

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Míra konkordance mezi tepovou frekvencí naměřené
pomocí Fitbitu a Cortexu při stupňovaném aerobním
běžeckém testu u dětí předškolního věku**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Mgr. Radka Bačáková, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Anna Haškovcová

Praha 2024

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své bakalářské práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto bakalářskou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta/ katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí své diplomové práce Mgr. Radce Bačákové, Ph.D. za vedení práce, věcné připomínky a rady v průběhu zpracování. Dále panu doc. PhDr. Martinu Musálkovi, Ph.D. do jehož výzkumu jsem se mohla zapojit. Také všem zúčastněným osobám a paním učitelkám z vybraných pražských mateřských škol za vstřícné jednání. V neposlední řadě bych ráda poděkovala své rodině za podporu.

ABSTRAKT

Název: Míra konkordance tepové frekvence naměřené pomocí Fitbitu a Cortexu při stupňovaném aerobním běžeckém testu u dětí předškolního věku

Cíle: Cílem studie je srovnat výstupy získané produktem Fitbit se zlatým standardem pro určování intenzity i objemu pohybového zatížení, mobilním analyzátozem plynu, který vyhodnocuje spolu se srdeční frekvencí energetickou náročnost požadované pohybové aktivity v stupňovaném běžeckém testu. Respektive zjistit míru odlišnosti tepové frekvence získané Fitbitem a Cortexem při stupňovaném běžeckém testu u dětí předškolního věku. Hlavní úkol této práce spočívá v ověření využitelnosti náramku Fitbit pro monitoring pohybové aktivity u dětí předškolního věku.

Metody: K dosažení vytyčeného cíle byla využita metoda komparace a statistická analýza dat získaných z mobilního analyzátozem plynu a chytrých hodinek při stupňovaném běžeckém testu u dětí předškolního věku. Stupňovaný běžecký test spočíval v šesti krocích (leh před během, běh 3 km/h, 6 km/h, 8 km/h, 9 km/h a leh po běhu), každý trvající 3 minuty. Data byla následně statisticky zpracována a vyhodnocena z pohledu celkového průměru, průměru pro jednotlivé kroky T-testu a Pearsonova korelačního koeficientu.

Výsledky: Výsledky výzkumu ukazují na určité rozdíly mezi oběma zařízeními, kdy přístroj Cortex až na výjimky v řádech jednotek měří v porovnání s chytrými hodinkami vyšší hodnoty tepové frekvence. Pearsonův korelační koeficient vypovídá o silné korelaci mezi oběma proměnnými. Cortex má tak větší předpoklady k poskytování vyšších hodnot a coby zlatý standard rovněž k akurátnějším výsledkům. Přesto lze chytré hodinky Fitbit považovat za dostačující a dobře využitelný nástroj při monitorování pohybové aktivity u dětí předškolního věku – jejich předností je především jednodušší použití, což kompenzuje drobné nuance v porovnání se zařízením Cortex. Pearsonův korelační koeficient o hodnotě $r=0,8883$ při využití úrovně statistické významnosti $p<0,05$ ukázal na silný lineární vztah mezi oběma výsledky měření tepové frekvence pocházejícími z cortexu a fitbitu. Jednostranný párový T-test s hodnotou $t=4,47558E-27$ indikuje statisticky významný rozdíl mezi naměřenými daty, což naznačuje, že rozdíly mezi daty nejsou způsobeny náhodou a nejedná se chybu při měření.

Klíčová slova: Cortex, Fitbit, pohybová aktivita, předškolní věk, tepová frekvence

ABSTRACT

Title: Heart rate concordance measured by Fitbit and Cortex during a graded aerobic running test of preschool children

Objectives: The aim of this study is to compare the outcomes obtained by the Fitbit product with the gold standard for determining both intensity and volume of exercise, a mobile gas analyzer that evaluates, along with heart rate, the energy expenditure of the desired physical activity in a graded running test. Or to determine the degree of difference in heart rate obtained by Fitbit and Cortex in a graded running test in preschool children. The main objective of this study is to verify the usefulness of the Fitbit wristband for monitoring physical activity of preschool children.

Methods: In order to achieve the set goal, the method of comparison and statistical analysis of data obtained from a mobile gas analyzer and a smart watch during a graded running test in preschool children was used. The graded running test consisted of six steps (lying before running, running at 3 km/h, 6 km/h, 8 km/h, 9 km/h and lying after running), each lasting 3 minutes. Data were then statistically processed and evaluated in terms of overall mean, mean for each step T-test and Pearson correlation coefficient.

Results: The results of the research show some differences between the two devices, with the Cortex device measuring higher heart rate readings compared to the smartwatch, with exceptions in the order of units. The Pearson correlation coefficient shows a strong correlation between the two variables. Cortex is thus more likely to provide higher values and, as the gold standard, more accurate results. Nevertheless, the Fitbit smartwatch can be considered as a sufficient and well usable tool in monitoring physical activity in preschool children, with the advantage of being mainly easier to use, which compensates for minor nuances compared to the Cortex. The Pearson correlation coefficient of $r=0.8883$ using a statistical significance level of $p<0.05$ indicated a strong linear relationship between the two heart rate measurements originating from the cortex and the fitbit. A one-tailed paired T-test with a t-value of $t=4.47558E-27$ indicated a statistically significant difference between the measured data, suggesting that the differences between the data are not due to chance and are not a measurement error.

Keywords: Cortex, Fitbit, physical activity, preschool age, heart rate

SEZNAM ZKRATEK

cm	centimetr
h	hodina
kg	kilogram
km	kilometr
TF	tepová frekvence
σ	směrodatná odchylka

OBSAH

1	ÚVOD.....	10
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	12
2.1	Pohybová aktivita.....	12
2.2	Definice pohybové aktivity	12
2.3	Funkce v životě člověka	13
2.3.1	Doporučení a výhody	13
2.4	Vývoj dítěte předškolního věku	15
2.4.1	Tělesný vývoj dítěte.....	15
2.4.2	Vývoj pohybového aparátu	15
2.4.3	Vývoj centrální nervové soustavy	15
2.4.4	Motorický vývoj	16
2.4.5	Biologický vývoj	16
2.4.6	Psychický vývoj	17
2.5	Pohybová aktivita u dětí předškolního věku.....	17
2.5.1	Fyziologické aspekty pohybu	17
2.5.2	Monitoring	18
2.5.3	Aktivita v mateřské škole podle Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy	18
2.5.4	Pohybové dovednosti.....	19
2.5.5	Rozvoj pohybových schopností	20
2.6	Determinanty pohybové aktivity v předškolním věku	20
2.7	Hodnocení pohybových aktivit v předškolním věku	22
2.7.1	Prostředky sledování pohybové aktivity	22
2.7.2	Objektivní měření pohybovými senzory	24
2.7.3	Subjektivní metody	25
2.7.4	Přímé hodnocení energetického výdeje.....	25
2.7.5	Moderní multifunkční přístroje	25
2.7.6	Přístroje měřící pohybovou aktivitu	26
2.7.6.1	Pedometry.....	26
2.7.6.2	Akcelerometry	27
2.7.6.3	Snímače srdeční frekvence	27
2.7.6.4	Trendy v individuálním monitoringu.....	27
2.8	Srdeční a tepová frekvence.....	28
2.8.1	Definice.....	28
2.8.2	Typy srdeční frekvence	29
3	Cíle, úkoly, výzkumné otázky, hypotézy	33
3.1	Cíle.....	33
3.2	Úkoly	33

3.3	Výzkumné otázky.....	33
4	Metodika práce.....	34
4.1	Výzkumný problém	34
4.2	Popis výzkumného souboru	35
4.3	Organizace výzkumu	35
4.4	Limitace studie	35
4.5	Charakteristika měřících přístrojů	36
4.5.1	Fitbit	36
4.5.2	Cortex MetaMax 3B.....	38
4.6	Sběr dat.....	40
4.7	Analýza dat.....	40
5	Výsledky	41
5.1	Podmínky měření.....	41
5.2	Průběh měření.....	42
5.3	Výsledky měření.....	43
1.1.1	Proband číslo 1	45
1.1.2	Proband číslo 46	47
1.1.3	Porovnání napříč probandy	49
1.1.4	Porovnání TF celkového průměru	51
1.1.5	Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit pro celkový průměr	54
1.1.6	Porovnání směrodatná odchylka u celkového průměru	56
1.1.7	Porovnání T-test všech probandů	58
1.1.8	Porovnání Pearsonův korelační koeficient.....	61
6	DISKUZE.....	63
7	ZÁVĚR.....	67
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	69
	SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ.....	75
	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ.....	76
	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK	77
	PŘÍLOHY	78

1 ÚVOD

V důsledku vymožeností moderní doby se lidstvo hýbe stále méně, i když se jeho genetické vybavení nemění. Přestože pohyb je stále nezbytný, je v deficitu, což zapříčiňuje řadu komplikací. Fyzické nároky ustupují do pozadí a do popředí vystupují naopak nároky psychické. Spolu se špatnými stravovacími návyky dochází k nadbytku energetického příjmu. To ve výsledku vede až ke vzniku tzv. civilizačních poruch jako je cukrovka, obezita, osteoporóza atd. Výše uvedené civilizační poruchy mají o to horší důsledky, jedná-li se o děti, které se stále vyvíjejí. Monitorování pohybové aktivity u dětí se jeví jako vhodný nástroj ke zjištění nedostatečného či dostatečného pohybu.

Sama se problematikou pohybových aktivit zabývám a snažím se je vizualizovat sama na sobě. Mezi jedno z prvních prozření bych uvedla vypuknutí pandemie koronaviru, kdy jsem ze začátku pandemie začala pociťovat negativní důsledky právě snížením pohybové aktivity. Toto uvědomění mě přimělo věnovat se detailněji tématu nedostatečného pohybu již od útlého věku, který věřím, že je směrodatným pro naši budoucnost a pro zvolení nastavení správných návyků.

Teoretické části je věnováno osm podkapitol, které pojednávají o následujících oblastech. První podkapitola objasňuje pro tuto práci klíčový termín – pohybová aktivita. Ve druhé podkapitole jsou uvedeny definice pohybové aktivity od různých odborníků. Třetí podkapitola se zaměřuje na funkce pohybové aktivity v životě člověka včetně doporučení a výhod. Ve čtvrté podkapitole je charakterizován vývoj dítěte předškolního věku. Pozornost je věnována tělesnému vývoji dítěte, vývoji pohybového aparátu, vývoji centrální nervové soustavy, psychickému rozvoji dítěte. Pátá kapitola pojednává o pohybové aktivitě u dětí předškolního věku. V této kapitole jsou uvedeny fyziologické aspekty pohybu jako intenzita a objem, možnosti monitoringu, aktivita v mateřské škole podle Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, pohybové dovednosti a rozvoj pohybových schopností. V šesté podkapitole je prostor věnován determinantům pohybové aktivity v předškolním věku s rozdělením na faktory biologické a demografické, psychosociální a vliv okolního životního prostředí. Sedmá kapitola je zaměřena na hodnocení pohybových aktivit v předškolním věku, kde jsou zohledněny prostředky sledování pohybové aktivity, objektivní měření pohybovými senzory,

subjektivní metody, přímé hodnocení energetického výdeje, moderní multifunkční přístroje a přístroje měřící pohybovou aktivitu jako pedometry, akcelerometry, snímače srdeční frekvence, opomenuty nebyly ani současné trendy v individuálním monitoringu. Poslední kapitola teoretické části práce se zabývá srdeční frekvencí, ve které je definována srdeční frekvence, objasněn rozdíl mezi srdeční a tepovou frekvencí a také je klasifikována srdeční frekvence.

Praktickou část tvoří výzkumné šetření, kterému bylo věnováno pět kapitol. V pořadí třetí kapitola definuje cíle, úkoly, výzkumné otázky a hypotézy práce. Čtvrtá kapitola charakterizuje metodiku práce, ve které je nejprve popsán výzkumný problém a výzkumný soubor a limitace studie, dále také organizace výzkumu, jsou zde charakterizovány měřící přístroje. Součástí je také popis sběru, analýzy a zpracování dat. Pátá kapitola přináší vlastní výsledky. Zde jsou v první řadě uvedeny podmínky a průběh měření následované rozdílem srdeční frekvence a zakončené interpretací zjištěných výsledků. Na to navazuje diskuze komentující zjištěné výsledky s výsledky podobně zaměřených studií.

Výsledkem této studie je ověření funkčnosti a použitelnosti Fitbit chytrých hodinek pro monitorování pohybové aktivity dětí předškolního věku.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Pohybová aktivita

V této kapitole bude nejprve definována pohybová aktivita doplněná o její funkci v životě člověka. Následně budou uvedena doporučení a výhody plynoucí z pohybové aktivity.

2.2 Definice pohybové aktivity

Definicí pohybové aktivity existuje celá řada. Necht' jsou uvedeny některé z nich. Obecná definice pohybové aktivity zní „*jakýkoliv tělesný pohyb spojený se svalovou kontrakcí, který zvyšuje výdej energie nad klidovou úroveň*“ (Kukla, 2016, s. 68).

Z dalších lze uvést např. „*pohybová aktivita je komplexem lidského chování, jenž obecně tvoří 15-40 % celkového energetického výdeje jedince*“ (Neuls & Frömel, 2016, s. 7), přičemž součástí komplexu rozumí autor této definice pohybovou aktivitu vykonávanou ve volném čase, tělesné cvičení, sport, pohybovou aktivitu spojenou s prací, práce v domácnosti včetně jiných faktorů měnících celkový denní výdej energie.

Za zmínku stojí také definice pohybové aktivity tak, jak ji uvádí Světová zdravotnická organizace. Pohybovou aktivitou se rozumí jakýkoliv tělesný pohyb, který produkují kosterní svaly a při které se vyžaduje energetický výdej. Jedná se o veškerý pohyb včetně pohybu ve volném čase, pro transport z místa na místo nebo součást pracovní činnosti. Fyzická aktivita jak mírné, tak silné intenzity zlepšuje zdraví (WHO, 2022).

V neposlední řadě vymezení pohybové aktivity: „*Pohybová aktivita je specifické chování jedince, jehož projevem je pohyb těla, jeho části nebo udržení těla v neměnné poloze při změnách působení vnějších sil, a které je způsobeno volní činností kosterního svalstva doprovázenou nárůstem energetického výdeje nad úroveň 1,5 METů*“ (Cuberek, 2019, s. 26).

Pohybové aktivity lze dělit podle nejrůznějších hledisek. Tak např. podle cíle se rozlišují pohybové aktivity sportovní, rekreační a zdravotní. Z pohledu pravidelnosti se hovoří o pravidelných a nepravidelných pohybových aktivitách. Sociální aspekt nahlíží na pohybové aktivity jako na individuální a skupinové. Z hlediska řízenosti existují pohybové aktivity organizované a neorganizované. Podle záměrů se zase liší

intencionální a spontánní pohybové aktivity. Denní režim uvádí pohybové aktivity volnočasové, pracovní, školní a mimoškolní. Posledním zmíněným dělením je z pohledu etapy života, které rozlišuje pohybové aktivity dětí, mládeže, dospělých, seniorů a celoživotní (Neuls & Frömel, 2016, s. 8).

2.3 Funkce v životě člověka

Pohybová činnost v životě člověka představuje základní fyziologickou potřebu. Byť se její nedostatečné množství neprojevuje tak silně jako např. v případě potravy pocitem hladu či tekutin pocitem žízně, pohybová aktivita je nezbytná pro správný vývoj a funkce lidských orgánů (Janošková et al., 2019).

Člověk je spojen s pohybem od narození. Plazením a lezením dochází k vývoji svalového aparátu nepostradatelného pro správný kosterní vývoj a držení těla. Díky pohybu je podporována činnost vnitřních orgánů. Předškolní děti tráví spontánním pohybem několik hodin denně, kterou je vhodné doplnit o řízenou aktivitu trvající minimálně 60 minut. Nástupem do základního vzdělávání dochází k rychlému mizení spontánního pohybu a nárůstu sedavého způsobu života (při výuce, při vypracování domácích úkolů, při dopravě). To má za následek snižování fyzické zátěže organismu, ochabování svalové soustavy a celkové zhoršení fyzické zdatnosti. Absence dostatečného množství pohybových aktivit způsobuje vznik svalové nerovnováhy (dysbalance), která se projevuje ochablým držením těla a pozdějším vznikem ortopedických potíží. Při nedostatečném aerobním zatížení se zase zvyšuje riziko kardiovaskulárních, respiračních a endokrinních nemocí, nadváhy až obezity (Janošková et al., 2019).

Z výše uvedeného vyplývá, že pohyb je nutnou životní potřebou a také investicí do budoucnosti. Oproti soustředění se na dosahování fyzických výkonů a výsledků je vhodné se zaměřit na vytvoření pozitivního vztahu k pohybu tak, aby se stal běžnou součástí života a zdravého životního stylu (Janošková et al., 2019).

2.3.1 Doporučení a výhody

Světová zdravotnická organizace (2022) poskytuje doporučení pro různé věkové a specifické skupiny populace v souvislosti s množstvím potřebné fyzické aktivity pro zdraví. Vzhledem k zaměření této práce na děti předškolního věku budou uvedena doporučení spadající do věkové kategorie pro děti 3-4 let a 5-17 let.

Děti ve věku 3-4 let:

- by se měly věnovat minimálně 180 minut denně různým druhům pohybových aktivit v jakékoliv intenzitě; z toho by měla pohybová aktivita střední až vysoké intenzity zaujímat minimálně 60 minut; přičemž lze rozložit do celého dne a platí pravidlo čím více, tím lépe;
- neměly by být připoutány více než 1 hodinu v kuse (např. v kočárku) ani sedět po delší dobu;
- sezení u televize by nemělo přesáhnout 1 hodinu, přičemž platí opačné pravidlo než v případě fyzické aktivity, tedy čím méně, tím lépe;
- poskytnout kvalitní spánek po dobu 10-13 hodin, do které se řadí jak pravidelný spánek, tak zdřímnutí (WHO, 2022).

Děti a dospívající ve věku 5-17 let:

- se doporučuje vykonávání fyzické aktivity minimálně v rozsahu 60 minut denně, která by měla být střední až vysoké intenzity a převážně aerobní;
- fyzická aktivita by měla obsahovat jak intenzivní aerobní aktivity, tak i aktivity posilující svaly a kosti, a to minimálně 3 dny v týdnu;
- doporučuje se co nejvíce omezit čas strávený sezením především u obrazovek (televize, počítač, mobil) (WHO, 2022).

Pohybová aktivita je jednou ze základních lidských potřeb. Význam pravidelné pohybové aktivity spočívá v řadě zdravotních benefitů jako např. snížení vzniku civilizačních chorob (např. kardiovaskulárních, rakoviny, cukrovky). Další výhodou je udržení optimální tělesné hmotnosti, zlepšení profilu krevních lipidů, lepší funkce trávicího traktu, lepší psychický stav (snížení stresu, zvýšení sebevědomí, sebekontroly a schopnosti koncentrovat se) (Kukla, 2016, s. 68).

Tyto názory potvrzuje také Švamberk Šauerová, která hovoří o významu pravidelné pohybové aktivity v primární, sekundární a „terciální“ (předcházení opětovnému výskytu nemoci) a „kvartérní“ (optimalizace zbytkových funkcí a kvality života) prevenci (Švamberk Šauerová, 2018, s. 79).

Podle Kusyna (2020) má pohyb pozitivní vliv zejména na zdravotní stav jedince a jeho pohybový aparát, neboť funguje jako prevence osteoporózy a zlomenin, snižuje

rizika vzniku artrózy kloubů neboli jejich bolesti, omezené hybnosti vedoucí až k výměně kloubů. Dále má preventivní charakter v souvislosti se ztuhlostí pohybového systému. Snižuje rizika poranění kloubů při jeho nedostatečné stabilizaci. Díky pohybové aktivitě narůstá svalová síla, objem svalů, svalová vytrvalost podle typu cvičení. V neposlední řadě dochází k ekonomizaci práce svalů, vyššímu výkonu a nižší únavě.

2.4 Vývoj dítěte předškolního věku

Tato kapitola charakterizuje vývoj dítěte předškolního věku se zaměřením na jeho tělesný vývoj, vývoj pohybového aparátu, vývoj centrální nervové soustavy, motorický vývoj, biologický vývoj a psychický vývoj.

2.4.1 Tělesný vývoj dítěte

Zatímco předchozí vývojové období je typické prudkým tělesným vývojem, vývoj v předškolním věku zpomaluje, kdy základní pohybové dovednosti jako lezení, stání, chození či skákání již dítě zvládá po 3. roce života (Bytešníková, 2012, s. 142). Přesto je stále dominantní, fyzický vývoj, růst a vyzrání tělesných funkcí jsou stále převažující. S pokrokem v tělesném vývoji lze zaznamenat určitou kompenzaci (vykoupení) v podobě zpomalení, krize v duševním vývoji. Důležité je nepřetěžovat předškoláka nepřiměřeným nároky na psychiku, což by mohlo oslabit jeho tělesnou konstituci (Labusová, 2023).

2.4.2 Vývoj pohybového aparátu

Pohybový aparát dětí předškolního věku zraje a stimuluje se. To umožňuje, že jsou pohyby koordinované, přesnější a navazující. Je potřeba dbát na pohyby tak, aby byla zdokonalena jejich plynulost, koordinace, rychlost, přesnost, dále na správné držení těla a hlavy a orientaci v prostoru (Bytešníková, 2012, s. 142).

2.4.3 Vývoj centrální nervové soustavy

K vývoji centrální nervové soustavy dochází díky procesům zrání a učení. „*Průběh zrání mozkových struktur je určen genetickou informací, jejich vývoj je však zároveň ovlivňován zkušeností s podněty z prostředí, které dítě obklopuje*“ (Greger et al., 2015, s. 10). K přiměřenému rozvoji mozku jsou důležité kvalita i kvantita podnětů včetně jejich správného načasování. Nepřítomnost zkušeností s některými podněty může negativně ovlivnit rozvoj mozku na odpovídající funkce (Greger et al., 2016, s. 10).

Organismus dozrává, především centrální nervová soustava. V předškolním období vrcholí diferenciací mozkové kůry a vytváří se základ pro nejvyšší funkce nervové činnosti. V souvislosti s dozráváním centrální nervové soustavy se rozvíjí paměť, s čímž souvisí schopnost koncentrace pozornosti. Dochází ke zvyšování kapacity paměti a schopnosti rychlejšího zapamatování nových informací (Jucovičová & Žáčková, 2014, s. 24).

2.4.4 Motorický vývoj

Hrubou motorikou se rozumí schopnost ovládat celkové pohyby těla neboli souhrn pohybových dovedností dítěte. Sem se řadí ovládání a držení těla, souhra pohybů horních a dolních končetin, rytmizace pohybů. Díky tomu jsou umožněny lokomoční (chůze, skákání, plavání) i nelokomoční pohyby (sezení, strkání, tahání). Na vývoj motoriky má vliv genetika, výživa, pohybová výchova, cílená stimulace, individuální zvláštnosti, vyzrálost mozku, smyslové vnímání, počet svalových vláken, četnost procvičování, duševní vývoj dítěte. Hrubou motoriku lze ovlivnit chůzí, během, poskoky, lezením, při míčových hrách, rovnovážných cvičení či pohybových hrách. S hrubou motorikou souvisí vývoj také jemné motoriky, grafomotoriky a oromotoriky (Bytešníková, 2012, s. 142). Jemnou motorikou se rozumí „*pohyby řízené aktivitou drobných svalů vyžadující vzájemnou spolupráci rukou a zraku*“ (Bytešníková, 2012, s. 146). Jedná se o jemné pohyby rukou, uchopování, manipulace s malými předměty. S rozvojem pohybu je spojen také rozvoj řeči (Bytešníková, 2012, s. 146).

2.4.5 Biologický vývoj

Lidská ontogeneze zahrnuje stádia vývoje, kde dochází ke kvalitativním změnám nazývaným skoky nebo růstové gradienty (první zub, první kroky). Pořadí výše zmíněných kroků je u všech jedinců stejné, může se však lišit jejich nástupní doba (Příhoda, 1964).

Podle Měkoty (2007) a Dvořákové (2011) dochází u předškolních dětí k výrazným změnám tělesných proporcí. Poměr mezi hlavou a tělem se mění a končetiny se prodlužují. Zrání centrální nervové soustavy umožňuje přesnější pohyby a rozvoj pohybových dovedností, jako je prostorová orientace a koordinace. Toto období je označováno jako zlatý věk motoriky.

2.4.6 Psychický vývoj

Pro psychický vývoj v předškolním období je typická akcelerace duševních změn, která není tak dramatická jako v předešlých vývojových obdobích. Významně dominuje rozvoj živé fantazie. Neprojevují se schematizující prvky racionální logiky. Poznávací procesy jsou ovlivněny nezkušeností, omezeností a neutříbeností poznatků nevyzrálou emocionalitou. V souvislosti s počitky zvládne dítě rozlišit i složitější tvary hmatem, čich a chuť vykazují dostatečnou diferenciaci podnětů, zrak rozezná nejrůznější barvy, sluch rozliší nejrůznější zdroje a kvalitu. Vnímání je celistvé, globální a neanalytické a vázané na osobní prožitek. Soustředění probíhá u věcí, které ho zaujmou. K posilování pozornosti slouží konstruktivní hry, samostatné plnění jednoduchých povinností či poslech čtených pohádek. Paměť je nespolehlivá, dochází k bezděčnému osvojování řady informací bez soustředění na obsah, kdy uspokojení přináší pouze rytmus a rým a text je osvojován mechanicky. V oblasti řeči se rozšiřuje slovní zásoba, stabilizuje se pořadí slov ve větě, začínají převažovat souvětí nad jednoduchými větami a objevovat otázky proč. Myšlení se mění z před pojmového na názorné. Typické je přirovnávání neživých věcí, předměty jsou polidšťovány a antropomorfizovány. Uvažování je prelogické, myšlení se vyznačuje magičností. Dále dochází k zpřesňování představ, přičemž fantazie stále dominuje. Kresba je výrazem motorického, rozumového a emocionálního vývoje dítěte (NPI, 2017).

2.5 Pohybová aktivita u dětí předškolního věku

V rámci této kapitoly jsou vymezeny fyziologické aspekty pohybu, monitoring, aktivita v mateřské škole podle Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy. Pozornost je věnována také pohybovým dovednostem a rozvoji pohybových schopností.

2.5.1 Fyziologické aspekty pohybu

Děti v předškolním věku mají vysokou kvalitativní i kvantitativní potřebu pohybu čítající přibližně 6 hodin denně. Z toho většina v počtu 4,5 hodiny denně tvoří spontánní pohyb. Pedagogové označují toto období jako zlatý věk motoriky právě z důvodu této vysoké potřeby pohybu a rychlého rozvoje motoriky. Podle poměru stráveného času pohybem vůči svému volnému času se rozlišují děti normomotorické (60 % volného času v pohybu), hypermotorické (80 %) a hypomotorické (40 %). „*Spontánní pohyb je projevem autoregulace dítěte a odráží jeho individuální pohybové potřeby, proto není vhodné jej nahrazovat řízenou formou pohybu*“ (Pastucha, 2011, s. 44). Vhodné jsou

pohybové aktivity, které všestranně rozvíjí charakter. Vhodné jsou hry, doporučuje se střídání rychlostní, obratnostní a dynamické silové aktivity (Pastucha, 2011, s. 45).

