích pohybové aktivity mezi kategorií žáků plnících doporučení a žáků neplnících doporučení o délce spánku.

	Neplní doporučení (n=113)		Plní doporučení (n=55)		t-hodnota	p-hodnota
	Průměr	SD	Průměr	SD		
LPA (min/den)	234,9	46,2	242,3	41,7	-1,0	0,317
MPA (min/den)	47,6	18,2	56,9	18,9	-3,0	0,003
VPA (min/den)	8,1	6,3	11,5	8,2	-3,0	0,003
MVPA (min/den)	55,7	23,1	68,4	25,4	-3,2	0,002
LPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	140,3	26,8	149,6	21,6	-2,3	0,026
1–9 min	75,6	21,0	75,0	22,5	0,2	0,874
≥10 min	19,1	13,2	17,8	13,5	0,6	0,534
MVPA bouty (min/den)						
Krátkodobá PA	36,6	12,8	43,3	13,4	-3,1	0,002
≥1 min	19,1	13,8	25,1	16,4	-2,5	0,014
ENMO (mg)	41,1	11,5	46,7	13,0	-2,3	0,005
IG	-2,06	0,15	-2,00	0,14	-2,4	0,016
M480 (mg)	20,8	6,8	22,5	5,7	-1,6	0,115
M120 (mg)	123,3	29,2	137,1	33,4	-2,7	0,007
M60 (mg)	199,7	51,8	229,3	74,7	-3,0	0,003
M30 (mg)	310,1	111,6	369,6	155,7	-2,8	0,005
M2 (mg)	1230,2	469,6	1453,5	480,9	2,9	0,005

Poznámka. ENMO – průměrné zrychlení, IG – gradient intenzity, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MPA – pohybová aktivita střední intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity, VPA – pohybová aktivita vysoké intenzity, SD – směrodatná odchylka

6 Diskuze

Hlavním cílem diplomové práce bylo na základně surových dat z akcelerometru posoudit rozdíly v PA dětí. K tomu bylo využito několika kritérií, která PA ovlivňují. Velmi zásadním individuálním kritériem PA byl věk jedince. Mladší děti se ukázaly být pohybově aktivnější než starší děti, a to v naprosté většině zkoumaných parametrech PA. Dalším významným individuálním faktorem PA bylo pohlaví jedince. Zatímco v MVPA byly rozdíly mezi oběma pohlavími minimální, v LPA dívky významně převyšovaly chlapce. Naopak ve VPA byli chlapci pohybově aktivnější než dívky. V oblasti behaviorálních faktorů PA se jako velmi zásadní ukázala být délka spánku jedince. Žáci, kteří dodržovali doporučení o délce spánku, byli pohybově aktivnější než žáci toto doporučení nedodržující, a to při PA všech intenzit. Stejně tak byla neméně významným kritériem účast v neorganizované PA, neboť žáci vykonávající neorganizovanou PA byli pohybově aktivnější než žáci, kteří ji nevykonávali, v naprosté většině zkoumaných parametrů PA. Naopak účast v organizované PA byla jen málo významným kritériem. Jediným statisticky významným rozdílem zde byly nepřerušované epizody LPA trvající 1–9 min. Staticky významné rozdíly pouze v LPA byly zaznamenány i u aktivního transportu a screen-timu. Žáci využívající aktivní transport byli pohybově aktivnější než žáci preferující pasivní formu přepravy a žáci dodržující doporučení o množství času stráveného prostřednictvím screen-timu byli aktivnější než žáci toto doporučení nedodržující. Nečekaným zjištěním bylo, že úroveň tělesné hmotnosti jedince, tedy přítomnost nadváhy a obezity u dětí, nemá zásadní vliv na vykonanou PA.

6.1 Pohlaví a věk

Základním individuálním faktorem ovlivňujícím PA je pohlaví jedince (Fairclough et al., 2012). Steene-Johannessen et al. (2020) uvádí, že mezi dívkami a chlapci existují rozdíly nejen v množství vykonané PA, ale i v její intenzitě. Ke stejným závěrům jsme dospěli v předkládané diplomové práci. Stejně jako ve studiích Valacha et al. (2017), Stredt et al. (2013), Fairclough et al. (2012) a Steene-Johannessen et al. (2020) byli chlapci celkově pohybově aktivnější než dívky, přičemž nejvýraznější rozdíly byly zaznamenány ve VPA. Dívky naopak převyšovaly chlapce v rámci LPA. Fairclough et al. (2012) uvádí, že důvodem mohou být různé biologické a psychosociální faktory, které způsobují, že se chlapci lépe zapojují do spontánních pohybových aktivit, které jsou zdrojem VPA.