2.5.2 Monitoring

Důvodů, proč monitorovat pohybovou aktivitu, se najde hodně. Zajímavým může být např. ten, že slouží jako podnět pro výzkum v tělesné výchově. Nový přístup ke školní tělesné výchově se zakládá na poznatcích o pohybové aktivitě a jejích zdravotních výhodách. V této souvislosti je potřeba, aby výzkum pohybových aktivit probíhal v těchto činnostech.

- monitoring pohybové aktivity u různých věkových a genderových skupin populace v různém environmentálním prostředí (deskripce stavu);
- zkoumání důvodů nedostačujícího pohybu v denním režimu populace, z jakého důvodu neodpovídá doporučením a jak zajistit zlepšení;
- zkoumat, jak uskutečnit doporučující směrnice, které zaručují dosažení žádoucích zdravotních výhod;
- analyzovat pohybové dovednosti v souvislosti se žádoucí pohybovou gramotností;
- zkoumat efekty behaviorálních intervencí, které se zaměřují na zvyšování pohybové aktivity v různém prostředí a na odstranění sedavého způsobu života a jejichž cílem je dosažení trvalého celoživotního zapojení do sportu;
- formulovat a uskutečňovat strategie podporující pravidelný pohyb a marketingové podporovat a propagovat poznatky o zdravotních výhodách pohybu a pohybové gramotnosti (Fialová, 2015, s. 101-102).

2.5.3 Aktivita v mateřské škole podle Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy

V posledním vydaném Rámcovém vzdělávacím programu ze září 2021 se pohybová aktivita vyskytuje zejména ve vzdělávací oblasti Dítě a jeho tělo:

Záměrem vzdělávacího úsilí učitele v oblasti biologické je stimulovat a podporovat růst a neurosvalový vývoj dítěte, podporovat jeho fyzickou pohodu, zlepšovat jeho tělesnou zdatnost i pohybovou a zdravotní kulturu, podporovat rozvoj jeho pohybových

i manipulačních dovedností, učít je sebeobslužným dovednostem a vést je ke zdravým životním návykům a postojům (MŠMT, 2021).

2.5.4 Pohybové dovednosti

Za pohybové dovednosti se označují specifické pohybové činnosti. Příkladem může být konkrétní cvik. Jedná se tedy o způsobilost k provedení určitého pohybu, která byla získána učením, a usměrňovat jeho průběh díky zpětné vazbě a kontrole (Křištofič, 2006, s. 12). Předškolákům se doporučuje osvojení lokomočních, nelokomočních a manipulačních dovedností. Z lokomočních se jedná o:

- různý pohyb všemi směry a podle pokynů;
- pohyb přes a mezi překážkami;
- různé poskakování a skákání do různých směrů včetně kombinací;
- přeskočení, vyskočení a seskočení z překážek;
- různý pohyb různě v prostoru s odlišnými polohami nebo pohyby (upažení, tleskání);
- partnerský a skupinový pohyb, vzájemná spolupráce;
- pohybovat se podle rytmu a hudby;
- pohyb v různém prostředí (sníh, led, voda) (Bytešníková, 2012, s. 142-143).

Mezi nelokomoční dovednosti patří:

- zaujímat různé polohy podle pokynů včetně znalosti názvů částí těla, poloh a pohybů;
- pohyb částí těla podle pokynů včetně napodobení;
- pohyb kolem různých os těla (převaly, obraty, kotouly);
- podřízení pohybů dílčích částí těla hudbě (Bytešníková, 2012, s. 142-143).

Manipulační dovednosti zahrnují:

- manipulaci s náčiním/předměty;
- odhad pohyb náčiní a přizpůsobení vlastnímu pohybu;
- skupinová spolupráce při manipulaci s náčiním;

- využívání pomůcek k pohybu v různém prostředí (Bytešníková, 2012, s. 142-143).

2.5.5 Rozvoj pohybových schopností

Pro předškolní věk je typická vysoká potřeba pohybu k vývoji hrubé motoriky. V tomto období dochází k získání prvních pohybových zkušeností. Dalším typickým znakem pro předškoláky je velký rozsah kloubů. K ukončení vývoje hrubé motoriky nastává kolem 4. roku života. K poznávání okolí jsou nejlepším prostředkem hry jakožto primární zájem a hlavní hnací motor, jinak řečeno „*výsledek jejich snažení bývá úměrný motivaci a zájmu*“ (Křištofič, 2006, s. 12). Prvotní pohyby bývají nekoordinované a nerytmické. To se mění okolo pátého roku, kdy se integrují dílčí pohyby a zvyšuje se jejich účinnost. Předškolní období se vyznačuje větší vazivovou pevností oproti toleranci chrupavek na zatížení. V dětských kostech se nenachází tolik minerálních látek jako v těch dospělých, což je činí náchylnější ke zlomeninám. Objevuje se růstová dysbalance spočívající v nerovnoměrném vývoji dílčích tělesných segmentů a v různém poměru velikosti oproti dospělým. „*Například v šesti letech dosahuje velikost mozku dítěte již 90 % velikosti dospělého a poměr velikosti hlavy vůči trupu je tedy oproti dospělým naprosto jiný (proto jsou pro děti obtížné kotouly)*“ (Křištofič, 2011, s. 12).

2.6 Determinanty pohybové aktivity v předškolním věku

Různí autoři nahlíží na determinanty pohybové aktivity různě. Tak např. Nováková (2012, s. 47) rozlišuje biologické, psychické a sociální faktory ovlivňující pohybovou aktivitu. Mezi **biologické faktory** uvádí funkční schopnost pohybového systému (svaly + kosti = možnost pohybu), stáří (vývojové stádium spojené s tělesnou stavbou jakožto předpoklad pro pohyb), onemocnění (pohybové či jiných systémů měnící způsob běžné pohybové aktivity). Do **psychických faktorů** řadí sebepojetí a sebeúctu jako významné determinanty v pohybové aktivitě lidí a schopnostech pohybování se. Snížené hodnoty těchto faktorů souvisí se sníženým pohybovým výkonem, častou únavou a ochablým svalstvem. Za **sociální faktory** považuje pracovní a soukromé postavení člověka a využívání volného času.

Podle Neulse a Frömela (2016) existují tyto faktory spojené s pohybovou aktivitou:

- biologické/demografické faktory – genetiky, pohlaví, věk, adipozita a výživa, zdravotní stav, růst a maturace, pohlavní zralost, úroveň pohybových dovedností, tělesná zdatnost a omezení;

- psychologické/kognitivní – vědomí vlastní účinnosti, sebepojetí, vnímané bariéry a tělesné kompetence, postoje a přesvědčení k pohybové aktivitě, znalosti a vědomosti;
- sociální/kulturní – postoje a chování rodičů/vrstevníků, vzory, socioekonomický status, vzdělání, čas strávený sledováním televize, hraním videoher, na počítači, kulturní hodnoty;
- environmentální – místo bydliště, dostupnost sportovních zařízení, úroveň bezpečnosti, den v týdnu, svátky, prázdniny, roční období, podnebí (Neuls & Frömel, 2016, s. 46).

Jiný náhled na determinanty pohybové aktivity má Mlýnková (2017), která rozlišuje fyziologicko-biologické faktory, psychologické faktory, sociální vlivy a životní a klimatické podmínky:

- fyziologicko-biologické faktory – pohybový aparát (svaly, kosti, chrupavky, vazivo), věk, nemoc;
- psychologické faktory – typ osobnosti člověka, vlastnosti člověk, hierarchie hodnot, emocionální naladění;
- sociální vlivy – automobil jako zdroj pasivity člověka, prostředí bytu;
- životní a klimatické podmínky – změny počasí spojené s bolestí pohybového aparátu, zemský terén (Mlýnková, 2017, s. 228-229).

Sekot (2015) se domnívá, že pravidelný a intenzivní pohyb je spojený s životním stylem, který se z 50 % podílí na zdraví jakožto jeden z faktorů ovlivňující zdravotní stav člověka. Mezi další tyto faktory patří životní prostředí (21 %), genetika (21 %) a kvalita zdravotní péče (8 %).

Autor ve své jiné publikaci zdůrazňuje především vliv rodiny (rodičů) a rodinného prostředí. „*Pro motivaci dětí a mládeže k provozování sportovně pohybových aktivit je zásadní role rodičů jako klíčových výchovných a hodnotvorných autorit a nezastupitelných ‚názorových‘ vůdců (opinion leaders)*“ (Sekot, 2019, s. 49).

Předškolní dítě je potřeba podporovat v pohybových aktivitách, především v těch jako je chůze, běh, seskakování, lezení, přelézání, podlézání, udržování rovnováhy při chůzi po méně rovném terénu, přes širší lavičku, chůze po schodech, kutálení míčem,

chytání, házení, jízda na odrážedle, na tříkolce, koloběžce, kole. Potřebuje dostatečné množství spontánního pohybu, pobíhání venku, zdolávání překážek a her s dalšími dětmi. Dítě potřebuje odvalu, povzbuzení, žádný nátlak ani srovnání s ostatními, natož zklamání. Žádoucí je vytvoření pozitivního vztahu k pohybu a pocitům radosti a štěstí (Bednářová & Šmardová, 2022, s. 41).

2.7 Hodnocení pohybových aktivit v předškolním věku

Tato kapitola se zabývá hodnocení pohybových aktivit v předškolním věku se zaměřením na prostředky sledování pohybové aktivity, objektivní měření pohybovými senzory, subjektivní metody, přímé hodnocení energetického výdeje moderní multifunkční přístroje a přístroje měřící pohybovou aktivitu jako jsou pedometry, akcelerometry, snímače srdeční frekvence.

2.7.1 Prostředky sledování pohybové aktivity

Metody používané k hodnocení úrovně pohybové aktivity mají vliv na přesnost výsledků, sílu a omezení jednotlivých studií. Základní dělení těchto metod spočívá v rozlišení na subjektivní sebehodnotící techniky, kam se řadí dotazníky, anamnéz, ankety, záznamové archy; a na objektivní monitorování pohybových aktivit pomocí různých prostředků. Přehled metod, monitorovacích přístrojů, jejich výhod a omezení je znázorněn v následující tabulce (Tabulka 1)

Tabulka 1: Přehled metod používaných k hodnocení pohybové aktivity

Metoda	Měření	Výstupy	Aspekt validity
Dvojitě značkováná voda	Produkce CO ₂	Celkový energetický výdej	Validní
Akcelerometr	Akcelerace těla nebo jeho segmentů v jednom či více směrech	Akcelerace Odhad intenzity, frekvence a trvání pohybu	Validní pro energetický výdej při PA v závislosti na typu akcelerometru pro skupinové srovnávání energetického výdeje při PA
Monitory srdeční frekvence	Srdeční frekvence za minutu	Srdeční frekvence, intenzita a trvání středně až vysoce intenzivní PA Odhad energetického výdeje	Validní pro skupinové srovnávání energetického výdeje při PA vyšších intenzit
Kombinované přístroje pro měření srdeční frekvence spolu s akcelerometrem	Akcelerace těla a srdeční frekvence	Akcelerace a srdeční frekvence, aktivní energetický výdej, intenzita, frekvence a trvání pohybové aktivity	Validní pro skupinové srovnávání aktivního energetického výdeje
Krokoměry	Počet kroků	Realizovaný počet kroků Překonaná vzdálenost Odhad energetického výdeje	Validní pro počet kroků NENÍ validní pro hodnocení energetického výdeje v běžných podmínkách
Přímé pozorování	Kategorizace aktivity	Počet úseků (celků) a čas strávený pohybovou aktivitou v různých intenzitách Odhad energetického výdeje pomocí energetického ekvivalentu MET	Validní pro odhad energetického výdeje
Dotazník (self-report)	Četnost různých typů pohybových aktivit a čas strávený jejich realizací. Čas vztažený k odlišným doménám pohybové aktivity.	Četnost a čas strávený pohybovými aktivitami různých intenzit Energetický výdej odvozen pomocí energetického ekvivalentu MET daných aktivit a příslušné délky jejich trvání	Validní odlišná validita pro kategorizaci jednotlivců do skupin a pro tvorbu pořadí jednotlivců NENÍ validní pro hodnocení energetického výdeje na individuální úrovni

Zdroj: Sigmundová & Sigmund (2015, s. 18)

Vybrané metody měření a hodnocení pohybové aktivity budou předmětem následujících podkapitol.

2.7.2 Objektivní měření pohybovými senzory

Senzory pohybu se rozumí elektronické a mechanické přístroje snímající pohyb, popř. zrychlení těla či jeho částí (akcelerometry, pedometry, setrvačnickové ergometry). Výhoda této metody spočívá v možnosti dlouhodobého objektivního monitorování pohybové aktivity u velkého množství populace. Nevýhodu představují vyšší náklady oproti např. dotazníku (Neuls & Frömel, 2016, s. 85).

K přesnému měření se využívá přímá a nepřímá kalorimetrie, která je však velmi složitá a nákladná, a tím pádem použitelná jenom výjimečně pro účely výzkumu. Kalorimetrie spočívá v krátkodobém měření a dvojitým značení vody, což umožňuje až několikadenní měření. Výhodou je pohyb jedince bez omezení. V praxi se využívají jednodušší a levnější metody, což je vykompenzováno nižší přesností. Řadí se sem krokoměry neboli pedometry, akcelerometry, monitorování tepové frekvence, popř. kombinace akcelerometru s údaji o tepové frekvenci (Hejnová, 2022, s. 6).

„Předpokladem dostatečné validity měření pohybové aktivity pomocí senzorů pohybu je tedy vysoký podíl lokomočních aktivit v monitorovaném pohybovém režimu“ (Neuls & Frömel, 2016, s. 85). Dochází k významnému podhodnocování aktivit bez rozsáhlých vertikálních pohybů trupu (jízda na kole, bruslení, posilování) nebo naopak s větším zapojením jenom horních končetin (manipulace s těžkými předměty). Nevýhodu může představovat nevhodnost akcelerometrů či pedometrů pro vodní prostředí. Spornou otázkou je také otázka ne/pohodlnosti nošení pohybových senzorů. *„Přes své limity jsou senzory pohybu při adekvátním použití považována za nejvhodnější pro objektivní monitorování pohybové aktivity lokomočního charakteru v terénních podmínkách, pro skupinové charakteristiky a komparace, při kontrole efektů intervenčních studií apod.“* (Neuls & Frömel, 2016, s. 85). Doporučuje se zvolit přístroj odpovídající cíli a designu studie, charakteru zkoumaného vzorku a proveditelnosti studie s ohledem na cenu a logistiku.

Pro zajištění dostačující spolehlivosti dat je diskutabilní minimální počet monitorovaných dní, přičemž minimální hodnota koeficientu reliability ICC (=intra-class correlation coefficient) odpovídá $r = 0,80$. K běžnému monitorování se doporučuje 3-7 dní, přičemž během jednoho dne by mělo být zaznamenáno minimálně 10 hodin nepřetržitého záznamu (Neuls & Frömel, 2016, s. 85-86).

2.7.3 Subjektivní metody

Mezi subjektivní metody lze zařadit deník veškerých pohybových aktivit s informací o druhu a trvání pohybové aktivity. Výhodou je nižší riziko zkreslení údajů odhadem, nevýhoda spočívá v náročnosti metody na vyšetřovanou osobu. Výpovědní hodnotu lze zvýšit doplněním o řízený rozhovor neboli interview. Další možností je dotazníkové šetření, které sebou nese riziko nepřesných údajů zejména v oblasti nadhodnocení údajů o objemu a intenzitě pohybové aktivity (Hejnová, 2022, s. 6).

2.7.4 Přímé hodnocení energetického výdeje

K hodnocení energetického výdeje lze využít také přímé a nepřímé energometrie neboli kalorimetrie (Vilikus, 2015, s. 88). Spolu s dvojitě izotopicky značenou vodou se jedná o laboratorní metody monitorování pohybové aktivity. Ty se ovšem zpravidla nepoužívají k určení energetické náročnosti konkrétních pohybových aktivit z důvodu jejich náročnosti finanční, technické, časové (Neuls & Frömel, 2016, s. 82-83).

Práci svalů hradí biochemické reakce, při kterých dochází k uvolňování tepla. „*Výdej tepla je přímo úměrný spotřebované energii a tohoto předpokladu je využito v přímé kalorimetrii*“ (Baláš, 2022, s. 118). Podstatou přímé kalorimetrie je přímé měření produkovaného tepla v metabolické komoře či speciálním skafandru (Neuls & Frömel, 2016, s. 83). Využití je materiálně i finančně náročné. Z toho důvodu se k posouzení energetické náročnosti pohybuje používají metody nepřímá kalorimetrie – dvojitě značená voda, značený izotop bikarbonátu nebo spotřeba kyslíku. Poslední zmíněná bývá nejčastěji využívaná v praxi (Baláš, 2022, s. 118).

2.7.5 Moderní multifunkční přístroje

„*Multifunkční přístroje kombinují akcelerometry a monitory srdeční frekvence, dvojitě značkovanou vodu nebo krokoměry*“ (Sigmundová & Sigmund, 2015, s. 19). Díky nim lze získat relativně komplexní údaje o uskutečněné pohybové aktivitě (Sigmundová & Sigmund, 2015, s. 19). V současné době najdou pro monitorování pohybové aktivity uplatnění především moderní multifunkční přístroje. Z těch lze uvést např.:

- fitness náramky – nejlevnější zařízení monitorující každodenní pohybovou aktivitu (počet kroků, vzdálenost, spálené kalorie, spánková aktivita a kvalitu, popř. zaznamenávají trasu nebo monitorují srdeční tep);

- sporttestery – jedná se v podstatě o fitness náramek doplněný o displej, který monitoruje pohybovou aktivitu (měří čas a tepovou frekvenci – vestavěný monitor nebo přídavný hrudní pás, hlídá tréninkové zóny – regenerační, an/aerobní, a spálené kalorie);
- chytré hodinky – nejsou primárně zaměřeny na fitness použití, některé modely jsou k monitorování pohybové aktivity použitelné (měření tepové frekvence, počtu kroků, monitoring spánku, záznam trasy), propojují funkce fitness náramku a sporttesteru, propojují se s chytrým telefonem (Škorpil, 2019, s. 26-28);
- v současné době nelze opomenout ani chytré telefony neboli smartphones v kombinaci s nainstalovanými fitness aplikacemi (např. Runtastic, Runkeeper, Endomondo, Sports Tracker či Nike+ Running).

2.7.6 Přístroje měřící pohybovou aktivitu

2.7.6.1 Pedometry

Pedometr neboli krokoměr představuje populární technologicky i finančně nenáročný senzor pohybu. Rostoucí oblíbenost je výsledkem o vzrůstající snahu každodenního typu pohybu – chůze, kdy se doporučuje k udržení dobré fyzické kondice ujit alespoň 10.000 kroků. Pedometr funguje na principu „*otevírání a zavírání elektrického obvodu pomocí pružinového mechanismu, který reaguje na vertikální akceleraci těla při chůzi či běhu*“ (Neuls & Frömel, 2016, s. 87). Validita a reliabilita měření je využitelná jak při výzkumu, tak v běžné praxi, neboť frekvence chyb je minimální. V pedometrech je zapotřebí zadat určité informace jako např. délka kroku, hmotnost apod. Kromě počtu kroků (nejpřesnější) umí také odhadnout uraženou vzdálenost (méně přesné) či energetický výdej (nejméně přesné). Výhodou pedometru je zpětná vazba v reálném čase, nízká pořizovací cena, jednoduše interpretovatelné naměřené údaje, snadné a uživatelsky přívětivé ovládání. Pedometr nicméně neslouží jako motivační nástroj k vyšší pohybové aktivitě (Neuls & Frömel, 2016, s. 87-89). Přesto, pokud jsou pedometry správně používány, mohou být cenným nástrojem k výuce studentů o důležitosti fyzické aktivity v rámci životního stylu (Pangrazi et al., 2021, odd. 3).

2.7.6.2 Akcelerometry

„Akcelerometry pracují na principu určení odchylek způsobených setrvačností hmotného tělesa umístěného přímo v senzoru při pohybu. Tyto změny jsou převáděny na výstupní elektrický signál a dále přepočteny na jednotky zrychlení“ (Bizovská et al., 2017, s. 75). Akcelerometr je teoreticky postaven na přímé souvislosti mezi akcelerací těla (těžištěm) a silami svalů vztahených k výdeji energie. *„Základní funkční prvky akcelerometrů představují piezoelektrický krystal a mikroprocesor převádějící zaznamenaná zrychlení při pohybu lidského těla na kvantifikovatelný digitální signál“* (Neuls & Frömel, 2016, s. 86). Výhodou akcelerometru je objektivita zjištěných údajů o pohybové aktivitě, lze jej využít v terénních podmínkách, měření mají vysokou přesnost, poskytují údaje o pohybové aktivitě jako intenzita, frekvence a trvání. Ze slabín akcelerometrů lze uvést jejich vyšší pořizovací cenu (Sigmundová & Sigmund, 2015, s. 19), nebo neschopnost detekce metabolické spotřeby při stání, pohybech horních části těla, statické práci nebo vertikálním zdvihu (Neuls & Frömel, 2016, s. 86). Důvodem je zaznamenávání pohybu podél určité osy, čímž se zaznamenává pohyb úměrný směru orientace (Welk, 2002, s. 127).

2.7.6.3 Snímače srdeční frekvence

„Srdeční frekvence je fyziologická proměnná, která úzce reflektuje změny v intenzitě pohybové aktivity“ (Neuls & Frömel, 2016, s. 84). Monitory srdeční frekvence se uplatňují zejména při trénincích. O pohybové aktivitě podávají informace jako její intenzita, nicméně z důvodu vysoké individuální variability jedinců neumožňují přesné stanovení energetického výdeje ve skupině. Přílišná technická a organizační náročnost ze snímače srdeční frekvence činí ne příliš využívaný nástroj pro dlouhodobé monitorování celo/vícedenní pohybové aktivity (Sigmundová & Sigmund, 2015, s. 19). Nošení snímače srdeční frekvence může být při dlouhodobějším užívání nepohodlné (Neuls & Frömel, 2016, s. 85).

2.7.6.4 Trendy v individuálním monitoringu

Moderní trendy v individuálním monitoringu souvisí se třemi aspekty.

S rozvojem technologie se neustále zdokonalují monitorovací přístroje a zvyšuje přesnost měření. Vyvíjí se mikroelektromechanické systémy, zvětšuje se kapacity pro uchování primárních dat, multifunkčnost, miniaturizace. Využívá se bezdrátový přenos a online datová úložiště. Přístroje a aplikace se personalizují. Příkladem mohou

být akcelerometry, přístroje spojující funkce více přístrojů v jeden (akcelerometr + pedometr + monitor srdeční frekvence – např. přístroj ActiTrainer); zařízení, která měří rozložení sil, kdy se noha dotkne podložky (tlakové senzory, zátěžové transduktory, foot-contact monitors), komerční produkty (multifunkční fitness náramky) či mobilní telefony a jejich aplikace (Neuls & Frömel, 2016, s. 90).

Moderní doba si žádá co nejkompexnější monitorování pohybové aktivity ve smyslu chování lidí zahrnující také sociální a environmentální kontext. Příkladem je kontextový monitoring, který využívá technologii GPS, GIS-analýzy, fyzické a online mapy, přenosné minikamery (SenseCam) či systém Google Street View. Pro tento trend je charakteristická kooperace multidisciplinárních týmů odborníků, kteří vytváří a zdokonalují validní nástroje ke sběru a analýze dat (Neuls & Frömel, 2016, s. 90).

Posledním trendem v monitorování pohybové aktivity jsou tendence k matematickému a statistickému či jinému modelování, což zahrnuje také řešení problémů souvisejících s chybami měření či neúplnými daty (Neuls & Frömel, 2016, s. 90).

2.8 Srdeční a tepová frekvence

2.8.1 Definice

Srdeční frekvence známá také pod zkratkou HR, která vznikla z anglických slov heart rate, podle Národního zdravotnického informačního portálu (2024) označuje počet srdečních stahů (tedy úderů srdce) za jednotku času, zpravidla jednu minutu. Srdeční frekvence zdravého dospělého jedince odpovídá přibližně 60-80 tepům za minutu. Hodnoty srdeční frekvence sportovně založených jedinců bývají nižší v porovnání s běžnou populací díky „trénovanějšímu“ srdci. V důsledku fyzické zátěže dochází ke zvýšení srdeční frekvence až na přibližně 200 úderů za minutu, navíc se může zvýšit také tepový objem neboli množství krve vypuzené během jediného úderu.

Srdeční frekvence označují Zahradník a Korvas (2012) za nejdostupnější ukazatel zatížení srdečně oběhového systému a spolehlivou veličinu pro posuzování intenzity zatížení. Tepová frekvence udává počet tepů měřených v některé z tepen za jednotku času, zpravidla jednu minutu. Až na výjimky v případě některých forem arytmiie tepová frekvence odpovídá té srdeční, což je důvod pro časté zaměňování těchto dvou termínů, především pak v souvislosti s tréninkem a pohybovou aktivitou (Národní zdravotnický

informační portál, 2024). Vzhledem k uvedenému jsou v této práci tyto dva pojmy aplikovány jako synonyma.

2.8.2 Typy srdeční frekvence

Národní zdravotnický informační portál (2024) rozlišuje čtyři typy srdeční frekvence – cílová srdeční frekvence, klidová srdeční frekvence, maximální srdeční frekvence a rezervní srdeční frekvence.

Cílová srdeční frekvence nebo také THR (target heart rate) představuje hodnotu srdeční frekvence, které se jedinec snaží dosáhnout při vytrvalostním tréninku. K výpočtu cílové srdeční frekvence lze využít např. Karvonenovu metodu podle vzorce:

$$THR = \text{intenzita tréninku} \times (MHR - RHR) + RHR$$

Kde:

THR cílová srdeční frekvence;

MHR maximální srdeční frekvence;

RHR klidová srdeční frekvence (Národní zdravotnický informační portál, 2024).

Klidová srdeční frekvence či též RHR (resting heart rate) označuje hodnotu srdeční frekvence, měřitelnou v klidovém stavu, tzn. bez tělesné zátěže a duševního vypětí. Hodnoty klidové srdeční frekvence se u dospělých jedinců nachází mezi 60-80 tepy za minutu. Nižší hodnoty klidové srdeční frekvence jsou typické pro výkonnější srdce a lepší tělesnou kondici. Vytrvalostní sportovci dosahují klidové srdeční frekvence i kolem 40 tepů za minutu. Změřit klidovou frekvenci lze přiložením prstu na jednu z krčních tepen a spočítat počet úderů za 15 sekund a číslo následně vynásobit čtyřmi. Současná doba umožňuje měření srdeční frekvence senzorem na chytrém telefonu (Štrauchová, 2014).

Maximální srdeční frekvence neboli MHR (maximum heart rate) udává hodnotu srdeční frekvence, jíž může být teoreticky dosaženo při největší možné intenzitě tělesné zátěže. Hodnota maximální srdeční frekvence slouží k výpočtu cílové srdeční frekvence. Orientačně je možné maximální srdeční frekvenci vypočítat podle vzorce:

$$MHR = 220 - \text{věk}$$

Zde je nutné upozornit, že maximální srdeční frekvence může být značně odlišná od vypočítané orientační hodnoty. Přesnou hodnotu může odborně stanovit pouze sportovní lékař.

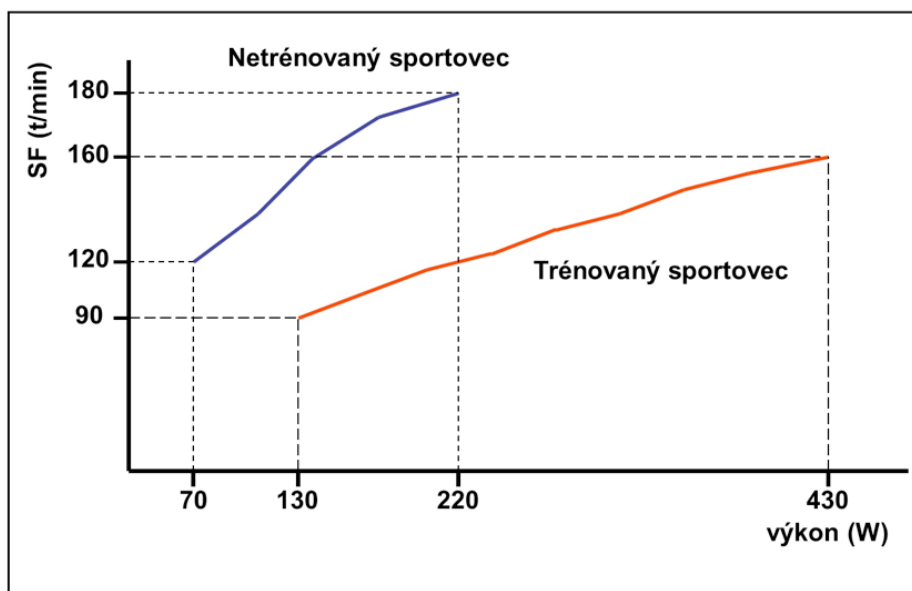
Rezervní srdeční frekvence či HRR (heart rate reserve) představuje rozdíl mezi maximální srdeční frekvencí a klidovou srdeční frekvencí. Vzorec pro výpočet je následující:

$$HRR = MHR - RHR$$

Význam rezervní srdeční frekvence spočívá pouze při určování cílové srdeční frekvence.

Při zvyšujícím se zatížení narůstá také srdeční frekvence. U vrcholových sportovců je tento nárůst mnohem plošší v důsledku lepší úrovně trénovanosti, jak znázorňuje obrázek níže (Obrázek). Vyšší trénovanost způsobuje v organismu strukturální a funkční změny s přímým vlivem na srdeční frekvenci. Dlouhodobé a systematické zatěžování srdce vede k většímu objemu komor a větší síle myokardu. Tréninkem adaptovanější srdce vykazuje nižší srdeční frekvenci při zatížení i v klidu. Zmíněná vyšší klidová srdeční frekvence u netrénovaných jedinců (cca 70 tepů/min) oproti trénovaným jedincům (cca 35 tepů/min) se označuje jako bradykardie (Zahradník a Korvas, 2012).

Obrázek 1: Příklad nárůstu srdeční frekvence u vrcholových a začínajících sportovců

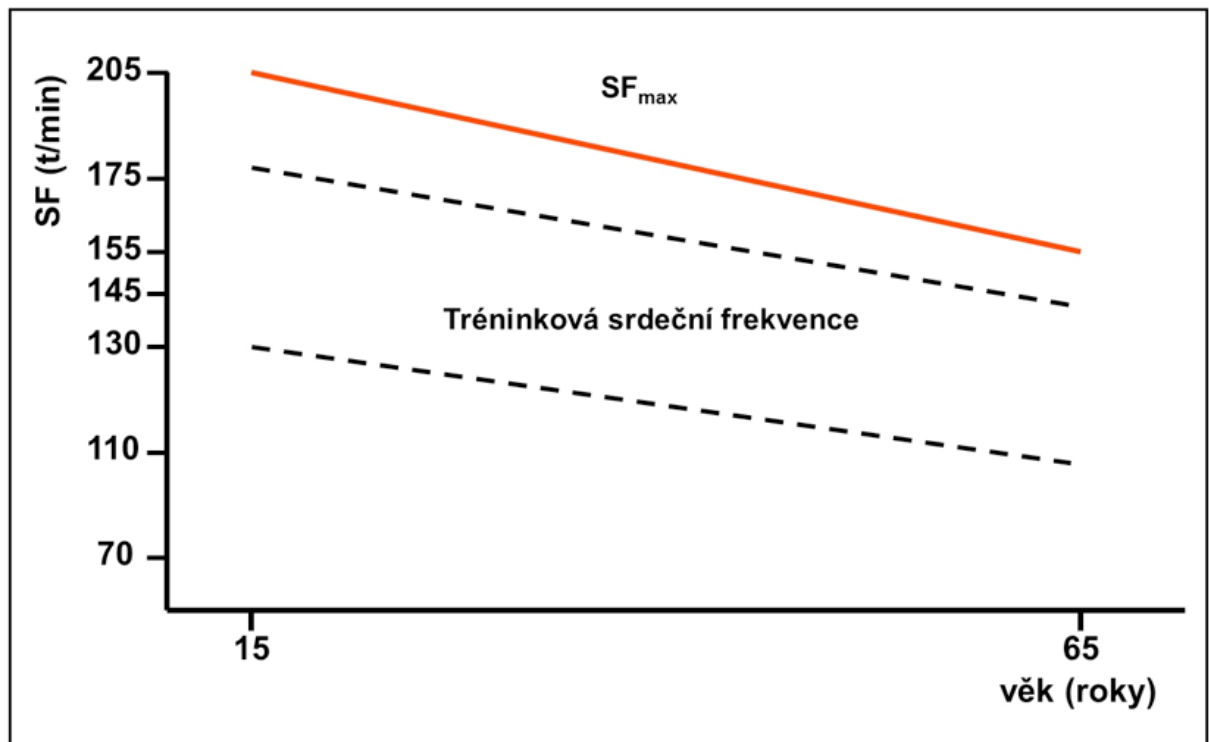


Zdroj: Zahradník a Korvas (2012)

Na srdeční frekvenci mají vliv zejména věk a pohlaví, sportovní výkonnost, velikost srdce a zdravotní stav. U dětí bývá klidová srdeční frekvence o přibližně 10 tepů/min

vyšší v porovnání s dospělými jedinci. Maximální srdeční frekvence má tendenci se s věkem snižovat (Zahradník a Korvas, 2012). Vztah mezi maximální srdeční frekvencí a věkem znázorňuje následující obrázek (Obrázek).

Obrázek 2: Vztah mezi maximální srdeční frekvencí a věkem



Zdroj: Zahradník a Korvas (2012)

Opakovaná systematická zátěž vede ke zvětšování srdce (jeho objemu), přičemž změny jsou patrné po 8 týdnech pravidelného tréninku při více než 10 hodinách tréninku za týden. Velikost srdce se posuzuje prostřednictvím srdečního kvocientu (srdeční objem/kg). Při překročení hodnoty 13 u mužů a 12 u žen je řeč o tzv. sportovním srdci. Trénované srdce vypumpuje jedním stahem více krve do krevního oběhu, což mu umožňuje při téže zátěži pracovat za nižší frekvence v porovnání s netrénovaným srdcem (Zahradník a Korvas, 2012).

Hodnota srdeční frekvence vypovídá o úrovni trénovanosti. Pokles srdeční frekvence při stejném tréninkovém zatížení ukazuje na zlepšování výkonnosti (Zahradník a Korvas, 2012).

Klidová srdeční frekvence upozorňuje na důležité tělesné změny související se zdravím. Zvýší-li se v tréninkovém období klidová srdeční frekvence o více než 8 tepů/min, sportovce sužuje nechuť k trénování za současného pocitu vyčerpání, jedná se o příznak začínající onemocnění (Zahradník a Korvas, 2012).

Podle Haberla (2012, s. 32) jsou normální parametry srdeční frekvence u dětí zachyceny v následující tabulce (Tabulka 2).

Tabulka 2: Normální hodnoty srdeční frekvence u dětí

Věk	1T	2-3T	4-8T	3-5M	6-12M	2Y	3-4Y	5-7Y	8-11Y	12-15Y	16Y+
Srdeční frekvence	90-160	100-180	120-180	105-185	110-170	90-165	70-140	65-140	60-130	65-130	50-120

Zdroj: Haberl (2012, s. 32)

3 Cíle, úkoly, výzkumné otázky, hypotézy

3.1 Cíle

Cílem studie je srovnat výstupy získané produktem Fitbit se zlatým standardem pro určování intenzity i objemu pohybového zatížení, mobilním analyzátozem plynu, který vyhodnocuje spolu se srdeční frekvencí energetickou náročnost požadované pohybové aktivity v stupňovaném běžeckém testu. Neboli zjistit míru odlišnosti energetické náročnosti získanou Fitbitem a Cortexem při stupňovaném běžeckém testu u dětí předškolního věku.

3.2 Úkoly

Hlavní úkol této práce spočívá v ověření využitelnosti náramku Fitbit pro monitoring pohybové aktivity u dětí předškolního věku. Dílčími úkoly je dosažení výše uvedeného stanového cíle, zodpovězení výzkumných otázek a potvrzení/zamítnutí vytyčených hypotéz.

3.3 Výzkumné otázky

Výzkumná otázka č. 1:

Bude hodnota odhadované tepové frekvence získaná z Fitbitu výrazně odlišná ve srovnání s tepovou frekvencí získanou z Cortexu?

Výzkumná otázka č. 2:

Jak silný vztah je mezi hodnotami tepové frekvence získané z Fitbitu a Cortexu?

Hypotéza č. 1:

Předpokládáme, že tepová frekvence stupňovaného běžeckého testu získaná z Fitbitu bude významně nižší ve srovnání s tepovou frekvencí stupňovaného běžeckého testu z Cortexu.

Hypotéza č. 2:

Předpokládáme, že výsledky tepové frekvence z Fitbitu a Cortexu spolu nebudou významně korelovat s hodnotou 0,6.

4 Metodika práce

4.1 Výzkumný problém

Výzkumy v posledních 30 letech poukazují na systematicky se snižující objem i intenzitu pohybové aktivity dětí, která je pozorována již od předškolního věku. Z Národní zprávy o pohybové aktivitě českých dětí a mládeže mimo jiné např. vyplývá, že jenom 27 % dětí se ve svém volném čase věnuje neorganizované pohybové aktivitě více než dvě hodiny denně (Gába, 2018, s. 15). Světová zdravotnická organizace přitom předškolním dětem doporučuje minimálně 1 hodinu denně organizované a 1 hodinu denně neorganizované pohybové aktivity alespoň střední intenzity (Hamplová, 2020, s. 34). Snížená pohybová aktivita souvisí s mnoha budoucími zdravotními riziky – např. obezita, hypertenze, nemoci srdce a cév, diabetes mellitus 2. typu, hypercholesterolemie, osteoporóza, nádory střev a onemocnění pohybového a opěrného aparátu (Hamplová, 2020, s. 32). Z toho důvodu je monitoring pohybové aktivity dětí velmi důležitým zdrojem informací. Ve světě je v současné době k dispozici mnoho různých typů chytrých hodinek, u kterých výrobci deklarují, jak dobře měří a vyhodnocují parametry pohybové aktivity – např. Garmin (Garmin, 2024), Apple Watch (Apple, 2024), Coros (Coros, 2024), Sequent (Elektron, 2024), Fitbit (Fitbit, 2024) atd. Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze testovala chytré hodinky (konkrétně Samsung Galaxy Watch3 a Samsung Galaxy Watch Active2) ve srovnání s běžně používanými zdravotnickými prostředky na ověření přesnosti a spolehlivosti klidového měření EKG, krevního tlaku a tepové frekvence, přičemž celkové zhodnocení studie ukazuje *„na velmi dobrou schopnost chytrých hodinek monitorovat výše zmíněné fyziologické hodnoty a biologické signály a být tak účinným podpůrným pomocníkem při sledování zdravotního stavu svého nositele“* (Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze, 2021). Při bližším seznámení s těmito hodinkami, které jsou k dispozici již pro děti od předškolního věku, jsme však zjistili, že algoritmus, který pohybovou aktivitu zaznamenává, není nastaven pro pohybový profil předškolních dětí. Proto výsledky, které takové chytré hodinky mohou být velmi zkreslené. Pohybová aktivita nejvyšší intenzity probíhá u předškolních dětí. Nástupem do lavic se aktivita výrazně sníží. Spontánní pohyb nahrazuje sedavý způsob života (Derňárová, 2021, s. 33). Předškolní věk je poslední štací, kde je možné budovat pohybovou gramotnost.

4.2 Popis výzkumného souboru

Vzhledem ke značné vulnerabilitě výzkumného souboru bude u chodecko-běžeckého testu vždy dohlížet vyučující z mateřské školy. Měření se zúčastní předškolní děti ve věku 4,00-5,99 v poměru pohlaví 1:1. Probandi budou vybráni ze tří mateřských škol v Praze. Měření bude probíhat v kryté tělocvičně s odpovídajícími rozměry. Velikost souboru odhadnuta dle samplingového softwaru G-Power pro korelační a ICC analýzy je minimálně $n=38$ probandů. Z důvodu možného odmítnutí absolvovat testovací protokol i z důvodu zisku neúplných dat (posun masky, nespárování fit bit s aplikací) jsme se rozhodli získat soubor o $n=53$ dětí, který považujeme za dostatečný. Výběru probandů předcházelo detailní seznámení vedení mateřských škol s výzkumnou studií, na jehož základě byli požádáni o návrhy dostatečně mentálně i fyzicky zralých dětí. Nezbytností byl souhlas etické komise a souhlas s účastí ve výzkumu podepsaný zákonnými zástupci dětí. V dalším kroku proběhne setkání rodičů, vedení mateřské školy a výzkumníka, při kterém bude představen celý průběh měření a sděleny všechny požadované nároky a zajištění bezpečnosti. Limitem pro účast na výzkumu jsou neposedné děti, které k testu nebudou připuštěny.

4.3 Organizace výzkumu

Tato práce a její etické náležitosti spadají pod projekt s názvem: Validita a reliabilita Fitbit pásků pro monitoring pohybové aktivity u dětí předškolního věku. Jehož předkladatelem je doc. PhDr. Martin Musálek, Ph.D.. Projekt je realizován v rámci Cooperatio panelu, Ontogeneze motoriky a tréninku mládeže, Cooperatio Sport Science Social.

4.4 Limitace studie

Stejně jako jakákoliv jiná studie ani této se nevyhnuly určité limity. Prvním limitujícím faktorem je platnost studie pro prostředí mateřské školy, ve které se test konal. Jako další omezení lze vnímat obtížnost testu, která několika testovaným dětem znemožnila jeho dokončení. Běžecký test pro děti představoval kromě fyzické také psychickou zátěž. Děti byly opakovaně upozorňovány na dobrovolnost účasti a do ničeho nebyly nuceny.

4.5 Charakteristika měřících přístrojů

4.5.1 Fitbit

Fitbit je americká společnost s vášní pro zdraví a fitness. Nápad na nositelný produkt se zrodil v roce 2007, kdy si zakladatelé společnosti uvědomili, že senzory a bezdrátové technologie byly natolik pokročilé, kdy mají potenciál k novým zážitkům v oblasti fitness a zdraví. Mise společnosti spočívá v podpoře a inspiraci ke zdravějšímu a aktivnějšímu životu lidí. Její produkty pomáhají s dosažením vytyčených cílů v oblasti zdraví a kondice. Sídlo společnosti se nachází v San Franciscu (Kalifornie, USA) (Fitbit, 2022).

V portfoliu produktů společnosti se nachází především chytré hodinky neboli smartwatches, sledovače neboli trackery a další produkty jako chytré váhy a doplňky. Nejpokročilejší chytré hodinky nesou označení Sense 2 jsou znázorněné na obrázku níže (Obrázek 3: Fitbit smartwatch Sense 2). K dostání jsou za necelých €300, resp. €250 v akční ceně. Tyto chytré hodinky pro zdraví a fitness slibují lepší zvládání stresu a spánku (Fitbit, 2024).

Obrázek 3: Fitbit smartwatch Sense 2



Zdroj: Fitbit (2022)

Pro zpracování praktické části této práce budou využity Fitbit Charge HR, k jejichž klíčovým vlastnostem patří:

- po stisknutí tlačítka se zobrazí denní aktivity a tepová frekvence v reálném čase;
- výdrž baterie přibližně 5 dní na jedno nabití v délce 1-2 hodin;

- odolnost proti potu, dešti a stříkající vodě (není však odolný proti plavání ani sprchování);
- při sledování srdeční frekvence se doporučuje mít náramek rovně položený na šířku prstu nad zápěstní kostí;
- pro lepší odečítání během cvičení se doporučuje nosit páse výše na zápěstí – asi na šířku 2-3 prstů nad zápěstní kostí;
- zaznamenává srdeční tep – při cvičení zobrazuje ikonu srdce v příslušné zóně – slabé, kardio či zóně spalování tuků;
- v nastavení lze nastavit vlastní zónu srdečního tepu;
- spuštění a zastavení sledování cvičení prostřednictvím přidržení tlačítka, dokud nezavibruje;
- při sledování venkovního cvičení pomocí aplikace Fitbit, lze získat souhrny tempa, zón tepové frekvence a tras;
- automaticky monitoruje spánek, který lze rovněž zaznamenat ručně v aplikaci nebo stisknutím a podržením tlačítka, dokud nezavibruje;
- upozorňuje na hovory;
- nastavení umožňuje přizpůsobení nositeli (Fitbit, 2024).

Obrázek 4: Fitbit Charge HR



Zdroj: Fitbit (2024)

4.5.2 Cortex MetaMax 3B

Společnost CORTEX Biophysik GmbH rozšiřuje limity. Je to světový lídr v oblasti testování mobilního výkonu zastoupeného v lékařství, sportu a fitness. Produktové řady METALYZER® a METAMAX® vedou mobilní a přenosné kardiopulmonální diagnostiku k vysokému výkonu. Systémy společnosti Cardiopulmonary Exercise Testing jsou využívány celosvětově – v základním výzkumu, rutinní diagnostické kardiologii, vysoce výkonných sportech a ve fitness centrech. Produkty jsou oceňovány jak sportovními lékaři, kardiology, pneumology, závodními a rehabilitačními lékaři, trenéry či sportovními vědci. Společnost sídlí v Lipsku a disponuje sítí prodejen a servisních partnerů na všech kontinentech po celém světě. Veškeré produkty mají certifikaci CE a splňují normy EU na kvalitu a bezpečnost. Stejně tak jsou kontrole kvality podrobováni všichni partneři (prodej i servis) společnosti (Cortex, 2022).

V této práci bude využit produkt nesoucí označení CORTEX MetaMax 3B, který je znázorněn na obrázku níže (Obrázek 5: CORTEX MetaMax 3B).

Obrázek 5: CORTEX MetaMax 3B



Zdroj: Cortex (2024)

MetaMax® 3B je spiroergometrický systém pro profesionální venkovní použití, který byl navržený tak, aby vyhovoval individuálním potřebám bez ohledu na jejich výjimečnost. Sofistikované technické vlastnosti a neustálý další vývoj MetaMax® 3B umožňuje použití ve všech disciplínách. Bez ohledu na jeho umístění v terénu, ve vzduchu, na vodě nebo v blízkosti ohně, MetaMax® 3B nabízí nekonečné možnosti. Velice nízká hmotnost, vysoký komfort nošení a bezpečný přenos dat činí z MetaMaxu® 3B první volba pro mobilní testování vysokého výkonu (Cortex, 2024).

Jedná se o nejlehčí přenosné spiroergometrické zařízení na trhu. Pro mnoho oborů je to rozhodující výhoda, protože v polních testech se celková váha testované osoby zvyšuje jen minimálně a bez prakticky žádného vlivu na výsledky testu. Jeho oceňovaný ergonomický design v kombinaci s hrudním a zádočným nosným systémem a nastavitelnými suchými zipy umožňuje maximální mobilitu a zapůsobí v mnoha typech sportu. MetaMax® 3B lze ovládat různými způsoby, buď pomocí notebooku, Smart Control nebo zcela autonomně. Stačí synchronizovat zaznamenaná testovací data s aplikačním softwarem MetaSoft® Studio. Lze přidat volitelnou stacionární sadu, zádočný nosný systém nebo EKG (Cortex, 2017).

Mezi přednosti MetaMax 3B se řadí:

- ultralehký, mobilní systém Breath-by-Breath (580 g);
- telemetrický dosah přes 1.000 m (obousměrná telemetrie s technologií Bluetooth®);
- nosný systém na hrudi a zádech;
- snadné a jednoduché ovládání pomocí Smart Control, notebooku nebo jako samostatné;
- výdrž baterie 6 hodin;
- 400 hodin ukládání dat;
- konstantní dynamické řízení průtoku;
- volně definovatelné audio signály (Cortex, 2024).

4.6 Sběr dat

Samotný výzkum se skládá z testovacího protokolu, který je potřeba realizovat v prostředí tělocvičny, jejíž délka, klidně i diagonálně, bude minimálně 25 metrů.

Testovací protokol se skládá ze tří částí. V první části je probandovi změřena tělesná výška a hmotnost. Následně je na obličej probanda uchycena maska s analyzátozem plynu, kolem hrudníku je připnut pás pro snímání srdeční frekvence a na ruku je připnut Fitbit.

Ve druhé části je proband požádán, aby si lehl na žíněnku a v klidu setrval 3min, pro získání klidových hodnot srdeční a dechové frekvence. Poté proband absolvuje chodecko-běžecký test, ve kterém opakovaně překoná určenou 20metrovou vzdálenost. Vždy po třech minutách je zvýšeno tempo od 3 km/hod přes 6 km/hod po 9 km/hod. Test končí v momentě, kdy proband není schopen v daném čase/rychlosti překonat určenou 20metrovou vzdálenost.

Po chodecko-běžeckém testu je proband požádán, aby si lehl na žíněnku a zde setrval tři minuty, než se hodnoty srdeční frekvence a dechu opět dostanou do klidových hodnot.

Časová náročnost testování jedné probanda je 25 min včetně příprav a sundání přístrojového vybavení.

4.7 Analýza dat

Získaná data jsou přenesena do aplikace MS Excel, utříděna a nachystána k provedení statistické analýze.

5 Výsledky

5.1 Podmínky měření

Při měření byla bezpečnost zajištěna prostřednictvím následujících opatření vyplývajících z etické komise. Rizika aktivit prováděných v rámci testového protokolu a následné běžné lokomoční činnosti nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování tohoto typu. Testování bude vždy probíhat ve vnitřních prostorách v tělocvičně. U měření bude vždy přítomna určená vyučující z řad mateřské školy. Testování bude probíhat jednotlivě. Před samotným testováním bude vždy řešitelem provedeno rozcvičení probanda. Provedena bude vždy kontrola připravenosti každého účastníka odborníky z FTVS UK. Bezpečnost během testování je zajištěna přítomností min. 3 univerzitních odborníků Mgr. Jiří Baláš, doc. Ing. Jan Mužík Ph.D., Mgr. Radka Bačáková, Ph.D. V průběhu samotného testu bude vodič – student navazujícího magisterského studia, nebo Mgr. Radka Bačáková, Ph.D. neustále v těsné blízkosti probanda kontrolovat bezpečnost provedení během chůze nebo běhu dítěte. Zodpovědným odborným vedoucím je Mgr. Radka Bačáková, Ph.D. Mgr. Radka Bačáková, Ph.D. bude vybavena lékárníčkou, která odpovídá předpisům BOZP. Mgr. Radka Bačáková, Ph.D. i vybraný student navazujícího magisterského studia jsou poučeni a znají základy první pomoci a budou zodpovídat za bezpečnost určeného prostoru a bezpečnost probandů. V průběhu měření bude přítomen dětský psycholog, který bude spolu s určenou učitelkou z MŠ sledovat a vyhodnocovat případný diskomfort dětí, který by vedl k ukončení testování daného dítěte. Přítomnost při testování (absolvování protokolu) bude nabídnuta také rodičům. Doc. Ing. Jan Mužík, Ph.D. z FBMI bude zodpovědný za nasazování pásků Fitbit na vybrané zápěstí dětí, které budou absolvovat testovací protokol. Pásky Fitbit jsou v současné standardním nástrojem pro monitoring pohybové aktivity u dětí od předškolního věku.

Měření se zúčastnilo celkem 60 dětí předškolního věku mezi 4 až 6 roky z pražských mateřských škol. Měření probíhalo v různé všední dny v období od června 2024 do července 2024. Měření předcházely informovaný souhlas rodičů/zákonných zástupců dětí. Děti neboli testované osoby jsou pro potřeby této práce anonymizovány a označeny jako probandi č. 1 až 60. Měření bylo realizováno v optimálním prostředí – v tělocvičně s délkou 25 metrů. Bezpečnost prostoru byla zajištěna všemi dospělými osobami podílejícími se na výzkumu. Po celou dobu měření bylo zajištěn přísun čerstvého

vzduchu. Tělocvična byla vybavena váhou pro změření tělesné hmotnosti, metrem pro změření tělesné výšky a lékárníčkou odpovídající předpisům BOZP. Při měření participovaly vždy minimálně 4 osoby – já coby výzkumník dohlížející na správné provedení měření, jeden asistent měřící a stopující uplynulý čas, dětský psycholog pomáhající s nasazením/sundáním měřících zařízení, paní učitelka dohlížející na děti a v některých případech rodiče. Všem zúčastněným byl vysvětlen průběh měření a důvody měření stejně jako pitný režim.