Dalším z hlavních individuálních faktorů PA byl věk jedince. Farooq et al. (2019), Neuls a Frömel (2016), Pate et al. (2009) stejně jako McMurray in Pate et al. (2009) a Kim in Pate et al. (2009) dospěli k závěrům, že s rostoucím věkem klesá množství vykonané PA. Stejně výsledky byly zaznamenány i v této práci, kdy mladší děti byly pohybově aktivnější než starší děti. Farooq et al. (2019) pak zaznamenal významný rozdíl především ve MVPA. Výrazný rozdíl v celkovém množství MVPA mezi věkovými kategoriemi byl zaznamenán i v diplomové práci (rozdíl 23,1 %). Zároveň se ukázalo,

že se zvyšující se intenzitou PA se zvyšují i rozdíly v PA mezi mladšími a staršími dětmi (LPA rozdíl 8,2 %, VPA rozdíl 37,4 %). S tím souhlasí i Neuls a Frömel (2016), který udává, že s rostoucím věkem klesá nejen množství PA, ale i její intenzita. Jako důvod přitom uvádí s věkem snižující se zapojení do organizované PA, která je zdrojem především VPA. To se v naší studii nepotvrdilo, neboť účast v organizované PA u mladších dětí činila 62,8 %, kdežto u starších byla dokonce 75,6 %.

Jedním z důvodů pro nižší PA u starších dětí však může být čas strávený prostřednictvím screen-timu, který je zdrojem SB a negativně ovlivňuje PA. U starších dětí nedodržovalo doporučení o množství času stráveného prostřednictvím screen-timu 70 % jedinců, zatímco u mladších dětí jen 61,5 %.

6.2 Úroveň tělesné hmotnosti

Dalším individuálním faktorem PA je přítomnost nadváhy a obezity u dětí. Stejným problémem se ve svých studiích zabývali i Stredt et al. (2013) a Fairclough et al. (2012). Ti uvádějí, že děti s nadváhou a obezitou jsou pohybově méně aktivní než žáci s normální tělesnou hmotností a podváhou. To se v naší studii nepotvrdilo, neboť rozdíly mezi oběma kategoriemi byly ve všech parametrech minimální a žádný ze zmiňovaných rozdílů tak nebyl statisticky významný. Ke stejným závěrům dospěl i Kudláček (2015). Nabízí se však otázka, zda tyto neočekávané výsledky nejsou dány malým počtem jedinců v kategorii žáků s nadváhou a obezitou. V předkládané diplomové práci tuto kategorii tvořilo pouze 20,8 % probandů výzkumného souboru a ve studii Kudláčka (2015) pouze 17 % studentů výzkumného souboru.

6.3 Aktivní transport

Prvním zmíněným behaviorálním faktorem PA byl aktivní transport žáků do a ze školy. V rámci diplomové práce se žáci využívající aktivní transport ukázaly být pohybově aktivnější než žáci preferující pasivní formu dopravy. Ke stejným závěrům dospěli i Babey et al. (2009), Cooper et al. (2005) a Cooper et al. (2003), kteří tvrdí, že aktivní transport je celkově spojován s vyšší úrovní PA. Cooper et al. (2003) navíc dodává, že děti s aktivním transportem mají především výrazně vyšší úroveň MVPA. To bylo zjištěno i v naší studii, ale rozdíly v MVPA mezi oběma kategoriemi byly minimální. Výsledky však mohly být ovlivněny měřením prostřednictvím akcelerometru, který podle Cooper et al. (2005) má omezenou schopnost zaznamenávat jízdu na kole, která může být u žáků způsobem aktivního transportu.

V předkládané diplomové práci byly zaznamenány statisticky významné rozdíly pouze v rámci LPA. Jedná se o nečekaný výsledek, neboť chůze a jízda na kole využívaná k aktivnímu transportu není zdrojem LPA. Důvodem tak může být fakt, že aktivní transport volí žáci, kteří jsou celkově pohybově

aktivnější. K tomu se přiklání i Cooper et al. (2005), který zjistil, že děti využívající aktivní transport jsou sice o víkendu méně pohybově aktivní než ve všední dny, ale přesto jsou stále aktivnější než děti preferující pasivní formu dopravy.

6.4 Organizovaná a neorganizovaná pohybová aktivita

Dalším významným behaviorálním faktorem PA je účast v organizované PA. Neuls a Frömel (2016) tvrdí, že organizovaná PA má pozitivní vliv na PA žáků, a to jak na její celkové množství, tak zejména na MVPA a VPA. K tomu se přiklání i Wickel a Eisenmann (2007), který udává, že organizovaná PA má pozitivní vliv na celkovou úroveň PA žáků a zároveň zprostředkovává přibližně 23 % MVPA vykonané během dne. Podobné výsledky byly zaznamenány i v naší studii. Jedinci účastníci se organizované PA byli sice pohybově aktivnější ve všech zkoumaných parametrech PA s výjimkou krátkodobé LPA, zaznamenané rozdíly však byly minimální. Jediný statisticky významný rozdíl byl zjištěn u LPA trvající 1–9 min. Důvodem může být fakt, že PA byla měřena akcelerometry nošenými na zápěstí. Přístroj byl však během organizované PA často sundáván ať už z důvodu rizika poškození přístroje, zranění při tréninku nebo porušení pravidel při soutěžních utkáních. Údaje o organizované PA tudíž nezaznamenával v plném rozsahu u všech sledovaných jedinců.

Naopak uvedeným zjištěním odpovídají výsledky zaznamenané u neorganizované PA. Jedinci účastníci se neorganizované PA byli ve všech zkoumaných parametrech PA pohybově aktivnější než žáci, kteří neorganizovanou PA nevykonávají. Navíc téměř všechny rozdíly byly statisticky významné.

6.5 Screen-time

Screen-time je faktorem PA, který v současné době nabývá na své důležitosti. V rámci diplomové práce jedinci, kteří dodržovali doporučení o množství času stráveného prostřednictvím screen-timu, byli pohybově aktivnější než žáci nedodržující toto doporučení. Jako statisticky významné se ukázaly pouze rozdíly v LPA. Podle Hamříka et al. (2012) je to tím, že je screen-time jedním z nejčastějších důvodů k sedavému chování a má tak negativní vliv na PA.

6.6 Délka spánku

Dalším behaviorálním faktorem PA je délka spánku. Gába et al. (2020) uvádí, že je krátký spánek spojen s větším množstvím SB. Důvodem je, že se jedinci s nedostatečnou délkou spánku cítí příliš unaveni na to, aby se zapojili do PA. K tomu se přiklání i Lin et al. (2018), která navíc tvrdí, že dostatečný spánek pozitivně ovlivňuje PA jedinců. Uvádí, že dodržování doporučené délky spánku zvyšuje množství PA, a to především LPA a MVPA. Ke stejným závěrům se dospělo i v rámci této diplomové práce,

kdy jedinci dodržující doporučení o délce spánku byli pohybově aktivnější než jedinci toto doporučení nedodržující. Statisticky významné byly rozdíly v MPA, MVPA a VPA.

Lin et al. (2018) i Pesonen et al. (2011) však uvádí, že vztah mezi PA a spánkem je obousměrný. Tedy nejen, že má spánek pozitivní vztah s PA, ale zároveň každá vykonaná PA, zejména MVPA, spánek prodlužuje.

6.7 Přínosy a limity diplomové práce

Diplomová práce se zabývá PA dětí, což je v současné době poměrně aktuální téma. Důvodem jsou výrazné změny v životní stylu dětí a adolescentů, které vedou ke snížení jejich PA. To může mít za následek vznik různých zdravotních, psychických a sociálních komplikací v pozdějším věku. Podobně zaměřené studie tak mohou pomoci tento fenomén pochopit a přispět k hledání cesty k úpravě jejich pohybového režimu.

Další silnou stránku této práce je využití moderní technologie (tj. akcelerometrů) pro monitoring PA. To, že se zpracování výsledků opírá o data získaná prostřednictvím surového signálu udávajícího hodnoty přímo v jednotkách gravitačního zrychlení (g). K interpretaci výsledků byl navíc použit i tzv. paprscitý graf, jehož koncept byl prezentován teprve nedávno (Rowlands et al., 2019).

Za hlavní limit diplomové práce lze považovat způsob měření PA. Využívány byly akcelerometry nošené na zápěstí jedince. Ty však v mnohých případech mohly být během organizované a neorganizované PA sundávány. To jak z důvodu rizika zranění jedince během tréninku, z důvodu porušení pravidel o ustrojení jedince při soutěžním utkání, tak i z důvodu rizika poškození přístroje (např. při plavání a jiných vodních aktivitách). Důsledkem toho mohou být získané údaje o PA, zejména o PA vyšší intenzity, podhodnocené.

Při měření PA pomocí akcelerometrů je limitem i možnost výskytu Hawthorneova efektu, tedy změny chování jedince po dobu měření z důvodu snahy o co nejlepší výsledky (Dossegger et al., 2014). U žáků základních škol může být důvodem ke změně chování i soutěživost s ostatními spolužáky. Získané údaje mohou být také ovlivněny zařazením mimořádných aktivit během týdne měření, příkladem mohou být školní výlety, exkurze, rodinné oslavy atd. Kromě změny svého obvyklého chování může proband výsledky ovlivnit i třepáním nebo úmyslným nenošením přístroje. V takovém případě mluvíme o tzv. reaktivitě (Pedišić & Bauman, 2015)

Limitem práce je také nízký počet probandů zapojených do výzkumného souboru této práce. To se projevilo např. při hodnocení PA kategorie dětí s nadváhou a obezitou, do které spadalo pouze 35 jedinců z celkového počtu 168. Limitujícím faktorem je také nejasný vztah mezi PA a jejím korelátem. Kdy u spánku byl prokázán nejen vliv jeho délky na PA, ale i vliv PA na délku spánku.

7 Závěry

Diplomová práce se zabývala analýzou PA dětí. U probandů účastnících se výzkumu byly sledovány různé parametry PA. Žáci byli následně rozděleni na základě kritérií ovlivňujících PA do různých kategorií. Získané údaje byli poté mezi jednotlivými kategoriemi porovnávány.

Dívky byly v LPA pohybově aktivnější než chlapci. Významné rozdíly byly zaznamenány jak u krátkodobé LPA, tak i u nepřerušovaných epizod LPA trvajících déle než 10 min. V oblasti MVPA a MPA byly rozdíly mezi oběma kategoriemi minimální. U VPA pak již chlapci dosáhly výrazně vyšší úrovně PA. Chlapci dosáhly také vyšší hodnoty ENMO, zaznamenaný rozdíl však nebyl statisticky významný. Došlo tedy k přijetí nulové hypotézy H_{2_0} a zamítnutí alternativní hypotézy H_{2_a} .