5.2 Průběh měření

Měření sestávalo ze tří fází. První fáze spočívala ve změření tělesné výšky a hmotnosti a zaznamenání údajů a přípravy testované osoby k měření. Dále za pomoci druhého asistenta měření došlo k aplikaci cortexu v podobě uchycení masky s analyzátozem plynu na obličej, připnutí pásu kolem hrudníku pro snímání srdeční frekvence a nasazení chytrých hodinek Fitbit kolem zápěstí. Druhá fáze sestávala z vlastního měření a sběru dat. Testovaná osoba vždy po dobu 3 minut vykonávala požadovanou aktivitu. První aktivitou byl leh v klidu na žíněnce k získání klidových hodnot srdeční a dechové frekvence. Druhou aktivitou byla chůze o rychlosti 3 km/h, při které testovaná osoba opakovaně překonávala vzdálenost dlouhou 20 metrů. Třetí aktivitou byla rychlochůze o rychlosti 6 km/h. Čtvrtá aktivita spočívala v běhu při rychlosti 8 km/h a poslední aktivita byl běh o rychlosti 9 km/h. V případě, že testovaná osoba nebyla schopná v určeném čase/rychlosti překonat danou vzdálenost 20 metrů, test byl ukončen. Třetí fáze měření spočívala v opětovném lehu na žíněnce po dobu posledních 3 minut. Po dokončení testu se testovaná osoba mohla občerstvit zajištěným pitným režimem. Na dodržování požadované rychlosti a času po celou dobu měření dohlížel dětský psycholog. Odhad časové náročnosti testování jedné testované osoby včetně aktivit předcházejících a následujících po měření ve výši 30 minut byl dostačující a průměrně činil 25 minuty.

5.3 Výsledky měření

V této podkapitole jsou popsány výsledky měření.

Díličí výsledky všech rychlostí (leh před během, běh 3 km/h, 6 km/h, 8 km/h, 9 km/h a leh po běhu) naleznete v Příloze č.1. (grafy a tabulky vloženy v obsahu s označením P)

Výzkumný vzorek tvořilo 60 probandů, jejichž údaje o výšce, hmotnosti a věku shrnuje následující tabulka (Tabulka 3).

Tabulka 3: Seznam probandů a přehled měření

Proband č.	Výška [cm]	Hmotnost [kg]	Věk	Proband č.	Výška [cm]	Hmotnost [kg]	Věk
1	122	22,6	6	31	125,8	28	6
2	114	22	4	32	118,2	21	6
3	93	14,2	4	33	120	21,5	6
4	108	18	5	34	114,8	21	5
5	119	21,5	5	35	118,5	23,3	5
6	103	18,3		36	118	22,5	5
7	122	23	6	37	122	28,4	5
8	117,5	22	6	38	120,5	20,7	6
9	124,5	24,1	6	39	110,5	19,9	6
10	121,6	22,1	6	40	108	18,7	4
11	106,5	19,2	6	41	112,5	19,5	5
12	103,1	16,8	6	42	122	22,3	5
13	106,6	18,9	6	43	124	22,6	6
14	104,2	17,1	6	44	123	27	6
15	110	22,9	4	45	117	21,6	5
16	106,4	17,7	4	46	108	17,7	5
17	110,9	18,7	5	47	118	19,8	4
18	105,6	18,2	4	48	114	21,4	4
19	98,5	17,8	3	49	115	21,8	5
20	122,7	26,5	5	50	115	21,8	5
21	127	24,5	6	51	116	22,8	5
22	116	23,5	5	52	111	19,5	5
23	120	19,6	6	53	115	20,3	5
24	115	18,3	5	54	121	24,4	6
25	110	16,9	5	55	110	17,2	4
26	118	23	6	56	105	17,15	4
27	122,7	22,6	5	57	115	23,2	5
28	121	18,4	5	58	105	17,9	4
29	122,5	22,5	6	59	112	18,1	5
30	117	21,5	5	60	100	18,1	5

Zdroj: vlastní zpracování

Měření tepové frekvence bylo realizováno u celkem 60 probandů. Průměrná výška probandů činila 114,4 cm, nejmenší proband měřil 93 cm, nejvyšší 127 cm. Průměrná hmotnost probandů činila 20,9 kg, nejnižší hmotnost činila 14,2 kg, nejvyšší 28,4 kg. Průměrný věk probandů činil 5,1 let, nejmladšímu byly 4 roky, nejstaršímu 6 let v době měření. Červené označení znamená, že data pocházející od těchto probandů nebylo možné použít, ať už v důsledku chyby systému, neochoty probanda nebo zkrátka malé uběhnuté vzdálenosti. V analyzovaných výsledcích tedy nebyla použita data pocházející od šesti probandů, konkrétně probanda č. 4, 5, 8, 23, 27, 31 a 32. Výsledkem jsou tedy data použitelná od zbývajících 53 probandů.

Vzhledem k vysokému počtu probandů následující oddíly (1.1.1 a 1.1.2) slouží pouze jako ukázky celkového průběhu měření zahrnující průměrné tepové frekvence při lehu před během, běhu v rychlosti 3 km/h, 6 km/h, 8 km/h a 9 km/h a lehu po běhu zjištěné na jedné straně zařízením Cortex Metalyzer 3B a na straně druhé chytrými hodinkami Fitbit. Tato data byla pochopitelně získána od všech 60, resp. 53 probandů. V dalších částech budou zjištěné výsledky analyzovány interindividuálně a po jednotlivých krocích (leh před během, všechny rychlosti a leh po běhu).

1.1.1 Proband číslo 1

Výsledky tepové frekvence zjištěné zařízením Cortex Metalyzer 3B a chytrými hodinkami Fitbit u probanda č. 1 jsou shrnuty v následující tabulce (Tabulka 4).

Tabulka 4: Výsledky tepové frekvence u probanda č. 1

Tepová frekvence	CORTEX	Fitbit	σ
Celkový průměr	132	125	3,56
Průměr TF – leh před	94	93	0,58
Průměr TF – 3 km	107	102	2,19
Průměr TF – 6 km	123	122	0,46
Průměr TF – 8 km	160	152	3,90
Průměr TF – 9 km	177	174	1,76
Průměr TF – leh po	129	110	9,72
Medián	125	116	4,50
Modus	173	94	39,50
Minimum	86	88	1,80
Maximum	199	179	34,90
T-test	0,0807		
Pearsonův korelační koeficient	0,9759		

Zdroj: vlastní zpracování

Data v tabulce ukazují na vyšší hodnoty tepové frekvence během beep testu změřené přístrojem Cortex v porovnání s chytrými hodinkami Fitbit. Nejnižší rozdíly v tepové frekvenci lze pozorovat při nulové počáteční zátěži (leh) a při nižší zátěži v rychlosti 6 km/h. Naopak nejvyšší rozdíly mezi hodnotami tepové frekvence naměřené oběma přístroji jsou patrné u nulové finální zátěže (leh po).

Hodnoty mediánu a modusu vykazují taktéž značné rozdíly, především pak modus se směrodatnou odchylkou s hodnotou 39,5.

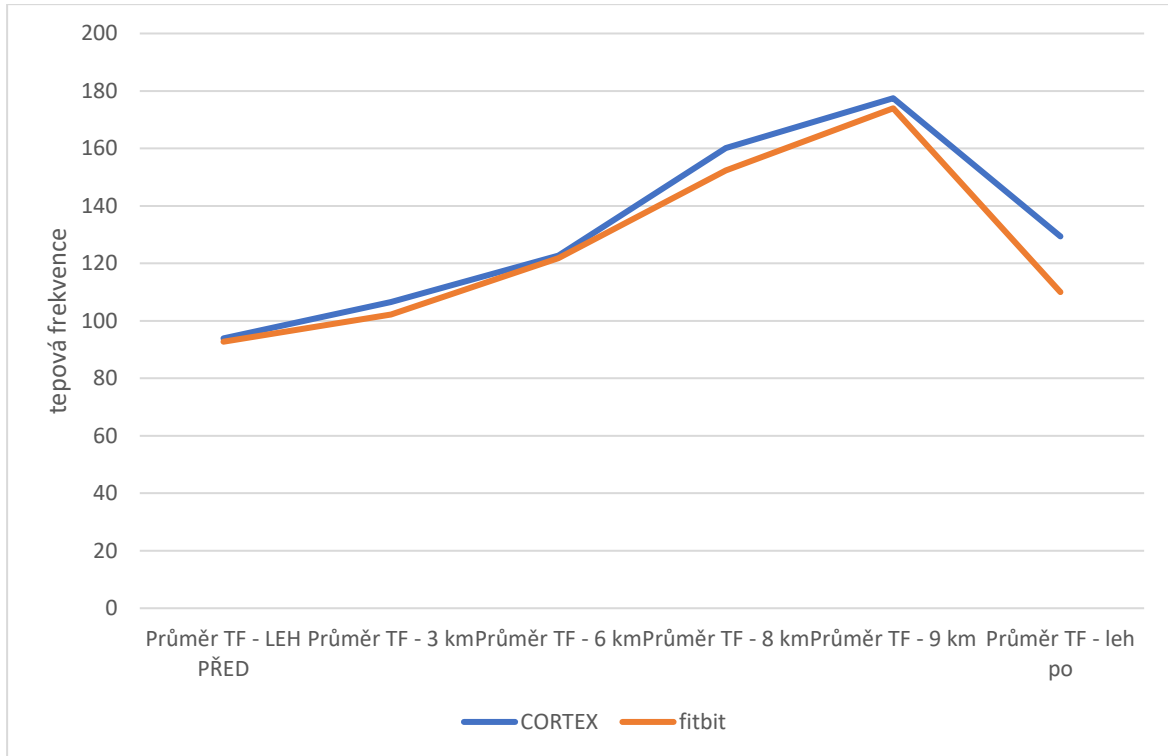
Minimální hodnoty naměřily obě zařízení velice podobné, maximální se výrazně odlišují se směrodatnou odchylkou ve výši 34,9.

Výsledek T-testu s hodnotou 0,0807 značí statisticky významný rozdíl mezi výsledky zjištěnými z obou zařízení. Hodnota je vyšší než konvenční úroveň signifikace 0,05, což znamená, že rozdíly mezi daty nezpůsobila náhoda a nejde tudíž o chybu při měření.

Korelační koeficient s hodnotou 0,9759 vypovídá o silném lineárním vztahu mezi těmito dvěma přístroji.

Rozložení výsledků průměrné tepové frekvence změřené zařízením Cortex a chytrými hodinkami Fitbit u probanda č. 1 zachycuje následující graf (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**).

Graf 1: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u probanda č. 1



Zdroj: vlastní zpracování

V dalším oddíle jsou analyzovány výsledky probanda č. 46.

1.1.2 Proband číslo 46

Výsledky tepové frekvence zjištěné zařízením Cortex Metalyzer 3B a chytrými hodinkami Fitbit u probanda č. 46 jsou shrnuty v následující tabulce (Tabulka 5).

Tabulka 5: Výsledky tepové frekvence u probanda č. 46

Tepová frekvence	CORTEX	Fitbit	σ
Celkový průměr	149	124	12
Průměr TF – leh před	88	86	0,8
Průměr TF – 3 km	123	116	3,9
Průměr TF – 6 km	167	139	14
Průměr TF – 8 km	188	145	21
Průměr TF – 9 km	175	155	10
Průměr TF – leh po	97	95	1,4
Medián	161	123	55
Modus	194	85	19
Minimum	82	83	0,5
Maximum	199	198	0,5
T-test	0,0509		
Pearsonův korelační koeficient	0,9739		

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky výše je patrné, že vyšší průměrná celková frekvence během beep testu je změřena zařízením Cortex. Lze tedy konstatovat, že Cortex má proto větší předpoklady k poskytování vyšších a jakožto zlatý standart také k přesnějším výsledkům.

Při nulové počáteční i finální nebo nižší zátěži v rychlosti 3 km/h je rozdíl mezi přístroji velmi malý. Pokud se však podíváme dále, lze konstatovat, že s rostoucí zátěží, a tedy i tepovou frekvencí se přístroje s naměřenými hodnotami od sebe liší více. Největší naměřený rozdíl u probanda č. 46 vidíme při rychlosti 8 km/h.

Modus a medián u tohoto probanda je velmi rozdílný a pouze se potvrzuje, že Fitbit je schopen měřit při nižší tepové frekvenci.

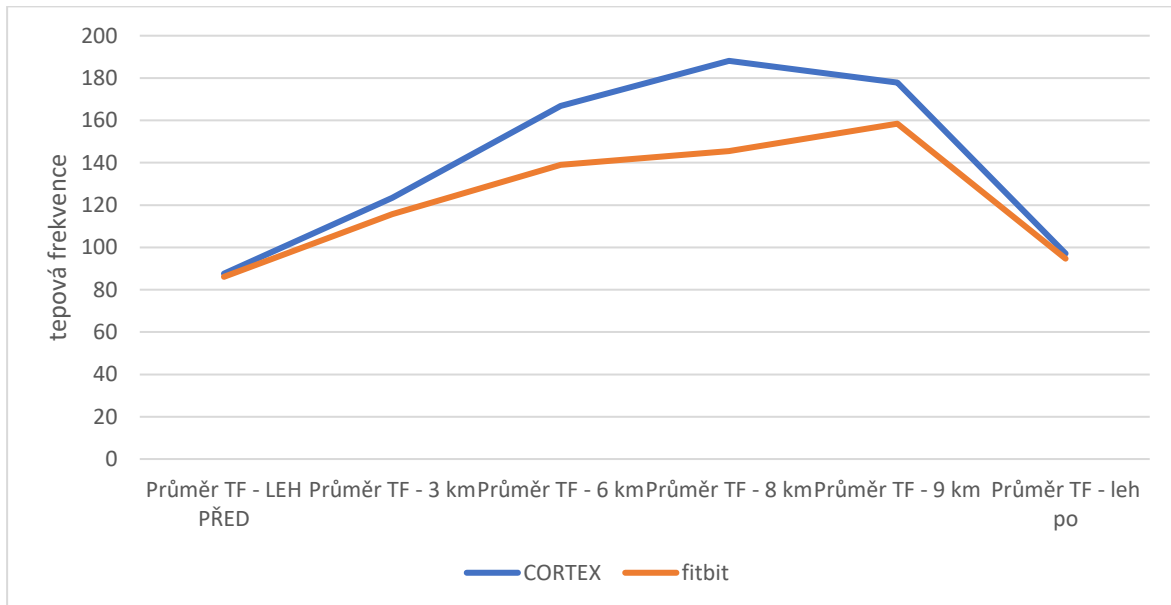
Maximální a minimální hodnoty jsou u obou zařízeních naměřené podobně.

T-test s výsledkem 0,0509 indikuje statisticky významný rozdíl mezi daty naměřenými z přístroje Cortex a Fitbit. Tato hodnota odpovídá konvenční úrovni signifikace 0,05, což naznačuje, že rozdíly mezi daty nejsou způsobeny náhodou a nejedná se o chybu při měření.

Korelační koeficient, kterému náleží hodnota 0,9739 ukazuje, že existuje silný lineární vztah mezi těmito dvěma přístroji.

Rozložení výsledků průměrné tepové frekvence změřené zařízením Cortex a chytrými hodinkami Fitbit u probanda č. 46 zachycuje následující graf (Graf 2).

Graf 2: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u probanda č. 46



Zdroj: vlastní zpracování

Další oddíl shrnuje celkové výsledky všech probandů.

1.1.3 Porovnání napříč probandy

Výsledky tepové frekvence zjištěné zařízením Cortex Metalyzer 3B a chytrými hodinkami Fitbit u všech 53 probandů jsou shrnuty v následující tabulce (Tabulka 6).

Tabulka 6: Výsledky tepové frekvence u všech probandů

Tepová frekvence	CORTEX	Fitbit
Celkový průměr	139	128
Průměr TF – leh před	99	94
Průměr TF – 3 km	119	110
Průměr TF – 6 km	154	139
Průměr TF – 8 km	176	161
Průměr TF – 9 km	184	166
Průměr TF – leh po	124	120
Medián	145	118
Modus	169	113
Minimum	74	70
Maximum	207	202
σ	32,6036	29,1113
T-test	4,47558E-27	
Pearsonův korelační koeficient	0,8883	

Zdroj: vlastní zpracování

Údaje v tabulce prozrazují, že celková TF během beep testu vykazuje vyšší hodnoty v případě zařízení Cortex v porovnání s chytrými hodinkami Fitbit.

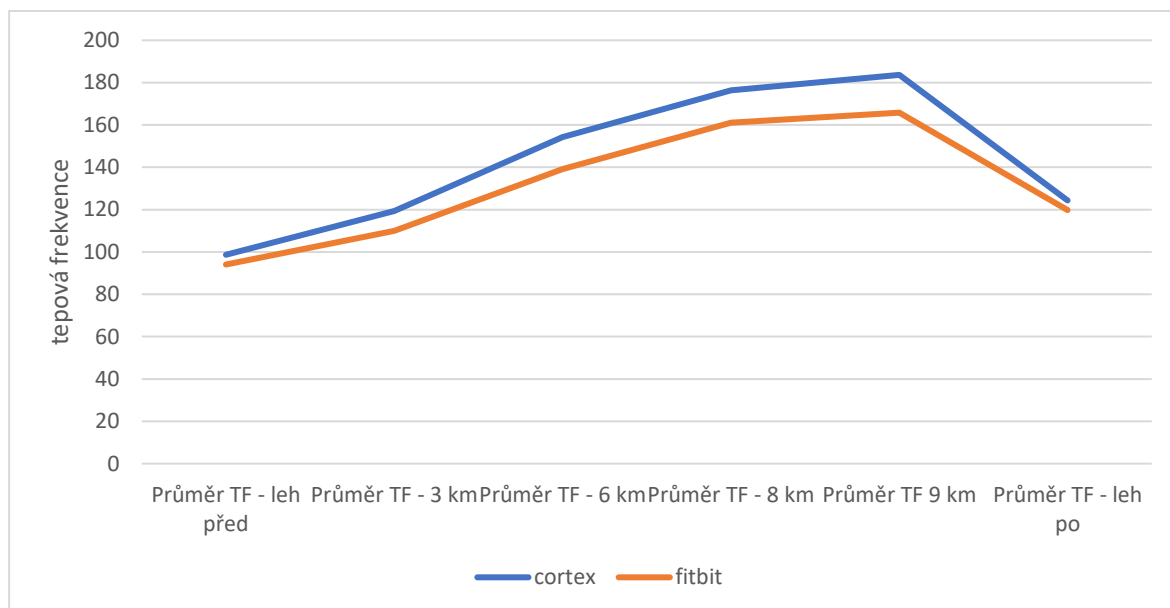
Menší rozdíly mezi oběma přístroji lze pozorovat u prvního a posledního kroku, tedy lehu před a lehu po. Stejně jako v případě probanda č. 46 mají zařízení s rostoucí zátěží, resp. tepovou frekvencí, tendenci vykazovat odlišnější hodnoty. Největší pozorovatelný rozdíl napříč probandy je u rychlosti 9 km/h.

Modus i medián vykazují značné rozdíly. Minimální i maximální naměřené hodnoty se velice podobají u obou zařízení.

Hodnota T-testu byla vypočtena na hodnotu 4,47558E-27. Na korelační koeficient připadá hodnota 0,8883.

Rozložení výsledků průměrné tepové frekvence změřené zařízením Cortex a chytrými hodinkami Fitbit u všech 53 probandů zachycuje následující graf (Graf 3).

Graf 3: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u všech probandů



Zdroj: vlastní zpracování

Další oddíl přináší porovnání napříč probandy u lehu před.

1.1.4 Porovnání TF celkového průměru

Porovnání průměrné TF u jednotlivých probandů u celkového průměru zachycuje následující tabulka (Tabulka 7).

Tabulka 7: Porovnání průměrné tepové frekvence u jednotlivých probandů pro celkový průměr

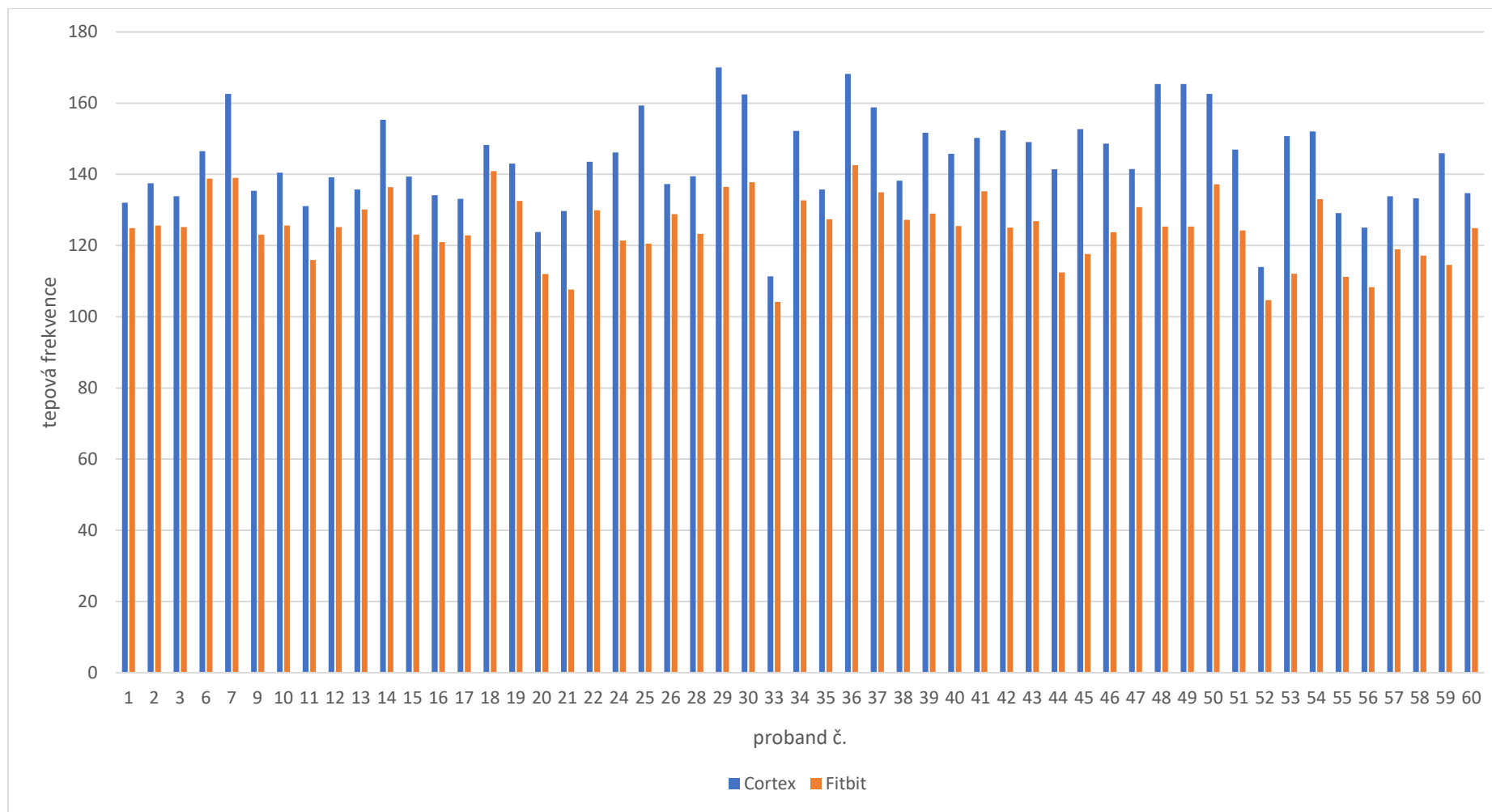
Proband č.	Cortex	Fitbit	σ	Proband č.	Cortex	Fitbit	σ
1	132	125	3,5648	35	136	127	4,1550
2	137	126	5,9521	36	168	143	12,7964
3	134	125	4,3125	37	159	135	11,9705
6	146	139	3,8421	38	138	127	5,4921
7	163	139	11,7684	39	152	129	11,3557
9	135	123	6,1431	40	146	125	10,1450
10	140	126	7,4039	41	150	135	7,4971
11	131	116	7,5919	42	152	125	13,6665
12	139	125	6,9765	43	149	127	11,0834
13	136	130	2,8084	44	141	112	14,4753
14	155	136	9,4695	45	153	118	17,5470
15	139	123	8,1653	46	149	124	12,4314
16	134	121	6,6039	47	141	131	5,3487
17	133	123	5,0998	48	165	125	20,0032
18	148	141	3,7004	49	165	125	20,0032
19	143	133	5,2510	50	163	137	12,7118
20	124	112	5,8680	51	147	124	11,3577
21	130	108	11,0392	52	114	105	4,6494
22	144	130	6,8208	53	151	112	19,3566
24	146	121	12,4048	54	152	133	9,5051
25	159	121	19,3876	55	129	111	8,9388
26	137	129	4,2234	56	125	108	8,3716
28	139	123	8,1095	57	134	119	7,4419
29	170	136	16,7644	58	133	117	8,0292
30	162	138	12,3161	59	146	115	15,6824
33	111	104	3,5780	60	135	125	4,8916
34	152	133	9,7588				

Zdroj: vlastní zpracování

Tato tabulka přináší přehled celkové průměrné TF z celého beep testu u jednotlivých probandů. Zařízení Cortex naměřilo hodnoty TF nacházející se mezi 111 (proband č. 33) až 170 (proband č. 29) s průměrem 144. TF získané z chytrých hodinek Fitbit se pohybovaly mezi 104 (proband č. 33) až 143 (proband č. 36) s průměrem

125. Ve všech případech zařízení Cortex naměřily vyšší hodnoty než chytré hodinky Fitbit. Nejmenší rozdíl byl zaznamenán u probanda č. 13 (směrodatná odchylka 2,8084), největší u probanda č. 49 (směrodatná odchylka 20,0032).

Graf 4: Rozložení výsledku celkového průměru tepové frekvence u všech probandů



Zdroj: vlastní zpracování

1.1.5 Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit pro celkový průměr

Data v následující tabulce (Tabulka 8) přináší rozdíly mezi naměřenými hodnotami TF u celkového průměru.