Dále se na základě věku ukázaly být mladší děti pohybově aktivnější než děti starší, a to v celkovém množství PA všech intenzit. Statisticky významný rozdíl byl zaznamenán i v rámci hodnoty ENMO, která byla opět vyšší u mladších dětí. Nulová hypotéza H_{1_0} byla tedy zamítnuta a přijata hypotéza alternativní H_{2_a} .

Při srovnání PA kategorie jedinců s podváhou a normální tělesnou hmotností s kategorií jedinců s nadváhou a obezitou nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly. To má za následek přijetí nulové hypotézy H_{3_0} a zamítnutí alternativní hypotézy H_{3_a} .

Dále se jedinci využívající aktivní transport do nebo ze školy ukázaly být v rámci LPA pohybově aktivnější než děti s pasivní formou dopravy. Významné rozdíly byly zaznamenány u celkového množství LPA a nepřerušovaných epizod LPA trvajících více než 10 min. Ostatní rozdíly nebyly statisticky významné a došlo tak k zamítnutí alternativní hypotézy H_{4_a} a přijetí nulové hypotézy H_{4_0} .

Pokud se zkoumaný jedinec ve volném čase věnoval neorganizované PA, pak byl pohybově aktivnější než jedinec neúčastnící se neorganizované PA, a to v naprosté většině zkoumaných parametrů PA, včetně ENMO. Nulová hypotéza H_{6_0} se tedy zamítá, zatímco alternativní hypotéza H_{6_a} byla přijata.

Jedinci účastnící se organizované PA byly pohybově aktivnější než jedinci bez organizované PA. Jediný statisticky významný rozdíl byl přitom zaznamenán nepřerušovaných epizod LPA trvajících 1–9 min. Došlo tedy k přijetí nulové hypotézy H_{5_0} a zamítnutí alternativní hypotézy H_{5_a} .

Dalším behaviorálním faktorem byl screen-time. Žáci dodržující doporučení o jeho množství se ukázaly být pohybově aktivnější, a to jak v LPA, MPA i MVPA. Statisticky významné rozdíly byly však zaznamenány pouze v rámci LPA a došlo tak k zamítnutí alternativní hypotézy H_{7_a} a přijetí nulové hypotézy H_{7_0} .

Žáci, kteří dodržovali doporučení o délce spánku byli pohybově aktivnější než žáci nedodržující toto doporučení, a to ve všech zkoumaných parametrech PA. Statisticky významné rozdíly byly zejména v MVPA, MPA a VPA. Statisticky významný rozdíl byl zaznamenán také v rámci ENMO, což má

za následek přijetí alternativní hypotézy H_{8a} . Nulová hypotéza H_{8o} byla naopak tímto výsledkem zamítnuta.

Nejvýznamnější rozdíly v této studii byly zaznamenány mezi jedinci odlišné pohlaví a odlišného věku. Z hlediska behaviorálních faktorů se jako nejzásadnější ukázala být účast v neorganizované PA a délka spánku. Výsledky této práce mohou být dále využity jako podklad pro tvorbu strategií upravujících pohybové režimy a životní styly dětí.

8 Souhrn

V současné době dochází k významným změnám životního stylu dětí. Ty jsou spojeny s úbytkem PA a nárůstem SB. Výsledkem těchto změn vedoucích k nedostatku PA mnohou být zdravotní, psychické nebo sociální problémy v pozdějším věku. Právě problematikou PA dětí se zabývala předložená diplomová práce. Jejím hlavním cílem byla analýza PA dětí na základě surových dat získaných z akcelerometrů. V diplomové práci byly stanoveny i dílčí cíle v rámci, kterých došlo k posouzení rozdílů v úrovních PA mezi jedince odlišného věku, pohlaví a žáky s odlišnou úrovní tělesné hmotnosti. Dalšími kritérii bylo využívání aktivního transportu do a ze školy, účast v organizované a neorganizované PA, množstvím screen-timu a délka spánku.

Výzkumný soubor diplomové práce byl tvořen celkem 168 žáky základních škol s věkovým průměrem $11,4 \pm 1,5$ let. Probandi účastníci se výzkumu byli během 7 po sobě jdoucích dnů podrobeni měření PA prostřednictvím akcelerometru ActiGraph wGT3-BT. Samotné měření proběhlo na jaře 2018 a podzimu 2019.

Výsledky ukázaly, že 1 440 min/den žáci výzkumného souboru strávili průměrně $522,8 \pm 40,9$ min/den spánkem, $620,0 \pm 80,7$ min/den SB a 297,2 min/den připadlo na PA. V rámci dílčích cílů bylo dále zjištěno, že věk jedince je významným faktorem PA, neboť mladší děti byly pohybově aktivnější než starší děti, a to ve všech zkoumaných parametrech PA. Statisticky významné rozdíly zde byly zaznamenány u PA všech intenzit. Z výsledků dále vyplývá, že na úroveň PA má vliv i pohlaví jedince. Zásadní rozdíly byly dány především intenzitou PA, kdy dívky výrazně převyšovaly chlapce v LPA. Naopak chlapci byli pohybově aktivnější v rámci VPA. Rozdíly v MVPA a MPA byly minimální. Posledním individuálním faktorem PA této práce byla úroveň tělesné hmotnosti jedince. Ta se jako jediná z individuálních faktorů PA ukázala jako málo významná. Naproti všem o čekáváním, zde nebyl zaznamenán žádný statisticky významný rozdíl.