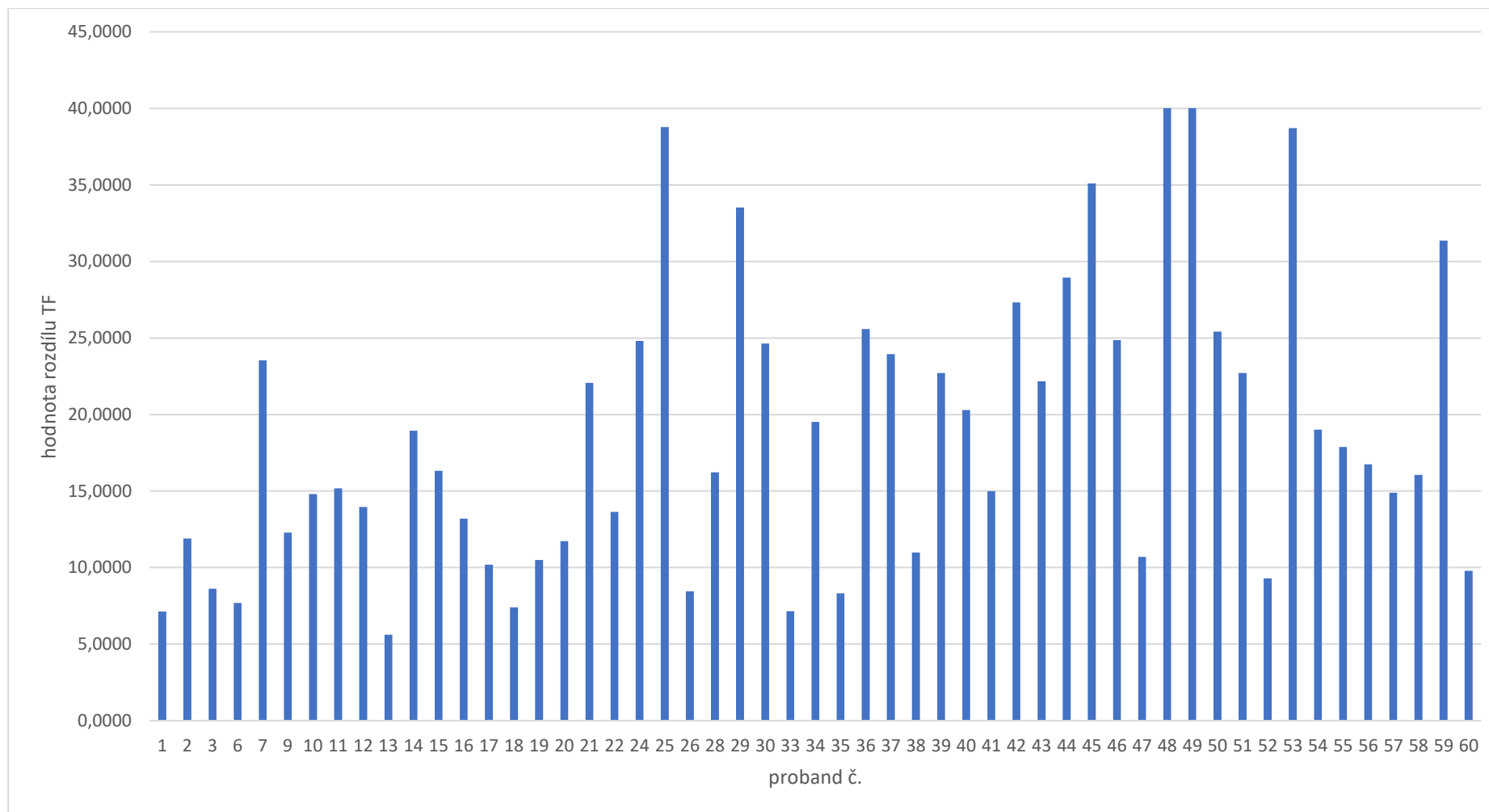
Tabulka 8: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit celkový průměr TF

Proband č.	Cortex	Fitbit	Rozdíl	Proband č.	Cortex	Fitbit	Rozdíl
1	132	125	7	35	136	127	8
2	137	126	12	36	168	143	26
3	134	125	9	37	159	135	24
6	146	139	8	38	138	127	11
7	163	139	24	39	152	129	23
9	135	123	12	40	146	125	20
10	140	126	15	41	150	135	15
11	131	116	15	42	152	125	27
12	139	125	14	43	149	127	22
13	136	130	6	44	141	112	29
14	155	136	19	45	153	118	35
15	139	123	16	46	149	124	25
16	134	121	13	47	141	131	11
17	133	123	10	48	165	125	40
18	148	141	7	49	165	125	40
19	143	133	11	50	163	137	25
20	124	112	12	51	147	124	23
21	130	108	22	52	114	105	9
22	144	130	14	53	151	112	39
24	146	121	25	54	152	133	19
25	159	121	39	55	129	111	18
26	137	129	8	56	125	108	17
28	139	123	16	57	134	119	15
29	170	136	34	58	133	117	16
30	162	138	25	59	146	115	31
33	111	104	7	60	135	125	10
34	152	133	20				

Zdroj: vlastní zpracování

Z údajů vyplývá, že v ani jediném případě neměřily chytré hodinky Fitbit vyšší hodnoty než zařízení Cortex. Rozdíl v celkovém průměru TF se pohyboval od 6 (proband č. 50) do 50 (proband č. 60). U všech 53 probandů byl tedy kladný rozdíl mezi oběma zařízeními.

Graf 5: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit celkový průměr TF



Zdroj: vlastní zpracování

1.1.6 Porovnání směrodatná odchylnka u celkového průměru

Porovnání průměrných mediánových hodnot TF u jednotlivých probandů je znázorněno v tabulce níže (Tabulka 9).

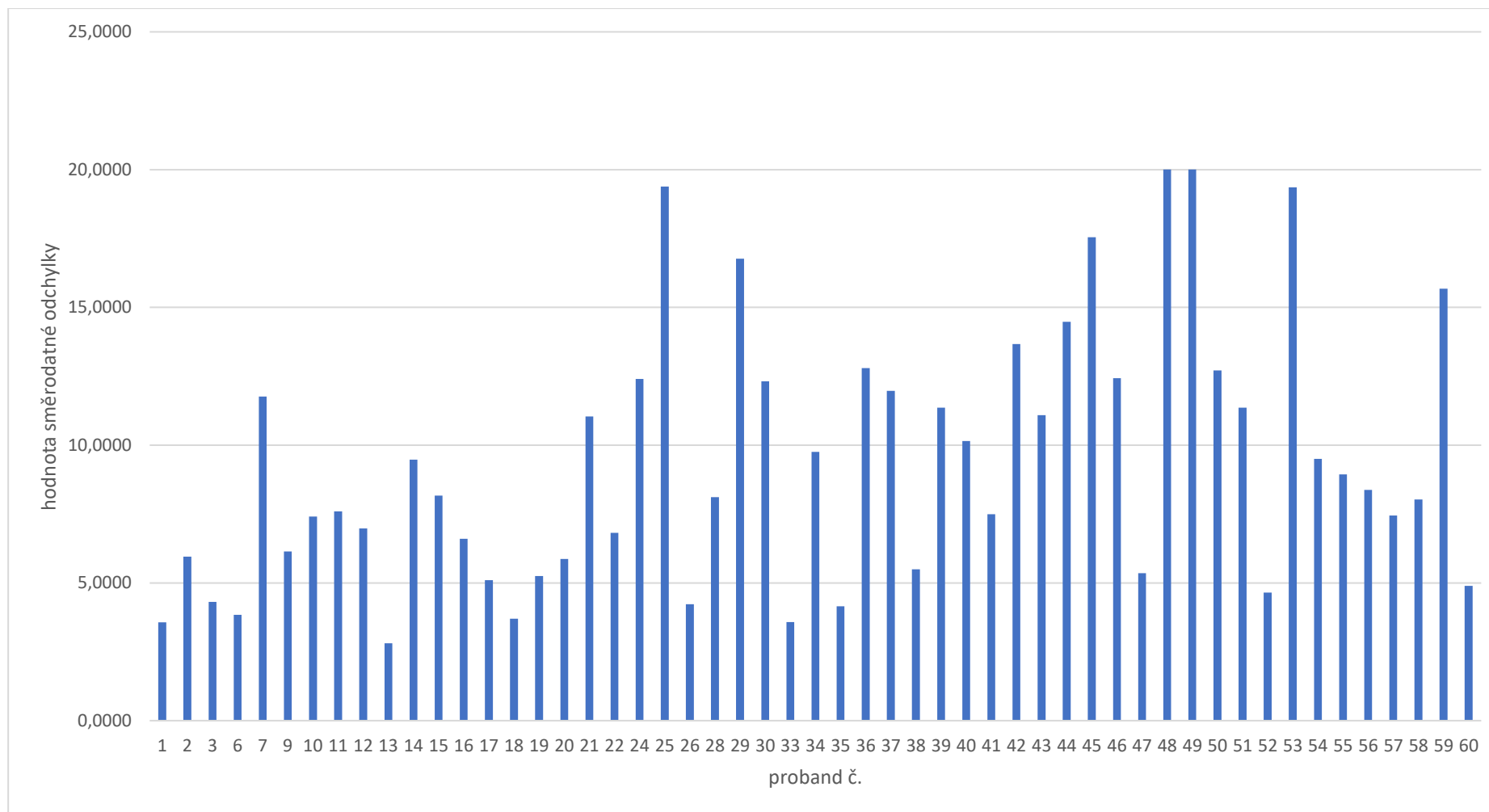
Tabulka 9: Porovnání směrodatné odchylnky u celkového průměru

Proband č.	σ	Proband č.	σ
1	3,5648	35	4,1550
2	5,9521	36	12,7964
3	4,3125	37	11,9705
6	3,8421	38	5,4921
7	11,7684	39	11,3557
9	6,1431	40	10,1450
10	7,4039	41	7,4971
11	7,5919	42	13,6665
12	6,9765	43	11,0834
13	2,8084	44	14,4753
14	9,4695	45	17,5470
15	8,1653	46	12,4314
16	6,6039	47	5,3487
17	5,0998	48	20,0032
18	3,7004	49	20,0032
19	5,2510	50	12,7118
20	5,8680	51	11,3577
21	11,0392	52	4,6494
22	6,8208	53	19,3566
24	12,4048	54	9,5051
25	19,3876	55	8,9388
26	4,2234	56	8,3716
28	8,1095	57	7,4419
29	16,7644	58	8,0292
30	12,3161	59	15,6824
33	3,5780	60	4,8916
34	9,7588		

Zdroj: vlastní zpracování

Směrodatná odchylnka vypovídá o tom, nakolik se od sebe navzájem typicky liší jednotlivé případy v souboru zkoumaných hodnot, též označovaná jako střední (směrodatná) chyba průměru. Směrodatná odchylnka u celkového průměru TF mezi zařízeními Cortex a chytrými hodinkami Fitbit se pohybovala od 2,8084 (proband č. 13) po 20,0032 (proband č. 48 a 49) s průměrem 9,3930.

Graf 6: Porovnání směrodatné odchylky u celkového průměru tepové frekvence



Zdroj: vlastní zpracování

1.1.7 Porovnání T-test všech probandů

Porovnávní T-testu z celkové průměrné TF jednotlivých probandů znázorňuje tabulka níže (Tabulka 10).

Tabulka 10: Porovnávní T-test všech probandů

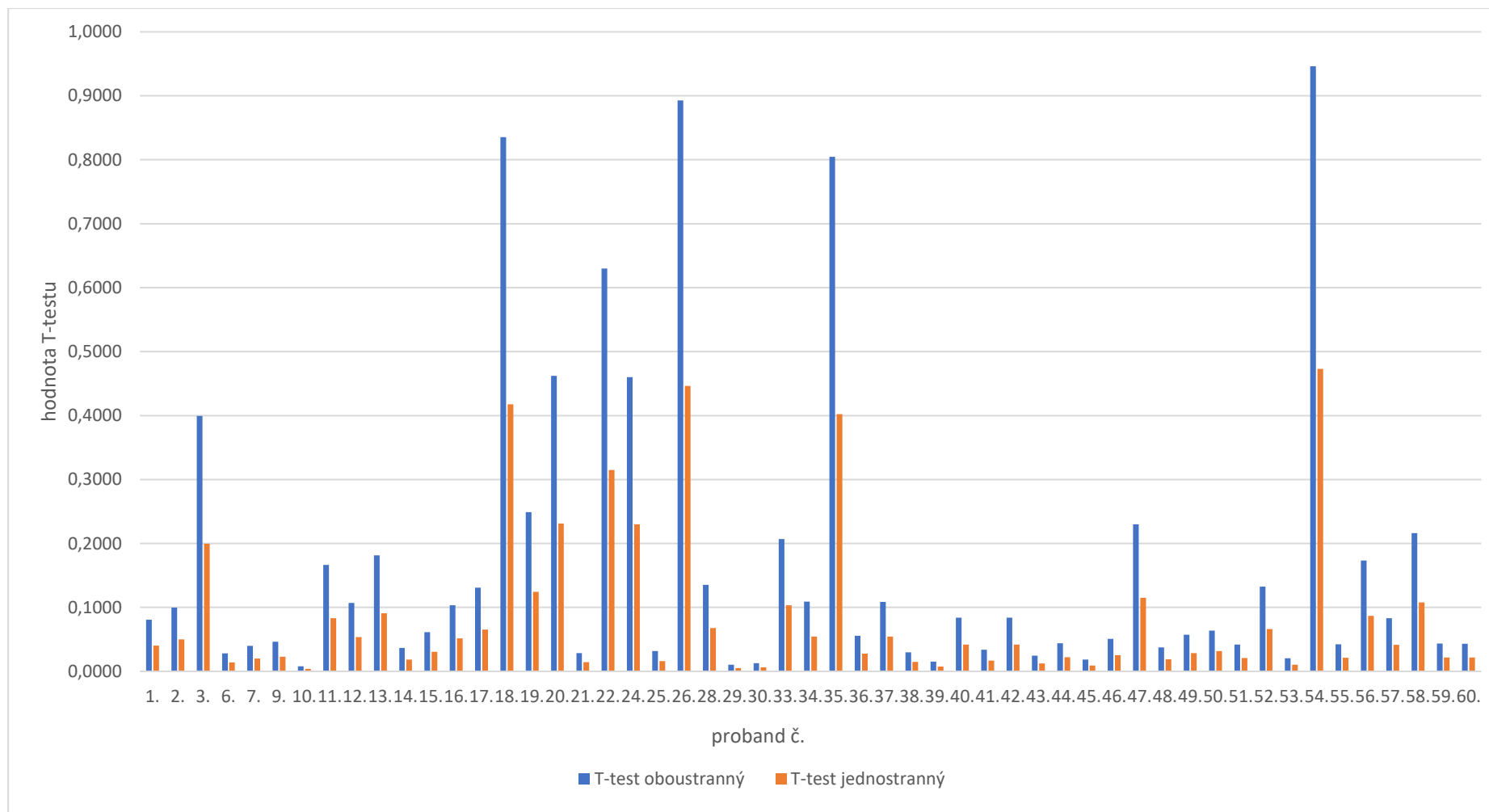
Proband č.	T-test oboustranný	T-test jednostranný	Proband č.	T-test oboustranný	T-test jednostranný
1.	0,0807	0,0403	35.	0,8044	0,4022
2.	0,0999	0,0500	36.	0,0557	0,0278
3.	0,3993	0,1997	37.	0,1087	0,0543
6.	0,0282	0,0141	38.	0,0298	0,0149
7.	0,0397	0,0199	39.	0,0152	0,0076
9.	0,0461	0,0231	40.	0,0840	0,0420
10.	0,0079	0,0039	41.	0,0339	0,0170
11.	0,1663	0,0831	42.	0,0838	0,0419
12.	0,1072	0,0536	43.	0,0246	0,0123
13.	0,1813	0,0907	44.	0,0441	0,0220
14.	0,0365	0,0183	45.	0,0183	0,0091
15.	0,0615	0,0307	46.	0,0509	0,0255
16.	0,1035	0,0518	47.	0,2298	0,1149
17.	0,1309	0,0655	48.	0,0374	0,0187
18.	0,8352	0,4176	49.	0,0571	0,0286
19.	0,2491	0,1246	50.	0,0637	0,0319
20.	0,4622	0,2311	51.	0,0417	0,0209
21.	0,0287	0,0144	52.	0,1326	0,0663
22.	0,6301	0,3150	53.	0,0205	0,0102
24.	0,4602	0,2301	54.	0,9460	0,4730
25.	0,0317	0,0158	55.	0,0424	0,0212
26.	0,8926	0,4463	56.	0,1735	0,0867
28.	0,1354	0,0677	57.	0,0831	0,0416
29.	0,0105	0,0052	58.	0,2160	0,1080
30.	0,0127	0,0064	59.	0,0433	0,0217
33.	0,2068	0,1034	60.	0,0432	0,0216
34.	0,1089	0,0545			

Zdroj: vlastní zpracování

Studentův T-test je nejčastěji používaným parametrickým testem - používá se pro testování rozdílu 2 středních hodnot μ . Podle statistické významnosti testovaného rozdílu středních hodnot (nejčastěji mezi pokusnou a kontrolní skupinou) usuzujeme na účinnost aplikovaného pokusného zásahu ve sledovaném experimentu. Z dat lze

pozorovat výsledky oboustranného a jednostranného T-testu u jednotlivých probandů. Jednostranný u všech probandů nabýval nižších hodnot v porovnání s oboustranným T-testem. Jednostranný T-test nabýval hodnot od 0,0039 (proband č. 10) po 0,4730 (proband č. 54). Hodnoty oboustranného T-testu dosahovaly od 0,0079 (proband č. 10) do 0,9460 (proband č. 54) s průměrem 0,1705. Vyšší hodnoty T-testu lze pozorovat u 8 probandů (č. 3, 18, 20, 22, 24, 26, 35 a 54). Výsledný T-test pro všechny probandy vyšel na hodnotu $t = 4,47558E-27$.

Graf 7: Porovnávní T-test všech probandů



Zdroj: vlastní zpracování

1.1.8 Porovnání Pearsonův korelační koeficient

Porovnání průměrných mediánových hodnot TF u jednotlivých probandů je znázorněno v tabulce níže (Tabulka 11).

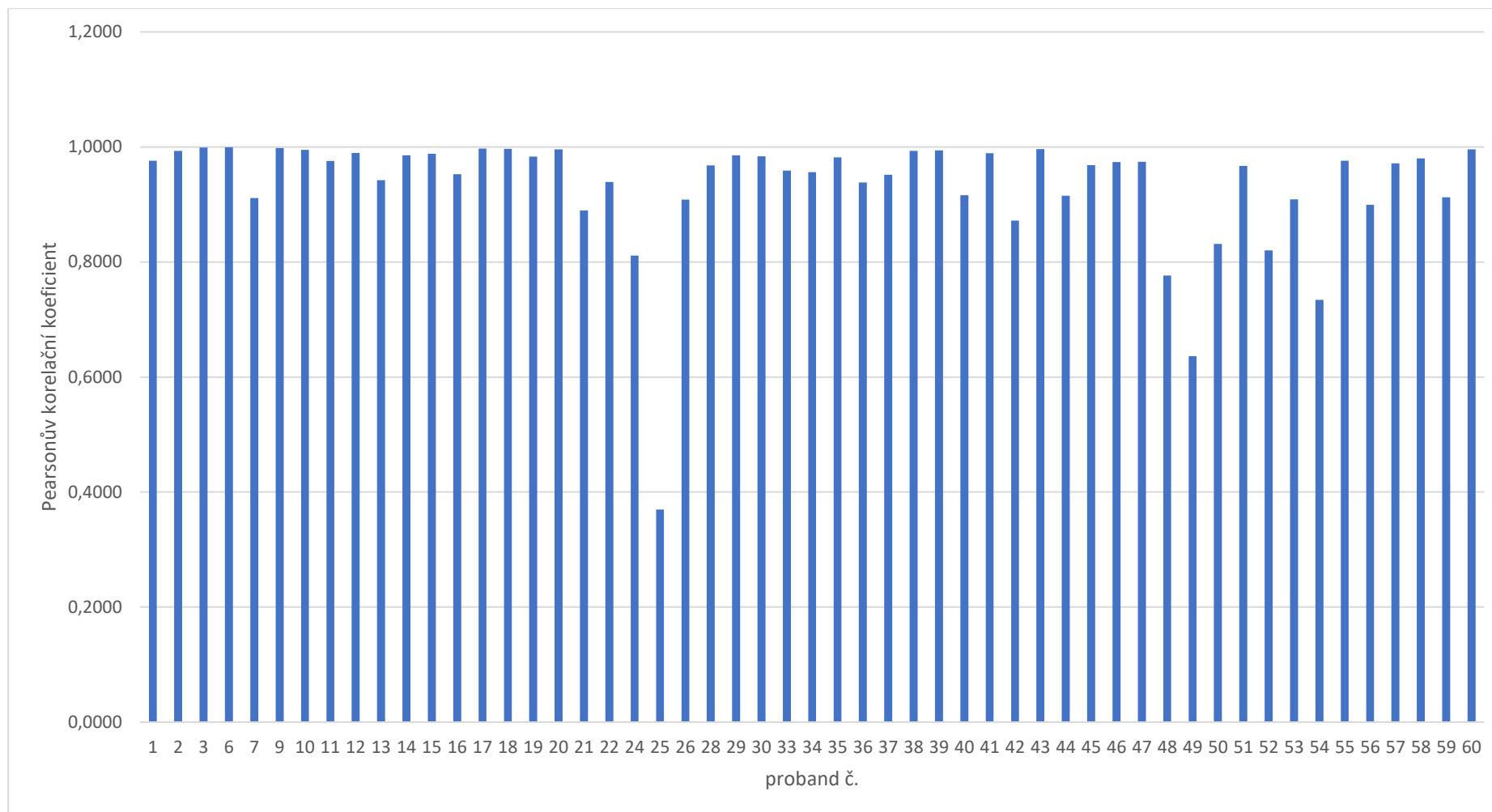
Tabulka 11: Porovnání Pearsonův korelační koeficient

Proband č.	Pearsonův korelační koeficient	Proband č.	Pearsonův korelační koeficient
1	0,9759	35	0,9820
2	0,9934	36	0,9384
3	0,9989	37	0,9518
6	0,9993	38	0,9931
7	0,9113	39	0,9942
9	0,9981	40	0,9162
10	0,9948	41	0,9892
11	0,9755	42	0,8720
12	0,9895	43	0,9962
13	0,9425	44	0,9152
14	0,9854	45	0,9684
15	0,9884	46	0,9739
16	0,9528	47	0,9743
17	0,9971	48	0,7764
18	0,9970	49	0,6363
19	0,9833	50	0,8312
20	0,9958	51	0,9670
21	0,8895	52	0,8201
22	0,9392	53	0,9088
24	0,8113	54	0,7339
25	0,3697	55	0,9759
26	0,9087	56	0,8993
28	0,9677	57	0,9716
29	0,9856	58	0,9802
30	0,9835	59	0,9125
33	0,9591	60	0,9957
34	0,9560		

Zdroj: vlastní zpracování

Pearsonův korelační koeficient je statistický ukazatel síly lineárního vztahu mezi párovými daty. Hodnoty koeficientu u všech probandů kromě probanda č. 25 ($r = 0,3697$), 48 ($r = 0,7764$), 49 ($r = 0,6363$) a 54 ($r = 0,7339$) dosahovaly velmi vysokých hodnot blížících se 1 signalizující pozitivní korelaci mezi proměnnými. Výsledný Pearsonův korelační koeficient pro všechny probandy vyšel 0,888.

Graf 8: Porovnání Pearsonův korelační koeficient



Zdroj: vlastní zpracování

6 DISKUZE

V praktické části práce byla porovnávána tepová frekvence získaná ze zařízení Cortex Metalyzer 3B a chytrých hodinek Fitbit. Úkolem bylo ověřit využitelnost náramku Fitbit pro monitorování pohybových aktivit u dětí předškolního věku. Stupňovaný běžecký test byl realizován u celkem 53 probandů. Výsledky byly převedeny do programu MS Excel, kde byly statisticky zpracovány do podoby přehledných a shrnujících tabulek a grafů. Z každé fáze běžeckého testu byly zjištěny průměrné hodnoty TF změřené Cortexem a Fitbitem. Dále byl vypočítán celkový průměr TF, T-test a Pearsonův korelační koeficient. K veškerým hodnotám byla také kalkulována směrodatná odchylka. Jako příklad zpracování získaných dat od jednotlivých probandů posloužili 2 testované osoby. Dále bylo pracováno se souhrnnými daty od všech probandů. Takto bylo vyhodnoceno porovnání napříč probandy, porovnání jednotlivých fází běžeckého testu od lehu před během přes chůzi/běh o rychlosti 3 km/h, 6 km/h, 8 km/h a 9 km/h až po leh po běhu, stejně jako porovnání celkového průměru, porovnání směrodatné odchylky u celkového průměru, T-testu a Pearsonova korelačního koeficientu. Druhou část vyhodnocení tvořily absolutní rozdíly v naměřených hodnotách TF z obou zařízení, kde bylo sledováno, u kolika probandů byl kladný a záporný rozdíl.

Z analýzy vyplynuly následující závěry. TF naměřená zařízením Cortex nabývala vyšších hodnot v porovnání s chytrými hodinkami Fitbit. Nejmenší rozdíly v naměřených hodnotách TF byly evidovány v případě nulové počáteční a konečné zátěže, tedy leh před během a leh po běhu. S rostoucí zátěží se zvyšovaly také rozdíly v naměřených hodnotách TF. Také minimální a maximální hodnoty TF pocházející z obou zařízení vykazovaly malé rozdíly. Zjištěné skutečnosti vypovídají o větších předpokladech zařízení Cortex k poskytování vyšších hodnot a jakožto zlatého standardu také k přesnějším výsledkům. Oproti tomu chytré hodinky Fitbit jsou schopné přesného měření v případě nižší TF. Nyní se podíváme, k jakým výsledkům a závěrům dospěly podobně zaměřené studie.

Nepodařilo dohledat žádnou studii, která by porovnávala hodnoty TF zařízením Cortex a Fitbit. Spolehlivost chytrých hodinek Fitbit je však předmětem celé řady jinak zaměřených studií. Tak např. Nazari a kol. (2019) porovnávaly spolehlivost chytrých hodinek Fitbit Charge Heart Rate (Charge HR) pro srdeční frekvenci, ušlé kroky a energetický výdej se zařízením Zephyr BioHarness (ZB) pro srdeční frekvenci a Fitbit

One pro ušlé kroky a energetický výdej. Pro svou studii průřezového měření přijali 60 účastníků za využití metody snowball. Měření byla zaznamenávána každých 30 sekund. Z jejich závěrů vyplývá, že proměnná srdeční frekvence Charge HR prokázala vynikající spolehlivost mezi přístroji ve srovnání se ZB a poskytla dobrou úroveň shody. Provedené kroky a proměnné energetického výdeje vykazovaly vynikající míru spolehlivosti mezi Charge HR a Fitbit One.

Prozkoumat přesnost a citlivost běžného sledovacího zařízení nošeného na zápěstí při měření srdeční frekvence a detekci 1minutových záchvatů střední až intenzivní fyzické aktivity za podmínek volného života si dali za cíl Gorny a kol. (2017). Ve své studii rekrutovali 10 zdravých dobrovolníků z velké univerzity v Singapuru, aby se zúčastnili omezeného terénního testu, po kterém následoval měsíc nepřetržitého sběru dat. Během testu v terénu měl každý účastník na sobě jeden sledovač aktivity Fitbit Charge HR a jeden monitor srdečního tepu Polar H6. Fitbit měření byla zpřístupněna v 1-minutových intervalech, zatímco hodnoty Polar byly dostupné v 10-sekundových intervalech. U jednotlivých účastníků odvodili korelační koeficienty porovnáním odhadů srdeční frekvence. Použili omezení zóny srdeční frekvence Centra pro kontrolu a prevenci nemocí, aby zjistili citlivost a specifičnost Fitbitu při identifikaci 1minutových epoch spadajících do zóny srdeční frekvence střední až intenzivní fyzické aktivity (MVPA). Z výsledků vyplynulo, že celkový korelační koeficient při srovnání 1minutových měření Fitbit s průměrnými 10 s měřeními Polar H6 pro stejnou epochu byla 0,83 (95% CI 0,63-0,91). V průměru podhodnotil Fitbit tracker měření srdeční frekvence o -5,96 bpm (standardní chyba, SE=0,18). V zóně nízké intenzity srdeční frekvence bylo podhodnocení menší na -4,22 bpm (SE=0,15). Toto podhodnocení vzrostlo na -16,2 bpm (SE=0,74) v zóně srdeční frekvence MVPA. Zařízení Fitbit správně detekovala 52,9 % (192/363) epoch tepové frekvence MVPA. Pozitivní a negativní prediktivní hodnoty byly 86,1 % (192/223) a 92,52 % (2115/2286). Během následujícího 1 měsíce nepřetržitého sběru dat (270 osob) bylo možné pouze 3,9 % 1minutových epoch kategorizovat jako MVPA podle zón srdeční frekvence. Toto opatření bylo ovlivněno klesající dobou opotřebení a přilnavostí po dobu sledování. Autoři studie dospěli k závěru, že v podmínkách volného života jsou sledovače Fitbit ovlivněny významnými systematickými chybami.