Výsledky ukázaly, že i behaviorální faktory měly zásadní vliv na úroveň PA jedince. Prvním zkoumaným z nich byl aktivní transport do a ze školy. Žáci využívající aktivní transport do školy byli pohybově aktivnější pouze v rámci LPA. Stejný výsledek byl zaznamenán i aktivního transportu ze školy. Dalším behaviorálním faktorem byla účast v organizované PA. Žáci, kteří se do ní zapojili, byli sice pohybově aktivnější, byl zde však zaznamenán pouze 1 statisticky významný rozdíl. Naopak účast v neorganizované PA byla velmi významným faktorem PA. Žáci, kteří ji vykonávali byli pohybově aktivnější v PA všech intenzity. Úroveň PA žáků byla ovlivněna také množstvím času stráveného prostřednictvím screen-timu. Pokud žáci dodržovali doporučení o jeho množství, tak byli v rámci LPA pohybově aktivnější. Poslední korelát PA této práce byla délka spánku. Ta byla velmi významná, protože děti s dostatečnou délkou spánku byli pohybově aktivnější, a to jak v rámci MPA, tak i VPA a MVPA.

9 Summary

Currently, there are significant changes in the lifestyle of children. These are associated with a decrease in PA and an increase in SB. Many of the changes leading to PA deficiency result in health, mental or social problems in later life. The presented master thesis dealt with the issue of PA of children. Its main goal was the analysis of PA of children based on data obtained from accelerometers. The master thesis also set partial goals. They assessed differences in PA between individuals of different ages, genders, or students of different body weight. Other factors were the use of active transport to and from school, participation in organized and unorganized PA, the amount of screen-time and the length of sleep.

The research set of the master thesis consisted of a total of 168 primary school pupils with average age of 11.4 ± 1.5 years. The probands participating in the research were subjected to PA measurements by means of an accelerometer ActiGraph wGT3X-BT for 7 consecutive days. The measurement itself took place in summer 2018 and autumn 2019.

Within the partial goals, it was found that the age of the individual is a significant factors of PA, because younger children were more physically active than older children in most of examined parameters of PA. Statistically significant differences were recorded for PA of all intensities. The results also show that the level of PA is also affected by the sex of individual. The main differences were mainly due to the intensity of PA, when girls significantly outnumbered boys in LPA. On the contrary, the boys were more physically active within VPA. The differences in MVPA and MPA were minimal. The last individual factor of PA in this work was the individual's body weight level. This proved to be the only of the individual PA factor. Contrary to all expectations, there was not a single statistically significant difference.

The results showed that even behavioral factors had a significant effect on the PA level of individual. The first to be examined was active transport to and from school. Pupils using active transport to school were more physically active only within the LPA. The same result was recorded for active transport from school. Another behavioral factor was participation in organized PA. Pupils who took part in it were more physically active, but there was only 1 statistically significant difference. In contrast, participation in unorganized PA was a very important factor of PA. The students who performed it were more active in PA of all intensities. Pupils' PA levels were also affected by the amount of time spent through the screen-time. If the students followed the recommendations for its number, they were more physically active within the LPA. The last factor of PA in this work was sleep duration. This was very important because children with sufficient length of sleep were more physically active, both within the MPA and VPA and MVPA.

10 Referenční seznam

- Ainsworth, B., Cahalin, L., Buman., & Ross, R. (2015). The current state of physical activity assessment tools. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 57(6), 387-395. doi: 10.1016/j.pcad.2014.10.005
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R., TudorLocke, C. E., ... Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of physical activities: A second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(8), 1575–1581. doi: 10.1249/MMS/Ob013e31821ece12
- Armstrong, N., & Welsman, J.R. (2006). The physical activity patterns of european youth with reference to methods of assessment. *Sports Medicine*, 36(12), 1067-1086. doi: 10.2165/00007256-200636120-00005
- Aubert, S., Barnes, J.D., Abdeta, C., Nader, P.A., AdeniyiA.F., Aguilar-Farias, N.,..., Tremblay, M.S. (2018). Global matrix 3.0 physical activity report card grades for children and youth: Result and analysis from 49 countries. *Journal of Physical Activity anf Health* 15(S2), S251-S273. doi: 10.1123/jpah.2018-0472
- Babey, S.H., Hastert, T.A., Huang, W., & Brown, E.R. (2009). Sociodemographic, family, and environmental factors associated with active commuting to school among US adolescents. *Journal of Public Health Policy*, 30(1), 203–220. doi: 10.1057/jphp.2008.61
- Bai, J., He, B., Shou, H., Zipunnikov, V., Glass, T. A., & Crainiceanu, C. M. (2014). Normalization and extraction of interpretable metrics from raw accelerometry data. *Biostatistics*, 15(1), 102–116. doi: 10.1093/biostatistics/kxt029
- Bai, Y., Welk, G. J., Nam, Y. H., Lee, J. A., Lee, J. M., Kim, Y., ... Dixon, P. M. (2016). Comparison of consumer and research monitors under semistructured settings. *Medicine & Science in Sports & E.xercise*, 48(1), 151–158. doi: 10.1249/MSS.0000000000000727
- Bauman, A.E., Reis, R.S., Sallis, J.F., Wells, J.C., Loos, R.J., & Martin, B.W. (2012). Correlates of physical activity: Why are some people physically active and others not? *The Lancet*, 380(9838), 258–271. doi:10.1016/s0140-6736(12)60735-1
- Cooper, A.R., Andersen, L.B., Wedderkopp, N., Page, A.S., & Froberg, K. (2005). Physical activity levels of children who walk, cycle, or are driven to school. *American Journal of Preventive Medicine*, 29(3), 179–184. doi: 10.1016/j.amepre.2005.05.009
- Cooper, A. R., Page, A. S., Foster, L. J., & Qahwaji, D. (2003). Commuting to school. *American Journal of Preventive Medicine*, 25(4), 273–276. doi: 10.1016/s0749-3797(03)00205-8
- Craggs, C., Corder, K., van Sluijs, E.F.M., & Griffin S.J. (2011). Determinants of change in physical acitivity in children and adolescents. *American Journal of Preventive Medicine*, 40(6), 645-658. doi: 10.1016/j.ampere.2011.02.025