Výkonem komerčního vícesenzorového nositelného zařízení (Fitbit Charge HR) při měření fyzické aktivity a spánku u zdravých dětí se zabývali Godino a kol. (2020).

Účelem jejich studie bylo pokusit se posoudit výkon Fitbit Charge HR, spotřebitelského multisenzorového sledovače aktivity, k měření fyzické aktivity a spánku u dětí. 59 zdravých chlapců a dívek ve věku 9–11 let nosilo Fitbit Charge HR. Přesnost měření fyzické aktivity byla hodnocena ve srovnání s měřeními na úrovni výzkumu, která byla přijata během kombinace 14 standardizovaných laboratorních a terénních hodnocení sezení a stacionárního kola, chůze na běžeckém pásu nebo jogging, chůze po schodech, chůze venku a cvičení agility. Přesnost měření spánku byla hodnocena ve vztahu k polysomnografii (PSG) u 26 chlapců a dívek během nočního záznamu PSG bez dozoru doma. Primární analýzy zahrnovaly posouzení shody (biasů) mezi měřeními pomocí Bland-Altmanovy metody a analýzy epoch-by-epoch (EBE) na bázi minut po minutě. Fitbit Charge HR podcenil kroky (~11,8 kroků za minutu), srdeční frekvenci (~3,58 bpm) a metabolické ekvivalenty (~0,55 METs za minutu) a nadhodnocoval energetický výdej (~0,34 kcal za minutu) ve srovnání s měřeními na úrovni výzkumu ($p < 0,05$). Přístroj vykázal celkovou přesnost 84,8 % pro klasifikaci střední a intenzivní fyzické aktivity (MVPA) a sedavé a lehké fyzické aktivity (SLPA) (citlivost MVPA: 85,4 %; specifická SLPA: 83,1 %). Průměrné odhady zkreslení pro měření celkové doby spánku, probuzení po začátku spánku a srdeční frekvence během spánku byly 14 minut, 9 minut a 1,06 tepů za minutu, v tomto pořadí, s 95,8% senzitivitou při klasifikaci spánku a 56,3% specifivitou při klasifikaci epoch bdění. Autoři ve své studii dospěli k závěru, že Fitbit Charge HR měl adekvátní citlivost při klasifikaci střední a intenzivní fyzické aktivity a spánku, ale měl omezení v detekci bdění a byl přesnější v detekci srdeční frekvence během spánku než během cvičení u zdravých dětí. Své úvahy uzavírají tvrzení, že k pochopení potenciálních problémů a omezení těchto spotřebitelských zařízení je zapotřebí dalšího výzkumu.

Pro naplnění vytyčeného cíle práce byly stanoveny tyto dvě následující výzkumné otázky.

Výzkumná otázka č. 1:

Bude hodnota odhadované tepové frekvence získaná z Fitbitu výrazně odlišná ve srovnání s tepovou frekvencí získanou z Cortexu?

Výzkumná otázka č. 2:

Jak silný vztah je mezi hodnotami tepové frekvence získané z Fitbitu a Cortexu?

V práci jsou uvažovány následující dvě hypotézy, které se prostřednictvím studie pokusím potvrdit, resp. vyvrátit a jejichž prostřednictvím současně zodpovím výzkumné otázky.

Hypotéza č. 1:

Předpokládáme, že tepová frekvence stupňovaného běžeckého testu získaná z Fitbitu bude významně nižší ve srovnání s tepovou frekvencí stupňovaného běžeckého testu z Cortexu.

Průměrný T-test s hodnotou $t = 4,47558E-27$ ukazuje na slabý vztah mezi proměnnými, čímž se hypotéza č. 1 předpokládající významnou odlišnost naměřených tepových frekvencí potvrzuje.

Hypotéza č. 2:

Předpokládáme, že výsledky tepové frekvence z Fitbitu a Cortexu spolu nebudou významně korelovat s hodnotou 0,6.

Pro výsledky tepové frekvence získané z Fitbitu a Cortexu byl vypočítán Pearsonův korelační koeficient s hodnotou 0,8883, což vypovídá o tom, že data spolu velmi silně korelují. Hypotéza č. 2 se proto vyvrací.

7 ZÁVĚR

Tato práce se zabývala mírou konkordance mezi tepovou frekvencí naměřenou z Fitbitu a Cortexu při stupňovaném aerobním běžeckém testu u dětí předškolního věku pohybových aktivit u dětí předškolního věku. Cílem této práce bylo srovnat výstupy získané produktem Fitbit se zlatým standardem pro určování intenzity i objemu pohybového zatížení, mobilním analyzátozem plynu, který vyhodnocuje spolu se srdeční frekvencí energetickou náročnost požadované pohybové aktivity v stupňovaném běžeckém testu neboli zjistit míru odlišnosti tepové frekvence získané Fitbitem a Cortexem při stupňovaném běžeckém testu u dětí předškolního věku. Hlavní úkol práce tkvěl v ověření využitelnosti náramku Fitbit pro monitoring pohybové aktivity u dětí předškolního věku.

Práci tvořily dvě části – teoretická a výzkumná. Z teoretické části zpracované metodou literární rešerše vyplynuly následující závěry. Pohybová aktivita je tělesný pohyb projevující se svalovou kontrakcí, zvyšující energetický výdej nad klidovou úroveň a tvořící mezi 15-40 % celkového energetického výdeje. V životě člověka představuje základní fyziologickou potřebu. Existují různá doporučení pro pohybové aktivity pro různé věkové kategorie, přičemž děti předškolního věku se nachází na pomezí dvou doporučujících kategorií. Determinanty pohybové aktivity v předškolním věku jsou biologické, psychické a sociální, popř. environmentální. K hodnocení pohybových aktivit u dětí v předškolním věku lze využít nejrůznějších metod, subjektivních a objektivních. Závěrečná podkapitola teoretické části práce specifikovala energetický výdej u dětí.

Výzkumnou část tvořilo vlastní výzkumné šetření spočívající v komparaci a statistické analýze dat získaných ze zařízení Cortex a chytrých hodinek Fitbit ve stupňovaném běžeckém testu u dětí předškolního věku. Zjištěné výsledky hovoří ve prospěch zařízení Cortex coby zlatého standardu pro měření pohybové aktivity. Chytré hodinky Fitbit mají tendenci v porovnání s přístrojem Cortex vykazovat nižší hodnoty tepové frekvence a jsou přesnější především v nižších hodnotách. Navzdory nepatrné nepřesnosti je lze považovat za dobře využitelné při monitorování pohybové aktivity u dětí předškolního věku zejména díky bezesporné výhodě snadného použití.

Jako každá jiná studie má i tato určitá omezení. Limity této práce spočívají především v platnosti výsledků pro mateřskou školu, ve které bylo měření provedeno.

Na výsledky této práce je možné navázat dalšími výzkumy. Kromě spolehlivosti Fitbitu při monitorování pohybových aktivit u dětí předškolního věku by mohlo být zajímavé zjišťovat a porovnávat dostatečnost pohybových aktivit u předškolních dětí při nepřetržitém nošení fitbitu během určitého období běžného života. Neméně zajímavé se jeví zjistit motivaci předškoláků k pohybovým aktivitám např. prostřednictvím hloubkových individuálních rozhovorů či pozorování.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BALÁŠ, Jiří. *Fyziologické aspekty výkonu ve sportovním lezení*. Druhé vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2022. ISBN 978-80-246-5220-7, s. 118.
2. BEDNÁŘOVÁ, Jiřina a Vlasta ŠMARDOVÁ. *Diagnostika dítěte předškolního věku: co by dítě mělo umět ve věku od 3 do 6 let*. Ilustroval Richard ŠMARDA. Brno: Computer Press, 2022. Moderní metodika pro rodiče a učitele. ISBN 978-80-266-1804 1, s. 41.
3. BIZOVSKÁ, Lucia, Miroslav JANURA, Marcela MÍKOVÁ a Zdeněk SVOBODA. *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. ISBN 978-80-244-5259-3, s. 75.
4. BYTEŠNÍKOVÁ, Ilona. *Komunikace dětí předškolního věku*. Praha: Grada, 2012. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-3008-0, s. 142, 143, 146.
5. Coros. *COROS VERTIX 2: GPS Adventure Watch* [online]. 2024 [cit. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.coros.com/vertex2>
6. CORTEX. *EXTENDING LIMITS: The company CORTEX Biophysik GmbH* [online]. 2022 [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: <https://cortex-medical.com/EN/Company-en.htm>
7. Cortex. *MetaMax 3B* [online]. 2024 [cit. 2024-05-01]. Dostupné z: <https://cortex-medical.com/EN/METAMAX-3B-en.htm>
8. Cortex. *MetaMax® 3B MOBILE SPIROERGOMETRY SYSTEM* [online]. 2017 [cit. 2024-03-03] Dostupné z: https://cortex-medical.com/media/userfiles/Broschueren/2017/METAMAX%203B_ENGLISH_web.pdf
9. CUBEREK, Roman. *Výzkum orientovaný na pohybovou aktivitu: metodologické ukotvení*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2019. ISBN 978-80-244-5597-6, s. 26.
10. DERŇÁROVÁ, Ľubica. *Potřeby dítěte s diabetes mellitus*. Praha: Grada Publishing, 2021. Sestra (Grada). ISBN 978-80-271-2076-5, s. 33.

11. DVOŘÁKOVÁ, H. *Pohybem a hrou rozvíjíme osobnost dítěte: [tělesná výchova ve vzdělávacím programu mateřské školy]*. Vyd. 2., aktualiz. Praha: Portál, 2011. ISBN 978-80-7367-819-7.
12. Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze. *Testujeme chytré hodinky* [online]. 2021 [cit. 2024-03-08]. Dostupné z: <https://www.fbmi.cvut.cz/cs/verejnost/fotogalerie/testujeme-chytre-hodinky>
13. FIALOVÁ, Ludmila. *Vzdělávací oblast Člověk a zdraví v současné škole*. Praha: Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2885-1, s. 101, 102.
14. Garmin. *Tactix® 7 PRO Solar Sapphire Ballistics* [online]. 2024 [cit. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.garmin.com/cs-CZ/p/802901>
15. GÁBA, Aleš. Univerzita Palackého v Olomouci: Fakulta tělesné kultury. *Národní zpráva o pohybové aktivitě českých dětí a mládeže 2018* [online]. Olomouc: Active Healthy Kids Global Alliance, 2018 [cit. 2024-04-16]. Dostupné z: <https://www.activehealthykids.org/wp-content/uploads/2018/11/czech-republic-report-card-long-form-2018.pdf>
16. Gorny AW, Liew SJ, Tan CS, Müller-Riemenschneider F. Fitbit Charge HR Wireless Heart Rate Monitor: Validation Study Conducted Under Free-Living Conditions. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2017 Oct 20;5(10):e157. doi: 10.2196/mhealth.8233. PMID: 29055881; PMCID: PMC5670315.
17. Godino JG, Wing D, de Zambotti M, Baker FC, Bagot K, Inkelis S, et al. (2020) Performance of a commercial multi-sensor wearable (Fitbit Charge HR) in measuring physical activity and sleep in healthy children. *PLoS ONE* 15(9): e0237719. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237719>
18. GREGER, David, Jaroslava SIMONOVÁ a Jana STRAKOVÁ, ed. *Spravedlivý start?: nerovné šance v předškolním vzdělávání a při přechodu na základní školu*. V Praze: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2015. ISBN 978-80-7290-861-5, s. 10.
19. HABERL, Ralph. *EKG do kapsy*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4192-5, s. 32

20. HAMPLOVÁ, Lidmila. *Veřejné zdravotnictví a výchova ke zdraví: pro střední zdravotnické školy*. Praha: Grada Publishing, 2020. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-5562-5, s. 32, 34.
21. HEJNOVÁ, Jindra. Státní zdravotní ústav: 3. lékařská fakulta, odd. tělovýchovného lékařství. *Pohybová aktivita* [online]. 2022 [cit. 2024-05-05]. Dostupné z: https://szu.cz/uploads/documents/czsp/Legislativa/pohybova_20aktivita.pdf?highlightWords=postup+pro+odb%C4%9Br.
22. JANOŠKOVÁ, Hana, Hana ŠERÁKOVÁ a Vladislav MUŽÍK. Fakulta informatiky Masarykovy univerzity. *Zdravotně preventivní pohybové aktivity: Úloha pohybu v životě člověka* [online]. Brno, 2019 [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/js19/pohybove_aktivity/web/pages/1-uloha-pohybu-v-zivote-cloveka.html
23. JUCOVIČOVÁ, Drahomíra a Hana ŽÁČKOVÁ. *Je naše dítě zralé na vstup do školy?*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4750-7, s. 24.
24. KRIŠTOFIČ, Jaroslav. *Pohybová příprava dětí*. Praha: Grada, 2006. Děti a sport. ISBN 80-247-1636-4, s. 12.
25. KUKLA, Lubomír. *Sociální a preventivní pediatrie v současném pojetí*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-3874-1, s. 68.
26. KUSYN, Michal. [Pohybazdravi.cz](https://pohybazdravi.cz). *Vliv pohybové aktivity na lidský organismus III – Pohybový systém* [online]. 2020 [cit. 2024-04-19]. Dostupné z: <https://pohybazdravi.cz/vliv-pohybove-aktivity-na-lidsky-organismus-iii-pohybovy-system/>
27. LABUSOVÁ, Eva. [Evalabusova.cz](http://www.evalabusova.cz): Rodina, vztahy, péče o duši. *Předškolní věk* [online]. 2023 [cit. 2024-05-21]. Dostupné z: <http://www.evalabusova.cz/vyvoj/predskolni.php>
28. MĚKOTA, K., CUBEREK, R. *Pohybové dovednosti – činnosti – výkony*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1728-8.
29. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. *Rámcový vzdělávací program pro předškolní vzdělávání* [online]. Praha, 2021 [cit. 2024-04-14]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/file/56051/>

30. MLÝNKOVÁ, Jana. *Pečovatelství: učebnice pro obor sociální činnost. 2., doplněné vydání*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0131-3, s. 228, 229.
31. NÁRODNÍ ZDRAVOTNICKÝ INFORMAČNÍ PORTÁL: NZIP. *Cílová srdeční frekvence*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/5647>. [cit. 2024-03-02].
32. NÁRODNÍ ZDRAVOTNICKÝ INFORMAČNÍ PORTÁL: NZIP. *Karvonenova metoda*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/5646>. [cit. 2024-04-02].
33. NÁRODNÍ ZDRAVOTNICKÝ INFORMAČNÍ PORTÁL: NZIP. *Klidová srdeční frekvence*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/5649>. [cit. 2024-04-02].
34. NÁRODNÍ ZDRAVOTNICKÝ INFORMAČNÍ PORTÁL: NZIP. *Maximální srdeční frekvence*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/5648>. [cit. 2024-05-02].
35. NÁRODNÍ ZDRAVOTNICKÝ INFORMAČNÍ PORTÁL: NZIP. *Rezervní srdeční frekvence*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/5650>. [cit. 2024-06-02].
36. NÁRODNÍ ZDRAVOTNICKÝ INFORMAČNÍ PORTÁL: NZIP. *Srdeční frekvence*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/907>. [cit. 2024-06-02].
37. NÁRODNÍ ZDRAVOTNICKÝ INFORMAČNÍ PORTÁL: NZIP. *Tepová frekvence*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/rejstrikovy-pojem/5643>. [cit. 2024-06-02].
38. Nazari G, MacDermid JC, Sinden KE, Richardson J, Tang A. Inter-Instrument Reliability and Agreement of Fitbit Charge Measurements of Heart Rate and Activity at Rest, during the Modified Canadian Aerobic Fitness Test, and in Recovery. *Physiother Can.* 2019 Summer;71(3):197-206. doi: 10.3138/ptc.2018-25. PMID: 31719715; PMCID: PMC6830424.

39. NEULS, Filip a Karel FRÖMEL. *Pohybová aktivita a sportovní preference adolescentek*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2016. ISBN 978-80-244-5090-2, s. 7, 8, 46, 82, 83, 85, 87-89.
40. NOVÁKOVÁ, Iva. *Zdravotní nauka: učebnice pro obor sociální činnost*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3709-6, s. 47.
41. NPI: Národní pedagogický institut: Metodický portál RVP PV. *Charakteristika psychiky dítěte předškolního věku* [online]. 2017 [cit. 2024-05-11]. Dostupné z: <https://digifolio.rvp.cz/view/view.php?id=12939>
42. PANGRAZI, Robert P., Aaron BEIGHLE a Cara L. SIDMAN. *Pedometer Power: Using Pedometers in School and Community*. 2. Human Kinetics, 2021. ISBN 978-0-7360-6272-5, oddíl 3.
43. PASTUCHA, Dalibor. *Pohyb v terapii a prevenci dětské obezity*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-4065-2, s.44, 45.
44. PŘÍHODA, V. *Ontogeneze lidské psychiky*, 1.díl. 4. vydání. Praha: SPN, 1964.
45. SEKOT, Aleš. *Pohybové aktivity pohledem sociologie*. Brno: Masarykova univerzita, 2015. ISBN 978-80-210-7918-2, s. 119, 120.
46. SEKOT, Aleš. *Rodiče a sport dětí: rodičovské výchovné styly jako motivační faktor sportování dětí a mládeže*. Brno: Masarykova univerzita, 2019. ISBN 978-80-210-9292-1, s. 49.
47. SIGMUNDOVÁ, Dagmar a Erik SIGMUND. *Trendy v pohybovém chování českých dětí a adolescentů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4839-8, s. 19..
48. ŠKORPIL, Miloš. *Běžecská bible Miloše Škorpila*. Praha: Mladá fronta, 2019. ISBN 978-80-204-5533-8, s. 26, 27, 28.
49. ŠTRAUCHOVÁ, Lucie. *Zjistěte, jaký je váš srdeční tep*. Online. 2014. Dostupné z: <https://www.mojemedicina.cz/pruvodce-pacienta/zivotni-styl/mobilni-aplikace-pro-zdravi/zjistete-jaky-je-vas-srdecni-tep-1.html>. [cit. 2024-07-02].
50. ŠVAMBERK ŠAUEROVÁ, Markéta. *Techniky osobnostního rozvoje a duševní hygieny učitele*. Praha: Grada, 2018. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-271-0470-3, s.79.

51. VILIKUS, Zdeněk. *Výživa sportovců a sportovní výkon*. 2. vydání. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-3152-3, s. 88.
52. WELK, Gregory J. *Physical Activity Assessments for Health-related Research*. Iowa, USA: Human Kinetics, 2002. ISBN 978-0-7360-3748-9, s. 127.
53. WHO: World Health Organisation. *Physical activity* [online]. 2022 [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
54. ZAHRADNÍK, David a KORVAS, Pavel. *Základy sportovního tréninku*. Online. 2012. Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-5/06.html>. [cit. 2024-07-02].
55. Fitbit. *Sense 2* [online]. 2022 [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://www.fitbit.com/global/eu/products/smartwatches/sense2?sku=521BKGB>
56. Fitbit. *Who We Are* [online]. 2022 [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://staticcs.fitbit.com/about>
57. Fitbit.com. *Charge HR First Steps* [online]. 2024 [cit. 2024-05-01]. Dostupné z: <https://www.fitbit.com/cz/c/chargehr/chargehr-101>
58. Apple. *Apple Watch Ultra* [online]. 2024 [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: <https://www.apple.com/cz/shop/buy-watch/apple-watch-ultra/49mm-mobiln%C3%AD-data-titan-%C4%8Dern%C3%A1-%C5%A1ed%C3%A1-trail-loop-m-l>
59. Elektron. *Elektron HR 2.2 - Space - White rubber* [online]. 2024 [cit. 2024-03-25]. Dostupné z: https://sequentworld.com/en-fr/products/elektron-hr-2-2-space-white-rubber?_pos=1&_sid=cd48d4f3c&_ss=r

SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

Graf 1: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u probanda č. 1	46
Graf 2: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u probanda č. 46	48
Graf 3: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u všech probandů.....	50
Graf 4: Rozložení výsledku celkového průměru tepové frekvence u všech probandů.....	53
Graf 5: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit celkový průměr TF	55
Graf 6: Porovnání směrodatné odchylky u celkového průměru tepové frekvence.....	57
Graf 7: Porovnávní t-test všech probandů	60
Graf 8: Porovnání Pearsonův korelační koeficient.....	62
PGraf 9: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u všech probandů pro leh před ...	81
PGraf 10: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u všech probandů při rychlosti 3 km/h.....	83
PGraf 11: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u všech probandů pro rychlost 6 km/h.....	85
PGraf 12: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u všech probandů pro rychlost 8 km/h.....	88
PGraf 13: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u všech probandů u rychlosti 9 km/h	90
PGraf 14: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u všech probandů pro leh po běhu	92
PGraf 15: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit - leh před během.....	94
PGraf 16: Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit - 3 km/h.....	96
PGraf 17: Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit - 6 km/h.....	98
PGraf 18: Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit - 8 km/h.....	100
PGraf 19: Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit - 9 km/h.....	102
PGraf 20: Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit - leh po běhu	104

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Příklad nárůstu srdeční frekvence u vrcholových a začínajících sportovců	30
Obrázek 2: Vztah mezi maximální srdeční frekvencí a věkem	31
Obrázek 3: Fitbit smartwatch Sense 2	36
Obrázek 4: Fitbit Charge HR	37
Obrázek 5: CORTEX MetaMax 3B	38

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1: Přehled metod používaných k hodnocení pohybové aktivity	23
Tabulka 2: Normální hodnoty srdeční frekvence u dětí	32
Tabulka 3: Seznam probandů a přehled měření.....	43
Tabulka 4: Výsledky tepové frekvence u probanda č. 1	45
Tabulka 5: Výsledky tepové frekvence u probanda č. 46.....	47
Tabulka 6: Výsledky tepové frekvence u všech probandů	49
Tabulka 7: Porovnání průměrné tepové frekvence u jednotlivých probandů pro celkový průměr.....	51
Tabulka 8: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit celkový průměr TF.....	54
Tabulka 9: Porovnání směrodatné odchylky u celkového průměru	56
Tabulka 10: Porovnávní t-test všech probandů.....	58
Tabulka 11: Porovnání Pearsonův korelační koeficient	61
PTabulka 12: Porovnání průměrné tepové frekvence u jednotlivých probandů v lehu před během.....	79
PTabulka 13: Porovnání průměrné tepové frekvence u jednotlivých probandů pro rychlost 3 km/h	82
PTabulka 14: Porovnání průměrné tepové frekvence u jednotlivých probandů pro rychlost 6 km/h	84
PTabulka 15: Porovnání průměrné tepové frekvence u jednotlivých probandů pro rychlosti 8 km/h	86
PTabulka 16: Porovnání průměrné tepové frekvence u jednotlivých probandů pro rychlost 9 km/h	89
PTabulka 17 Porovnání průměrné tepové frekvence u jednotlivých probandů pro leh po běhu.....	91
PTabulka 18: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit - leh před během	93
PTabulka 19: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit - 3 km/h.....	95
PTabulka 20: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit - 6 km/h.....	97
PTabulka 21: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit - 8 km/h.....	99
PTabulka 22: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit - 9 km/h.....	101
PTabulka 23: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit - leh po běhu	103

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA Č.1	79
Porovnání průměrné TF pro lehu před během	79
Porovnání průměrné TF při rychlosti 3 km/h.....	82
Porovnání průměrné TF při rychlosti 6 km/h.....	84
Porovnání průměrné TF při rychlosti 8 km/h.....	86
Porovnání průměrné TF při rychlosti 9 km/h.....	89
Porovnání průměrné TF pro leh po běhu	91
Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit pro leh před během	93
Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit pro 3 km/h.....	95
Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit pro 6 km/h.....	97
Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit pro 8 km/h.....	99
Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit pro 9 km/h.....	101
Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit pro leh po běhu	103

PŘÍLOHA Č.1

Porovnání průměrné TF pro lehu před během

Porovnání průměrné TF u jednotlivých probandů u lehu před zachycuje následující tabulka (PTabulka 12).