- DeVoe, D., & Dalleck, L. (2001). Validity of the Tritrac-R3D accelerometer during backpacking: A case study. *Perceptual and Motor Skills, 93*(1), 37–46.
- Dossegger, A., Ruch, N., Jimmy, G., Braun-Fahrlander, C., Mader, U., Hanggi, J., . . . Bringolf-Isler, B. (2014). Reactivity to accelerometer measurement of children and adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 46*(6), 1140-1146. doi:10.1249/MSS.0000000000000215
- Duncan, E.K., Duncan, S.J., & Schofield, G. (2008). Pedometer-determined physical activity and active transport in girls. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 5*(1), 2. doi: 10.1186/1479-5868-5-2
- Dylevský, I. (2000). *Somatologie*. Olomouc: Epava.
- Fairclough, S. J., Ridgers, N. D., & Welk, G. (2012). Correlates of children’s moderate and vigorous physical activity during weekdays and weekends. *Journal of Physical Activity and Health, 9*(1), 129–137. doi:10.1123/jpah.9.1.129
- Farooq, A., Martin, A., Janssen, X., Wilson, M. G., Gibson, A. M., Hughes, A., & Reilly, J. J. (2019). Longitudinal changes in moderate-to-vigorous-intensity physical activity in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*. doi:10.1111/obr.12953
- Gába, A., Dygrýn, J., Mitáš, J., Jakubec, L., & Frömel, K. (2016). Effect of accelerometer cut-off points on the recommended level of physical activity for obesity prevention in children. *PLOS ONE, 11*(10). doi: 10.1371/journal.pone.0164282
- Gába, A., Dygrýn, J., Štefelová, N., Rubín, L., Hron, K., Jakubec, L., & Pedišić, Ž. (2020). How do short sleepers use extra waking hours? A compositional analysis of 24-h time-use patterns among children and adolescent. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 104*(17). doi: 10.1186/s12966-020-01004-8
- Ganong, W. F. (2005). Review of medical physiology (22th ed.). Boston, MA: McGraw-Hill.
- Hamřík, Z., Kalman, M., Bobakova, D., & Sigmund, E. (2012). Sedavý životní styl a pasivní trávení volného času českých školáků. *Tělesná kultura, 35*(1), 28-39. doi: 10.5507/tk.2012.002
- Harrison, M., Burns, C.F., McGiunness, M., Heslin, J., & Murphy, N.M. (2006). Influence of a health education intervention on physical activity and screen time in primary school children: Switch of–get active. *Journal of Science and Medicine in Sport, 9*(5), 388-394. doi: 10.1016/j.jsams.2006.06.012
- Helmerhost, H.J.F., Brage, S., Warren, J., Besson, H., & Ekelund, U. (2012). A systematic review of reliability and objective criterion.related validity of physical activity questionnaires. *International Journal of Behavioral Nutrion and Physical Activity, 9*(1), 103. doi: 10.1186/1479-5868-9-103