PTabulka 12: Porovnání průměrné tepové frekvence u jednotlivých probandů v lehu před během

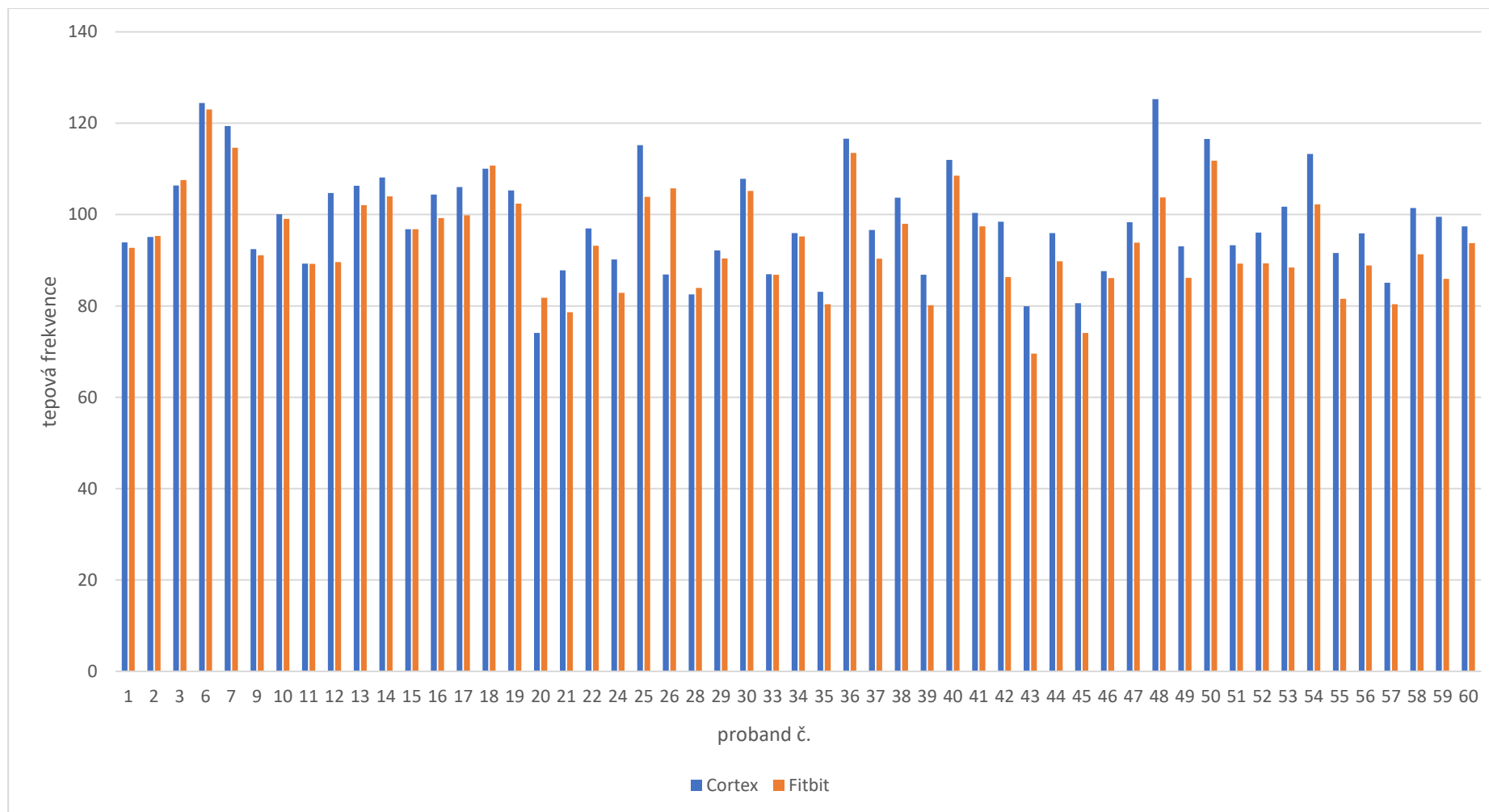
Proband č.	Cortex	Fitbit	σ	Proband č.	Cortex	Fitbit	σ
1	94	93	0,5820	35	83	80	1,3556
2	95	95	0,1059	36	117	114	1,5616
3	106	108	0,5858	37	97	90	3,1280
6	124	123	0,7183	38	104	98	2,8631
7	119	115	2,3634	39	87	80	3,3460
9	92	91	0,7017	40	112	109	1,7240
10	100	99	0,5106	41	100	97	1,4758
11	89	89	0,0405	42	98	86	6,0504
12	105	90	7,5396	43	80	70	5,1791
13	106	102	2,1024	44	96	90	3,0883
14	108	104	2,0695	45	81	74	3,2512
15	97	97	0,0123	46	88	86	0,7516
16	104	99	2,5771	47	98	94	2,2184
17	106	100	3,0855	48	125	104	10,7840
18	110	111	0,3416	49	93	86	3,4576
19	105	102	1,4422	50	117	112	2,3877
20	74	82	3,8418	51	93	89	2,0097
21	88	79	4,5687	52	96	89	3,3891
22	97	93	1,8961	53	102	88	6,6365
24	90	83	3,6606	54	113	102	5,5154
25	115	104	5,6464	55	92	82	5,0103
26	87	106	9,4124	56	96	89	3,5173
28	83	84	0,7101	57	85	80	2,3352
29	92	90	0,8703	58	101	91	5,0723
30	108	105	1,3449	59	100	86	6,7975
33	87	87	0,0379	60	97	94	1,8476
34	96	95	0,3630				

Zdroj: vlastní zpracování

Nulovou zátěž v podobě lehu před během zvládlo všech 53 probandů. TF napříč probandy změřená zařízením Cortex se pohybovala mezi 74 (proband č. 20) až 125 (proband č. 48), průměrná TF činila 99. U chytrých hodinek Fitbit se TF napříč probandy nacházela mezi 70 (proband č. 43) až 123 (proband č. 6), průměr odpovídal 94. Až na pět případů (proband č. 3, 18, 20, 26 a 28) byly hodnoty TF naměřené zařízením Cortex vyšší v porovnání s hodnotami z chytrých hodinek Fitbit. Nejmenší rozdíl

lze pozorovat u probanda č. 15 (směrodatná odchylka 0,0123), největší pak u probanda č. 48 (směrodatná odchylka 10,7840).

PGraf 9: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u všech probandů pro leh před



Zdroj: vlastní zpracování

Porovnání průměrné TF při rychlosti 3 km/h

Porovnání průměrné TF u jednotlivých probandů u rychlosti 3 km/h zachycuje následující tabulka (PPTabulka 13).

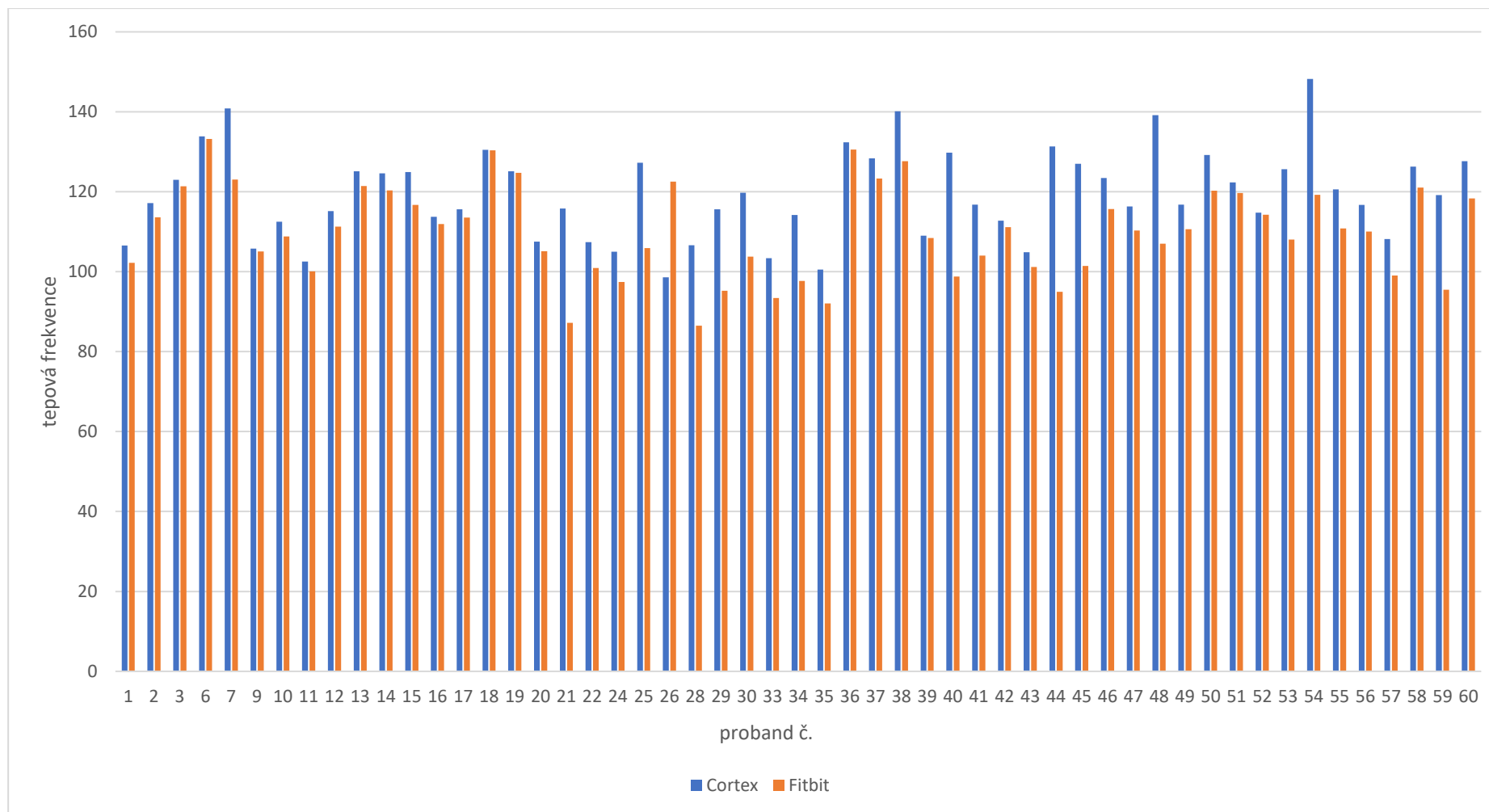
PTabulka 13: Porovnání průměrné tepové frekvence u jednotlivých probandů pro rychlost 3 km/h

Proband č.	Cortex	Fitbit	σ	Proband č.	Cortex	Fitbit	σ
1	107	102	2,1870	35	101	92	4,2184
2	117	114	1,7800	36	132	131	0,9357
3	123	121	0,8061	37	128	123	2,5209
6	134	133	0,3255	38	140	128	6,2481
7	141	123	8,9087	39	109	108	0,2898
9	106	105	0,3544	40	130	99	15,5045
10	113	109	1,8534	41	117	104	6,3675
11	103	100	1,2344	42	113	111	0,8008
12	115	111	1,9494	43	105	101	1,8421
13	125	121	1,8307	44	131	95	18,1788
14	125	120	2,1334	45	127	101	12,7792
15	125	117	4,1080	46	123	116	3,8793
16	114	112	0,8912	47	116	110	3,0053
17	116	114	1,0408	48	139	107	16,0773
18	130	130	0,0814	49	117	111	3,0703
19	125	125	0,1932	50	129	120	4,4660
20	107	105	1,1796	51	122	120	1,3106
21	116	87	14,3019	52	115	114	0,2563
22	107	101	3,2533	53	126	108	8,7944
24	105	97	3,7954	54	148	119	14,4740
25	127	106	10,6962	55	121	111	4,8720
26	99	123	11,9836	56	117	110	3,3115
28	107	87	10,0363	57	108	99	4,5429
29	116	95	10,1778	58	126	121	2,6017
30	120	104	7,9893	59	119	95	11,8356
33	103	93	4,9698	60	128	118	4,6646
34	114	98	8,2456				

Zdroj: vlastní zpracování

Malou zátěž při rychlosti 3 km/h absolvovalo všech 53 probandů. TF napříč probandy při této rychlosti pocházející z přístroje Cortex dosahovalo hodnot od 99 (proband č. 26) do 148 (proband č. 54), průměrná TF byla 119. Chytré hodinky Fitbit naměřily při rychlosti 3 km/h TF mezi 87 (proband č. 21) až 133 (proband č. 6), průměrně 110. Kromě jediného případu (proband č. 39) byly veškeré hodnoty TF změřené zařízením Cortex vyšší než z chytrých hodinek Fitbit. Nejmenší rozdíl ve změřených hodnotách byl zaznamenán u probanda č. 18 (směrodatná odchylka 0,0814), největší u probanda č. 44 (směrodatná odchylka 18,1788).

PGraf 10: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u všech probandů při rychlosti 3 km/h



Zdroj: vlastní zpracování

Porovnání průměrné TF při rychlosti 6 km/h

Porovnání průměrné TF u jednotlivých probandů u rychlosti 6 km/h zachycuje následující tabulka (PTabulka 14).

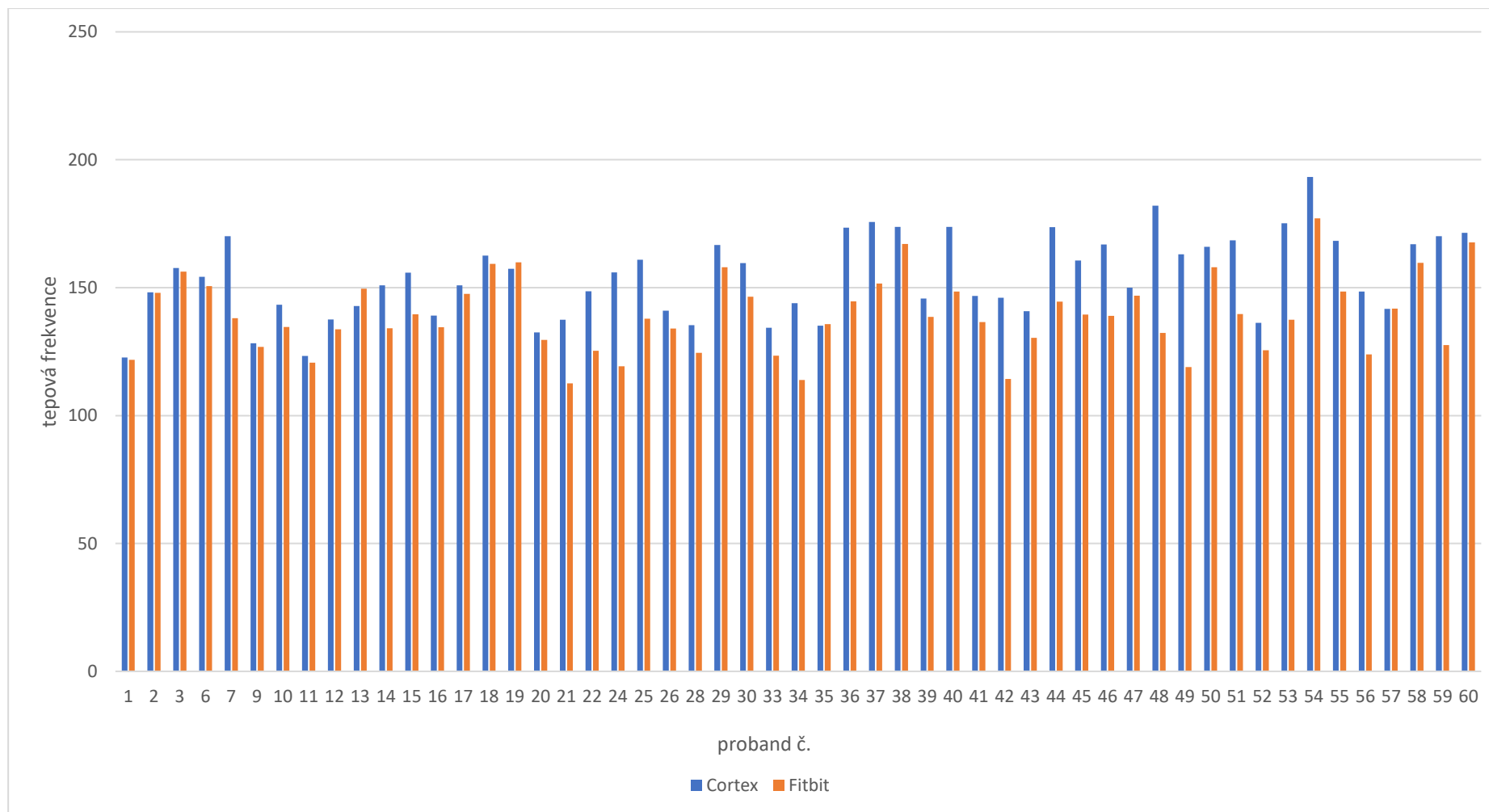
PTabulka 14: Porovnání průměrné tepové frekvence u jednotlivých probandů pro rychlost 6 km/h

Proband č.	Cortex	Fitbit	σ	Proband č.	Cortex	Fitbit	σ
1	123	122	0,4577	35	135	136	0,2871
2	148	148	0,1361	36	173	145	14,4280
3	158	156	0,7262	37	176	152	12,0222
6	154	151	1,8236	38	174	167	3,3438
7	170	138	16,0217	39	146	139	3,5547
9	128	127	0,6842	40	174	148	12,6330
10	143	135	4,3461	41	147	137	5,1059
11	123	121	1,2927	42	146	114	15,8413
12	138	134	1,9167	43	141	130	5,2060
13	143	150	3,3581	44	174	145	14,5378
14	151	134	8,3690	45	161	139	10,5982
15	156	140	8,1095	46	167	139	13,9486
16	139	135	2,2670	47	150	147	1,5626
17	151	148	1,6619	48	182	132	24,8715
18	162	159	1,5988	49	163	119	22,0000
19	157	160	1,2925	50	166	158	3,9633
20	133	130	1,5063	51	169	140	14,3988
21	137	113	12,4535	52	136	125	5,3765
22	149	125	11,5978	53	175	137	18,8482
24	156	119	18,3222	54	193	177	8,0897
25	161	138	11,5156	55	168	149	9,8822
26	141	134	3,4628	56	149	124	12,2785
28	135	124	5,4131	57	142	142	0,0554
29	167	158	4,3434	58	167	160	3,6419
30	160	146	6,5514	59	170	128	21,3053
33	134	123	5,4543	60	171	168	1,8486
34	144	114	15,0063				

Zdroj: vlastní zpracování

Zátěž v podobě 6 km/h stále ještě zvládlo všech 53 probandů. Při této rychlosti byly naměřeny zařízením Cortex u všech probandů TF nacházející se mezi 123 (proband č. 1) až 193 (proband č. 54) s průměrem 154. Hodnoty naměřené chytrými hodinkami Fitbit se pohybovaly mezi 113 (proband č. 21) až 177 (proband č. 54) s průměrem 139. V pouhých třech případech (proband č. 13, 19 a 35) chytré hodinky Fitbit naměřily vyšší hodnoty než zařízení Cortex. Nejmenší rozdíl v naměřených hodnotách se nachází u probanda č. 57 (směrodatná odchylka 0,0554) a největší u probanda č. 48 (směrodatná odchylka 24,8715).

PGraf 11: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u všech probandů pro rychlost 6 km/h



Zdroj: vlastní zpracování

Porovnání průměrné TF při rychlosti 8 km/h

Porovnání průměrné TF u jednotlivých probandů u rychlosti 8 km/h zachycuje následující tabulka (PPTabulka 15).

PTabulka 15: Porovnání průměrné tepové frekvence u jednotlivých probandů pro rychlosti 8 km/h

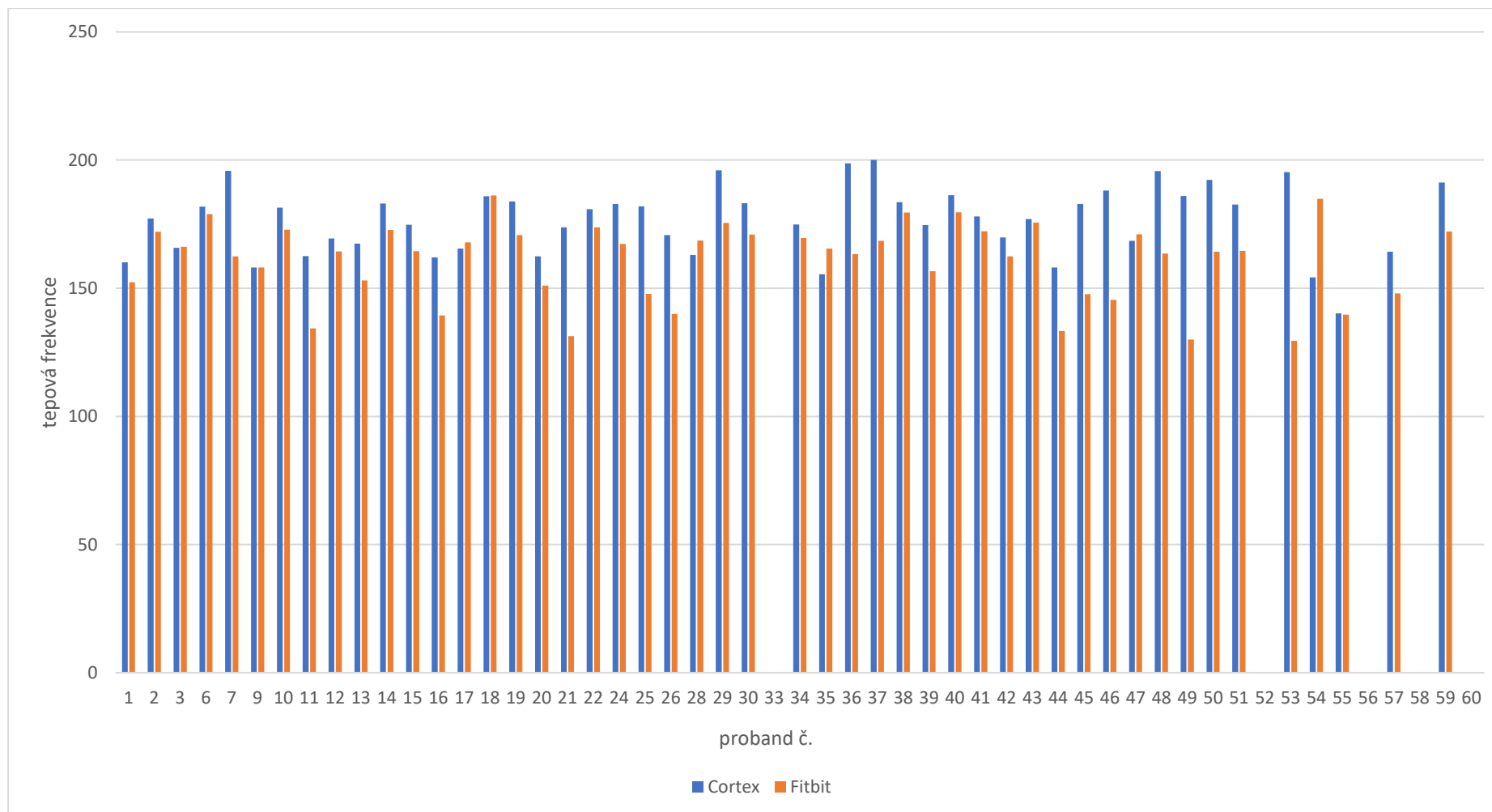
Proband č.	Cortex	Fitbit	σ	Proband č.	Cortex	Fitbit	σ
1	160	152	3,9013	35	155	165	4,9681
2	177	172	2,5791	36	199	163	17,6686
3	166	166	0,1989	37	200	169	15,7632
6	182	179	1,4545	38	184	179	2,0592
7	196	162	16,6905	39	175	157	9,0161
9	158	158	0,0029	40	186	180	3,3537
10	181	173	4,3186	41	178	172	2,8641
11	163	134	14,0999	42	170	162	3,6658
12	169	164	2,5609	43	177	176	0,7166
13	167	153	7,1774	44	158	133	12,3928
14	183	173	5,1454	45	183	148	17,5988
15	175	165	5,1382	46	188	145	21,3386
16	162	139	11,3266	47	168	171	1,2638
17	165	168	1,2180	48	196	164	16,0699
18	186	186	0,1404	49	186	130	28,0000
19	184	171	6,5655	50	192	164	13,9908
20	162	151	5,7181	51	183	165	9,0744
21	174	131	21,2388	52			
22	181	174	3,5184	53	195	130	32,9167
24	183	167	7,7491	54	154	185	15,2842
25	182	148	17,1224	55	140	140	0,2385
26	171	140	15,3740	56			
28	163	169	2,8497	57	164	148	8,1470
29	196	176	10,2423	58			
30	183	171	6,0853	59	191	172	9,5873
33				60			
34	175	170	2,6019				

Zdroj: vlastní zpracování

Zvětšující se zátěž v podobě 8 km/h byla pro některé probandy příliš, běhu v této rychlosti se tedy nezúčastnili probandi č. 33, 52, 56, 58 a 60. Hodnoty TF napříč probandy naměřené zařízením Cortex oscilovaly mezi 140 (proband č. 55) až 200 (proband č. 37) s průměrem 176. Chytré hodinky Fitbit naměřily TF pohybující se mezi 130 (proband č. 49) až 186 (proband č. 18) s průměrem 161. Kromě pěti případů (proband č. 17, 28, 35, 47 a 54) ve všech ostatních případech byly hodnoty naměřené zařízením Cortex vyšší než u chytrých hodinek Fitbit. Nejmenší rozdíl mezi naměřenými

hodnotami oběma přístroji lze pozorovat u probanda č. 9 (směrodatná odchylka 0,0029), největší u probanda č. 53 (směrodatná odchylka 32,9167).

PGraf 12: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u všech probandů pro rychlost 8 km/h



Zdroj: vlastní zpracování

Porovnání průměrné TF při rychlosti 9 km/h

Porovnání průměrné TF u jednotlivých probandů u rychlosti 9 km/h zachycuje následující tabulka (PTabulka 16).