- Hills, A.P., Andersen, L.B., & Byrne, N.M. (2011). Physical activity and obesity in children. *British Journal of Sports Medicine*, 45(11), 866-870. doi: 10.1136/bjsports-2011-090199
- Hollis, J. L., Sutherland, R., Williams, A. J., Campbell, E., Nathan, N., Wolfenden, L., . . . Wiggers, J. (2017). A systematic review and meta-analysis of moderate-to-vigorous physical activity levels in secondary school physical education lessons. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 52. doi:10.1186/s12966-017-0504-0
- Hubbard, K., Economos, C. D., Bakun, P., Boulos, R., Chui, K., Mueller, M. P., . . . Sacheck, J. (2016). Disparities in moderate-to-vigorous physical activity among girls and overweight and obese schoolchildren during school- and out-of-school time. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13(1), 39. doi:10.1186/s12966-016-0358-x
- Janssen, I. (2007). Physical activity guidelines for children and youth. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 32(S2E), 109-121. doi: 10.1139/H07-109
- Kalman, M., Sigmund, E., Sigmundová, D., Hamřík, Z., Beneš, L., Benešová, D., & Csémy, L. (2011). *Národní zpráva o zdraví a životním stylu dětí a školáků*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Karas, M., Bai, J., Strączkiewicz, M., Harezlak, J., Glynn, N. W., Harris, T., . . . Urbanek, J. K. (2019). Accelerometry Data in Health Research: Challenges and Opportunities. doi: 10.1007/s12561-018-9227-2
- Kozey, S. L., Lyden, K., Howe, C. A., Staudenmayer, J. W., & Freedson, P. S. (2010). Accelerometer output and MET values of common physical activities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(9), 1776–1784. doi: 10.1249/MMS.0b013e3181d479f2
- Kudláček, M. (2015). Pohybová aktivita a sportovní preference adolescentů ve vazbě na prostředí: Regionální komparativní studie. *Tělesná kultura*, 38(1), 47-67. doi: 10.5507/tk.2015.003
- Lin, Y., Tremblay, M. S., Katzmarzyk, P. T., Fogelholm, M., Hu, G., Lambert, E. V., . . . Chaput, J.-P. (2018). Temporal and bi-directional associations between sleep duration and physical activity/sedentary time in children: An international comparison. *Preventive Medicine*, 111, 436-441. doi:10.1016/j.ypmed.2017.12.006
- Machová, J. (2002). *Biologie člověka pro učitele*. Praha: Karolinum.
- Marinov, Z. (2014). Nadváha a běžná obezita v dětském věku: Zdravotní výzva 21. století. *Lékařské Listy*, 9, 21-24.
- Masini, A., Marini, S., Gori, D., Leoni, E., Rochira, A., & Dallolio, L. (2019). Evaluation of school-based interventions of active breaks in primary schools: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(4), 377-384. doi: 10.1016/j.jsams.2019.10.008
- Migueles, J. H., Cadenas-Sanchez, C., Ekelund, U., Delisle Nyström, C., Gonzalez, J., Löf, M., ... Ortega, F. B. (2017). Accelerometer data collection and processing criteria to assess physical activity

- and other outcomes: A systematic review and practical considerations. *Sports Medicine*, 47(9), 1821–1845. doi: 10.1007/s40279-017-0716-0
- Mocková, K., Radvanský, J., & Matouš, M. (2000). Vztah odhadnuté intenzity zátěže (RPE-Rating of Perceived Exertion) k tepové frekvenci, spotřebě kyslíku a zátěži u pacientů léčených beta-blokátory. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca*, 9(2), 58-67.
- National Collaborative on Childhood Obesity Research (2016). Overview of physical activity assessment tools. Retrieved from: <https://www.nccor.org/tools-mruserguides/individual-physical-activity/overview-of-physical-activity-assessment-tools/>
- Neuls, F., & Frömel, F. (2016). *Pohybová aktivita a sportovní preference adolescentek*. Olomouc: Univerzita Palackého
- O’Driscoll, R., Turicchi, J., Beaulieu, K., Scott, S., Matu, J., Deighton, K., . . . Stubbs, J. (2020). How well do activity monitors estimate energy expenditure? A systematic review and meta-analysis of the validity of current technologies. *British Journal of Sports Medicine*, 54(6), 332. doi:10.1136/bjsports-2018-099643
- Pabayo, R., & Gauvin, L. (2008). Proportions of students who use various modes of transportation to and from school in a representative population-based sample of children and adolescents. *Preventive Medicine*, 46(1), 63–66. doi: 10.1016/j.ypmed.2007.07.032
- Pate, R. R., O’Neill, J. R., & Mitchell, J. (2010). Measurement of physical activity in preschool children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(3), 508–512. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181cea116
- Pate, R.R., Stevens, J., Webber, L.S., Dowda, M., Murray, D. M., Young, D.R., & Going, S. (2009). Age-Related Change in Physical Activity in Adolescent Girls. *Journal of Adolescent Health*, 44(3), 275–282. doi: 10.1016/j.jadohealth.2008.07.003
- Pedišić, Ž., & Bauman, A. (2015). Accelerometer-based measures in physical activity surveillance: Current practices and issues. *British Journal of Sports Medicine*, 49(4), 219-223. doi: 10.1136/bjsports-2013-093407
- Pesonen, A.K., Sjösten, N. M., Matthews, K. A., Heinonen, K., Martikainen, S., Kajantie, E., ... Rääkkönen, K. (2011). Temporal Associations between Daytime Physical Activity and Sleep in Children. *PLoS ONE*, 6(8), e22958. doi:10.1371/journal.pone.0022958
- Rowlands, A. V., Dawkins, N. P., Maylor, B., Edwardson, C. L., Fairclough, S. J., Davies, M. J., . . . Yates, T. (2019). Enhancing the value of accelerometer-assessed physical activity: meaningful visual comparisons of data-driven translational accelerometer metrics. *Sports Medicine - Open*, 5(1), 47. doi:10.1186/s40798-019-0225-9
- Rowlands, A. V., Edwardson, C. L., Davies, M. J., Khunti, K., Harrington, D. M., & Yates, T. (2018). Beyond Cut Points: Accelerometer Metrics that Capture the Physical Activity Profile. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(6), 1323-1332. doi:10.1249/MSS.0000000000001561

- Shephard, R.J., & Tudor-Locke, C. (2016). The objective monitoring of physical activity: Contributions of accelerometry to epidemiology, exercise, science and rehabilitation. *Springer Series on Epidemiology and Public Health*. Doi: 10.1007/978-3-319-29577-0
- Sigmundová, D., & Sigmund, E. (2015). *Trendy v pohybovém chování českých dětí a adolescentů*. Olomouc: Univerzita Palackého
- Sprengeler, O., Buck, C., Hebestreit, A., Wirsik, N., & Ahrens, W. (2019). Sports Contribute to Total Moderate to Vigorous Physical Activity in School Children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(8), 1653-1661. doi: 10.1249/mss.0000000000001948
- Sirard, J.R., & Pate, R.R. (2001). Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Medicine*, 31(6), 439-454. doi: 10.2165/00007256-200131060-00004
- Steene-Johannessen, J., Hansen, B.H., Dalene, K.E., Kolle, E., Northstone, K., Møller, N. C., . . . Consortium, H. (2020). Variations in accelerometry measured physical activity and sedentary time across Europe – harmonized analyses of 47,497 children and adolescents. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), 38. doi: 10.1186/s12966-020-00930-x
- Sterdt, E., Liersch, S., & Walter, U. (2013). Correlates of physical activity of children and adolescents: A systematic review of reviews. *Health Education Journal*, 73(1), 72–89. doi:10.1177/0017896912469578
- Strath, S. J., Kaminsky, L. A., Ainsworth, B. E., Ekelund, U., Freedson, P. S., Gary, R. A., . . . Swartz, A. M. (2013). Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation Journal of the American Heart Association*, 128(20), 2259-2279. doi: 10.1161/01.cir.0000435708.67487.da
- Sylvia, L. G., Bernstein, E. E., Hubbard, J. L., Keating, L., & Anderson, E. J. (2014). Practical guide to measuring physical activity. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114(2), 199–208. doi: 10.1016/j.jand.2013.09.018
- Toriano, R.P., McClain, J.J., Brychta, R.J., & Chen, K.Y. (2014). Evolution of accelerometer methods for physical activity research. *British Journal of Sports Medicine*, 48(13), 1019-1023. doi: 10.1136/bjsports-2014-093546
- Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., . . . Chinapaw, M. J. M. (2017). Sedentary Behavior Research Network (SBRN) – Terminology Consensus Project process and outcome. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 75. doi:10.1186/s12966-017-0525-8
- Tremblay, M., Carson, V., Chaput, J.-P., Connor Gorber, S., Dinh, T., Duggan, M., . . . Zehr, L. (2016). Canadian 24-Hour Movement guidelines for children and youth: An integration of physical

- activity, sedentary behaviour, and sleep. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6 Suppl 3), S311-S327. doi:10.1139/apnm-2016-0151
- Tudor-Locke, C., Ainsworth, B.E., & Popkin, B. M. (2001). Active Commuting to School: An overlooked source of children's physical activity. *Sports Medicine*, 31(5), 309–313. doi: 10.2165/00007256-200131050-00001
- Tudor-Locke, C. E., Burkett, L., Reis, J. P., Ainsworth, B. E., Macera, C. A., & Wilson, D. K. (2005a). How many days of pedometer monitoring predict weekly physical activity in adults? *Preventive Medicine*, 40(3), 293–298. doi: 10.1016/j.ypmed.2004.06.003
- Tudor-Locke, C., Han, H., Aguiar, E. J., Barreira, T. V., Schuna Jr, J. M., Kang, M., & Rowe, D. A. (2018). How fast is fast enough? Walking cadence (steps/min) as a practical estimate of intensity in adults: a narrative review. *British Journal of Sports Medicine*, 52(12), 776-788. doi:10.1136/bjsports-2017-097628
- Tudor-Locke, C.E., & Myers, A.M. (2001). Methodical considerations for researchers and practitioners using Pedometers to measure physical (ambulatory) activity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72(1), 1-12. doi: 10.1080/0270136.2001.10608926
- Tudor-Locke, C., Sisson, S. B., Collova, T., Lee, S. M., & Swan, P. D. (2005b). Pedometer-determined step count guidelines for classifying walking intensity in young ostensibly healthy population. *Canadian Journal of Applied Physiology* 30(6), 666-676. doi: 10.1139/h05-147
- Valach, P., Frömel, K., Jakubec, L., Benešová, D., & Salcman, V. (2017). Pohybová aktivita a sportovní preference západočeských adolescentů. *Tělesná kultura*, 40(1), 45-53. doi: 10.5507/tk.2017.003
- Van Hees, V.T., Sabia, S., Anderson, K.N., Denton, S.J., Oliver, J., Catt, M., . . ., Singh-Manoux, A. (2015). Open access method to assess sleep duration using a wrist-worn accelerometer. *PLOS ONE*, 10(11), 415-430. doi: 10.1371/journal.pone.0142533
- Vágnerová, M. (2005). *Vývojová psychologie I. – dětství a dospívání*. Praha: Portál.
- Willets, M., Hollowell, S., Aslett, L., Holmes, C., & Doherty, A. (2018). Statistical machine learning of sleep and physical activity phenotypes from sensor data in 96,220 UK Biobank participants. *Scientific Reports*, 8(1). doi: 10.1038/s41598-018-26174-1