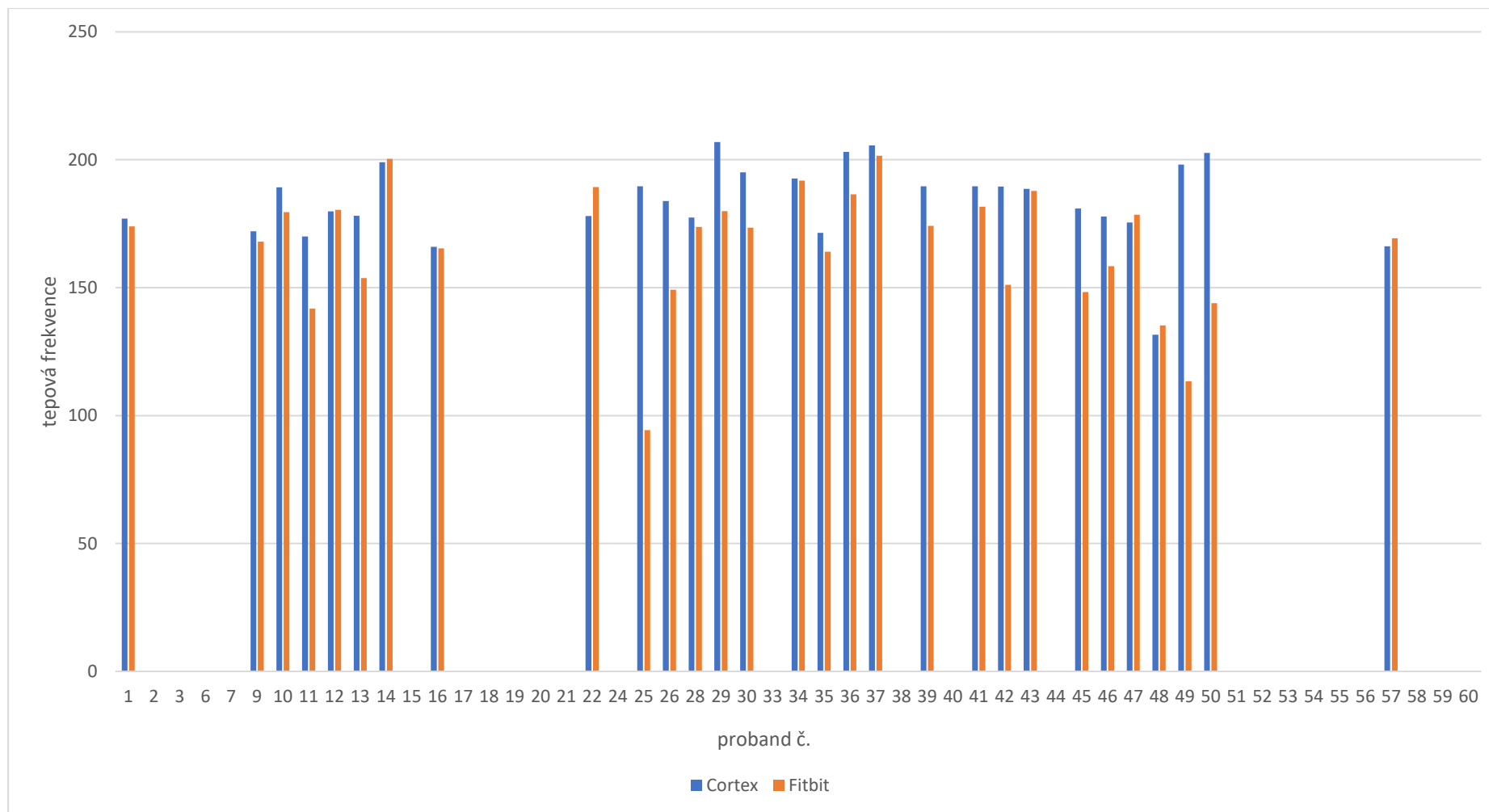
PTabulka 16: Porovnání průměrné tepové frekvence u jednotlivých probandů pro rychlost 9 km/h

Proband č.	Cortex	Fitbit	σ	Proband č.	Cortex	Fitbit	σ
1	177	174	1,7551	35	171	164	3,6746
2				36	203	187	8,2939
3				37	206	202	2,0146
6				38			
7				39	190	174	7,7296
9	172	168	2,1710	40			
10	189	180	4,8578	41	190	182	3,9687
11	170	142	14,1442	42	190	151	19,2284
12	180	180	0,3046	43	189	188	0,4013
13	178	154	12,1540	44			
14	199	200	0,6429	45	181	148	16,3321
15				46	178	158	10,0000
16	166	165	0,2677	47	175	179	1,5243
17				48	132	135	1,8132
18				49	198	113	42,5000
19				50	203	144	29,3594
20				51			
21				52			
22	178	189	5,6948	53			
24				54			
25	190	94	47,6852	55			
26	184	149	17,3702	56			
28	177	174	1,8302	57	166	169	1,5443
29	207	180	13,4912	58			
30	195	173	10,7909	59			
33				60			
34	193	192	0,4136				

Zdroj: vlastní zpracování

Největší zátěž z celého beep testu představovala rychlost 9 km/h, kterou dokončilo 29 probandů a nedokončilo 24 probandů. Zařízení Cortex naměřilo hodnoty TF u všech probandů mezi 132 (proband č. 48) až 207 (proband č. 29) s průměrem 184. Hodnoty TF pocházející z chytrých hodinek Fitbit se pohybovaly mezi 94 (proband č. 25) až 202 (proband č. 37) s průměrem 166. V pěti případech (proband č. 14, 22, 47, 48 a 57) naměřily chytré hodinky Fitbit vyšší hodnoty TF než zařízení Cortex. Nejmenší rozdíl mezi naměřenými hodnotami oběma přístroji lze pozorovat u probanda č. 16 (směrodatná odchylka 0,2677), největší u probanda č. 25 (směrodatná odchylka 47,6852).

PGraf 13: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u všech probandů u rychlosti 9 km/h



Zdroj: vlastní zpracování

Porovnání průměrné TF pro leh po běhu

Porovnání průměrné TF u jednotlivých probandů u rychlosti 9 km/h zachycuje následující tabulka (PPTabulka 17).

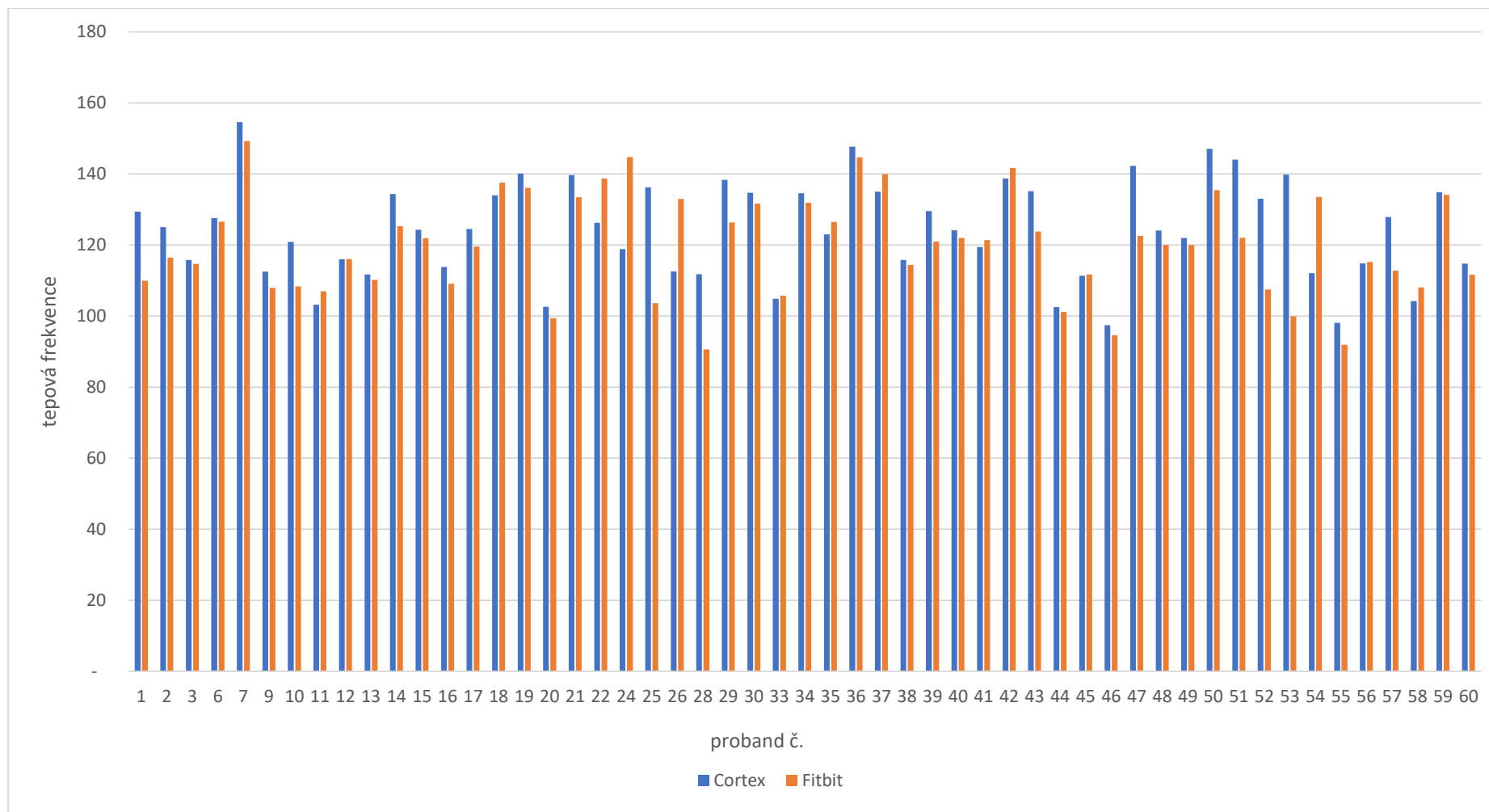
PTabulka 17 Porovnání průměrné tepové frekvence u jednotlivých probandů pro leh po běhu

Proband č.	Cortex	Fitbit	σ	Proband č.	Cortex	Fitbit	σ
1	129	110	9,7205	35	123	127	1,7738
2	125	116	4,3207	36	148	145	1,4942
3	116	115	0,5551	37	135	140	2,4807
6	128	127	0,5108	38	116	114	0,6862
7	155	149	2,6329	39	130	121	4,2868
9	112	108	2,2749	40	124	122	1,1003
10	121	108	6,2690	41	119	121	1,0071
11	103	107	1,8769	42	139	142	1,4823
12	116	116	0,0567	43	135	124	5,6564
13	112	110	0,7578	44	103	101	0,6955
14	134	125	4,5421	45	111	112	0,1930
15	124	122	1,2018	46	97	95	1,4281
16	114	109	2,3726	47	142	123	9,8971
17	125	120	2,4707	48	124	120	2,0469
18	134	138	1,7992	49	122	120	1,0000
19	140	136	2,0069	50	147	135	5,8412
20	103	99	1,6031	51	144	122	10,9789
21	140	133	3,0907	52	133	108	12,7488
22	126	139	6,2287	53	140	100	19,9410
24	119	145	12,9714	54	112	134	10,7347
25	136	104	16,3048	55	98	92	3,0955
26	113	133	10,1903	56	115	115	0,2023
28	112	91	10,5849	57	128	113	7,5446
29	138	126	6,0023	58	104	108	1,9010
30	135	132	1,5462	59	135	134	0,3857
33	105	106	0,4144	60	115	112	1,5428
34	135	132	1,3341				

Zdroj: vlastní zpracování

Poslední fáze beep testu, tedy lehu po běhu, se zúčastnilo opět všech 53 probandů. Hodnoty TF naměřené zařízením Cortex oscilovaly mezi 97 (proband č. 46) až 155 (proband č. 7) s průměrem 124. Chytré hodinky Fitbit naměřily hodnoty TF mezi 91 (proband č. 28) až 149 (proband č. 7) s průměrem 120. V celkem 13 případech (proband č. 11, 18, 22, 24, 26, 33, 35, 37, 41, 42, 45, 54 a 58) naměřily chytré hodinky Fitbit vyšší hodnoty TF než zařízení Cortex. Nejmenší rozdíl mezi naměřenými hodnotami oběma přístroji lze pozorovat u probanda č. 12 (směrodatná odchylka 0,0567), největší u probanda č. 53 (směrodatná odchylka 19,9410).

PGraf 14: Rozložení výsledku průměru tepové frekvence u všech probandů pro leh po běhu



Zdroj: vlastní zpracování

Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit pro leh před během

Rozdíly v naměřených hodnotách pocházející ze zařízení Cortex a Fitbit pro leh před během shrnuje další tabulka (PTabulka 18).

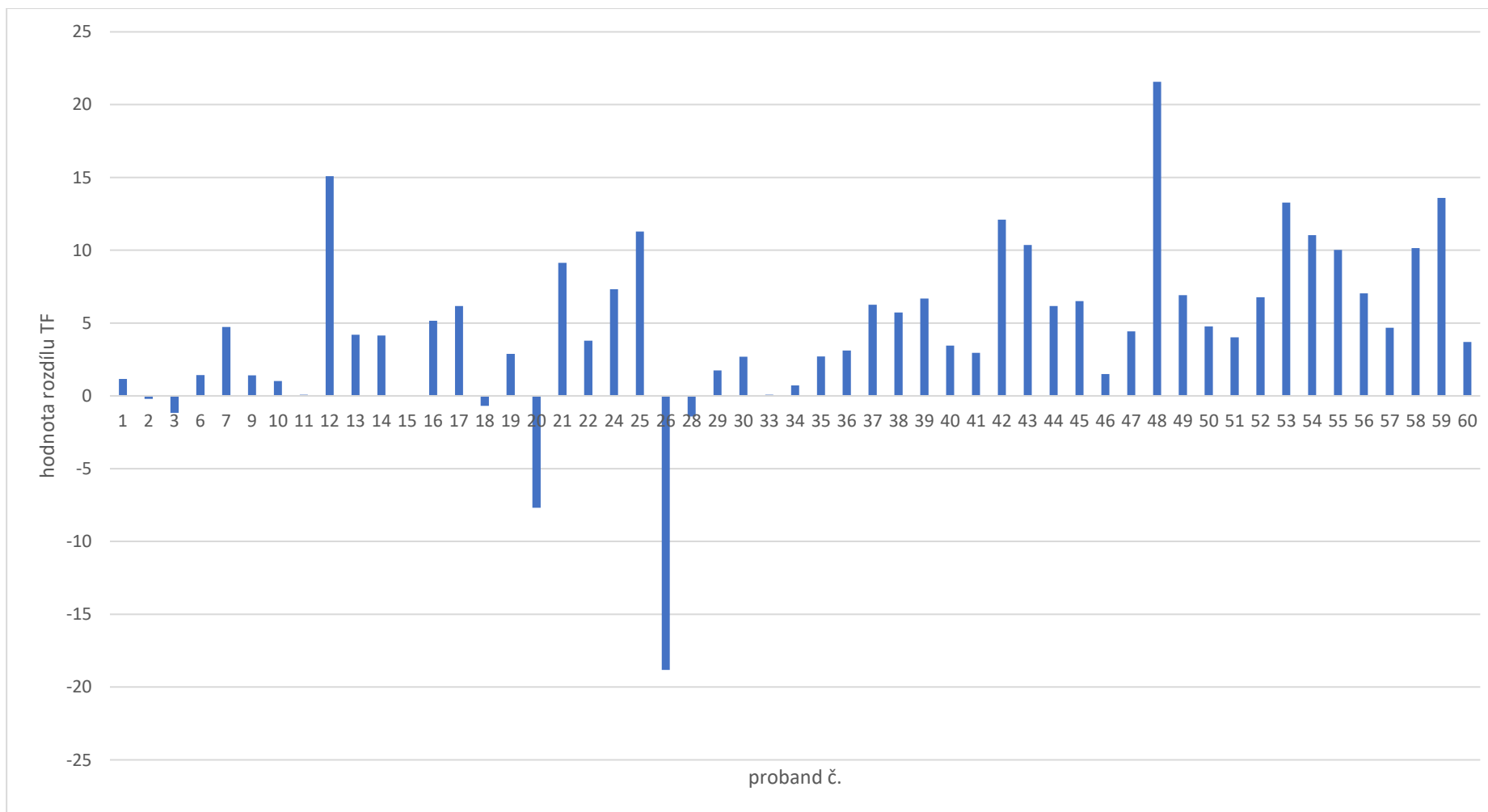
PTabulka 18: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit - leh před během

Proband č.	Cortex	Fitbit	Rozdíl	Proband č.	Cortex	Fitbit	Rozdíl
1	94	93	1	35	83	80	3
2	95	95	0	36	117	114	3
3	106	108	-1	37	97	90	6
6	124	123	1	38	104	98	6
7	119	115	5	39	87	80	7
9	92	91	1	40	112	109	3
10	100	99	1	41	100	97	3
11	89	89	0	42	98	86	12
12	105	90	15	43	80	70	10
13	106	102	4	44	96	90	6
14	108	104	4	45	81	74	7
15	97	97	0	46	88	86	2
16	104	99	5	47	98	94	4
17	106	100	6	48	125	104	22
18	110	111	-1	49	93	86	7
19	105	102	3	50	117	112	5
20	74	82	-8	51	93	89	4
21	88	79	9	52	96	89	7
22	97	93	4	53	102	88	13
24	90	83	7	54	113	102	11
25	115	104	11	55	92	82	10
26	87	106	-19	56	96	89	7
28	83	84	-1	57	85	80	5
29	92	90	2	58	101	91	10
30	108	105	3	59	100	86	14
33	87	87	0	60	97	94	4
34	96	95	1				

Zdroj: vlastní zpracování

Z dat v tabulce lze pozorovat, že u pěti probandů (č. 3, 18, 20, 26 a 28) chytré hodinky Fitbit naměřily vyšší hodnoty TF při lehu před během. Extrémní rozdíl v případě probanda č. 26 činil -19. V dalších čtyřech případech byl rozdíl nulový (proband č. 2, 11, 15 a 33). U zbývajících 44 probandů hodnoty TF pocházející ze zařízení Cortex dosahovaly vyšších hodnot.

PGraf 15: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit - leh před během



Zdroj: vlastní zpracování

Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit pro 3 km/h

Následující tabulka (PTabulka 19) přináší rozdíl mezi průměrnými hodnotami TF naměřenými Cortexem a Fitbitem pro chůzi o rychlosti 3 km/h.

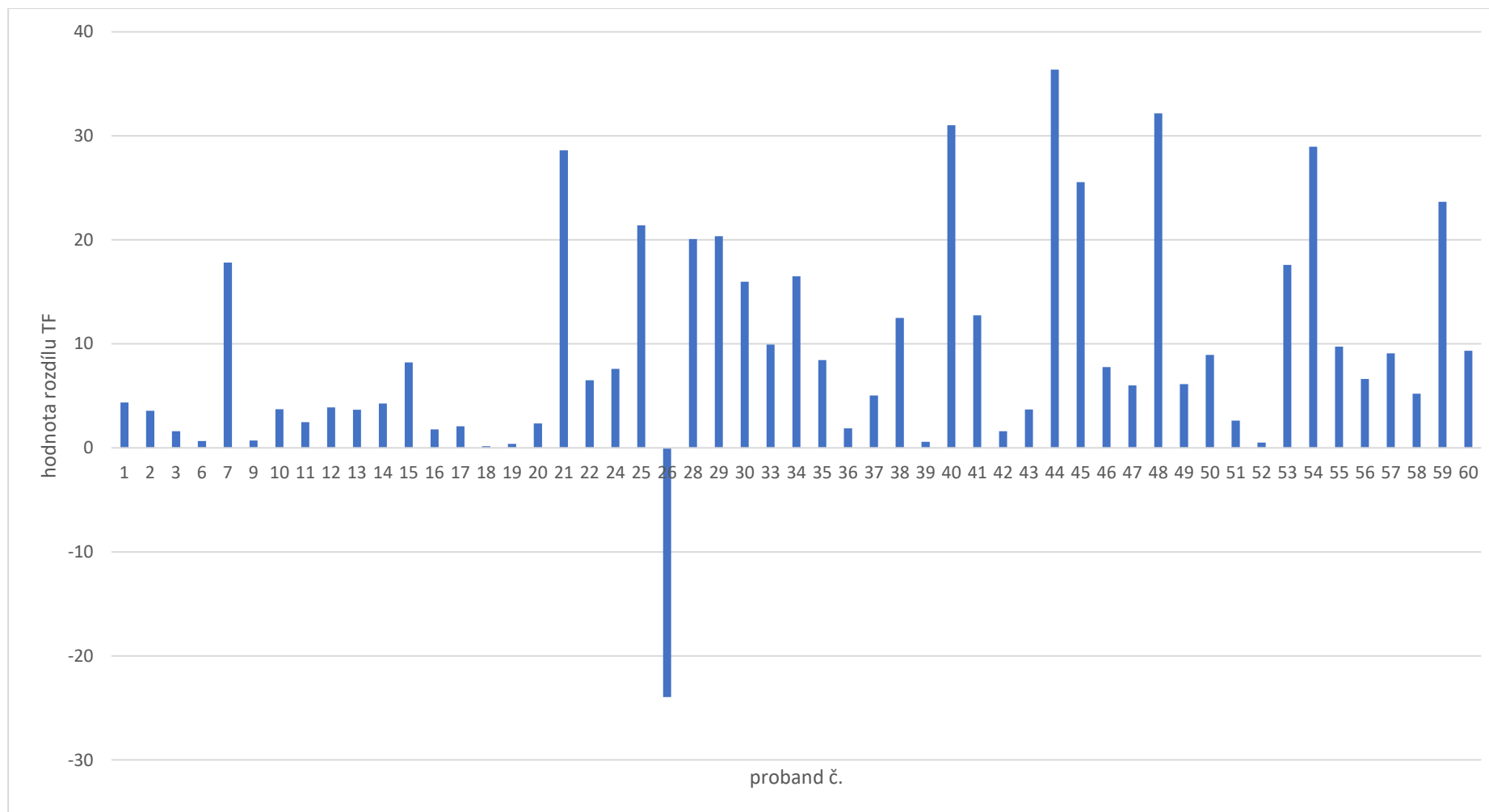
PTabulka 19: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit - 3 km/h

Proband č.	Cortex	Fitbit	Rozdíl	Proband č.	Cortex	Fitbit	Rozdíl
1	107	102	4	35	101	92	8
2	117	114	4	36	132	131	2
3	123	121	2	37	128	123	5
6	134	133	1	38	140	128	12
7	141	123	18	39	109	108	1
9	106	105	1	40	130	99	31
10	113	109	4	41	117	104	13
11	103	100	2	42	113	111	2
12	115	111	4	43	105	101	4
13	125	121	4	44	131	95	36
14	125	120	4	45	127	101	26
15	125	117	8	46	123	116	8
16	114	112	2	47	116	110	6
17	116	114	2	48	139	107	32
18	130	130	0	49	117	111	6
19	125	125	0	50	129	120	9
20	107	105	2	51	122	120	3
21	116	87	29	52	115	114	1
22	107	101	7	53	126	108	18
24	105	97	8	54	148	119	29
25	127	106	21	55	121	111	10
26	99	123	-24	56	117	110	7
28	107	87	20	57	108	99	9
29	116	95	20	58	126	121	5
30	120	104	16	59	119	95	24
33	103	93	10	60	128	118	9
34	114	98	16				

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky lze pozorovat, že pouze v jediném případě (proband č. 26) naměřily chytré hodinky Fitbit vyšší TF, čímž vznikl rozdíl ve výši -24 oproti Cortexu. U dvou probandů byl rozdíl nulový (proband č. 18, 19). U zbývajících 50 probandů hodnoty TF změřené Cortexem byly vždy vyšší.

PGraf 16: Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit - 3 km/h



Zdroj: vlastní zpracování

Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit pro 6 km/h

Rozdíly v naměřených hodnotách TF pocházejících ze zařízení Cortex a chytrých hodinek Fitbit při rychlochůzi o rychlosti 6 km/h zachycuje tabulka níže (PTabulka 20).

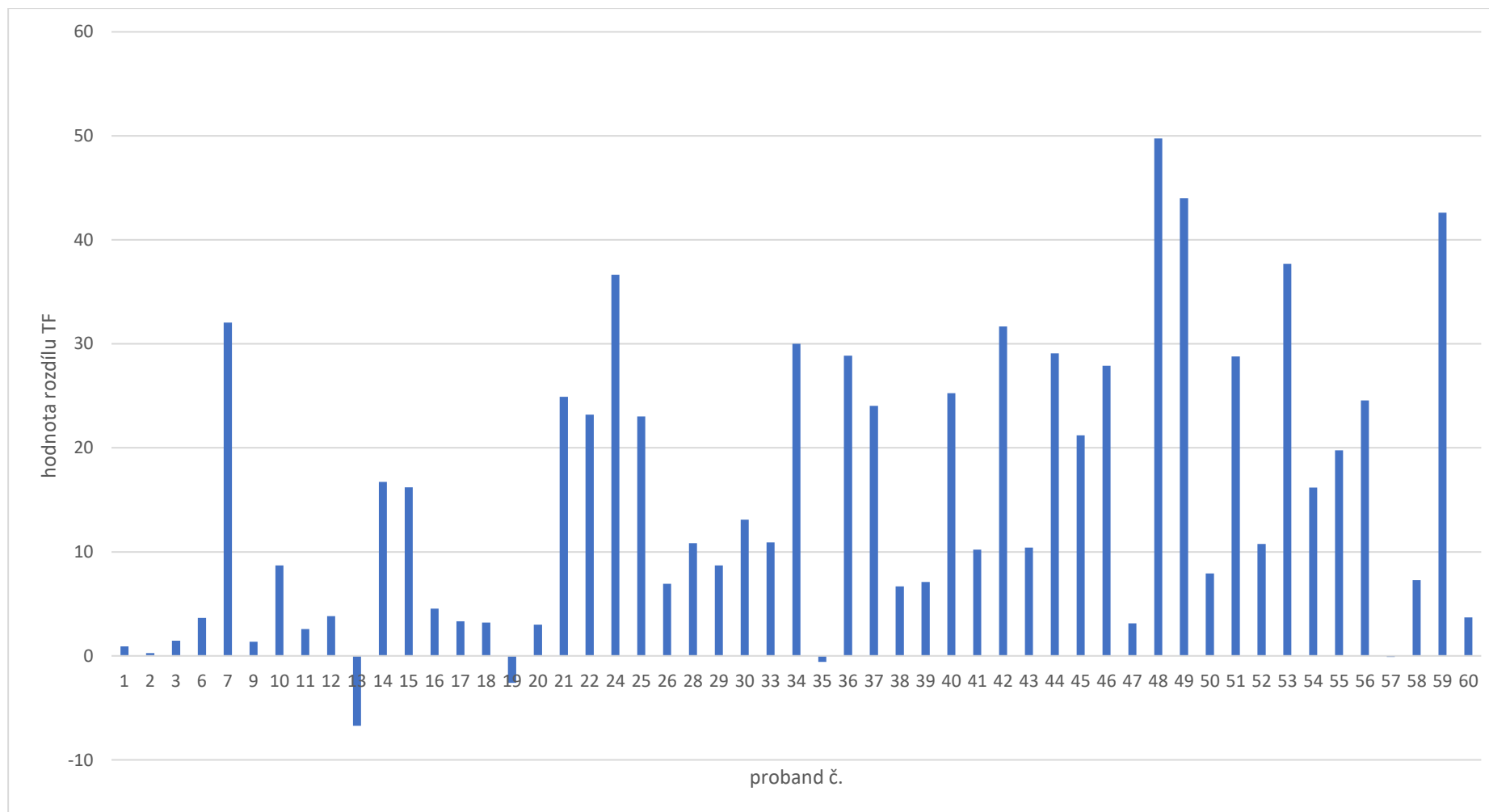
PTabulka 20: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit - 6 km/h

Proband č.	Cortex	Fitbit	Rozdíl	Proband č.	Cortex	Fitbit	Rozdíl
1	123	122	1	35	135	136	-1
2	148	148	0	36	173	145	29
3	158	156	1	37	176	152	24
6	154	151	4	38	174	167	7
7	170	138	32	39	146	139	7
9	128	127	1	40	174	148	25
10	143	135	9	41	147	137	10
11	123	121	3	42	146	114	32
12	138	134	4	43	141	130	10
13	143	150	-7	44	174	145	29
14	151	134	17	45	161	139	21
15	156	140	16	46	167	139	28
16	139	135	5	47	150	147	3
17	151	148	3	48	182	132	50
18	162	159	3	49	163	119	44
19	157	160	-3	50	166	158	8
20	133	130	3	51	169	140	29
21	137	113	25	52	136	125	11
22	149	125	23	53	175	137	38
24	156	119	37	54	193	177	16
25	161	138	23	55	168	149	20
26	141	134	7	56	149	124	25
28	135	124	11	57	142	142	0
29	167	158	9	58	167	160	7
30	160	146	13	59	170	128	43
33	134	123	11	60	171	168	4
34	144	114	30				

Zdroj: vlastní zpracování

Data v tabulce napovídají, že u třech probandů (č. 13, 19 a 35) chytré hodinky Fitbit naměřily při dané rychlosti vyšší hodnoty TF v porovnání se zařízením Cortex. Další dva probandi (č. 2 a 57) vykazují nulové rozdíly v hodnotách TF naměřených z obou přístrojů. Ve zbývajících 48 případech dosahovaly hodnoty TF pocházející z Cortexu vyšších hodnot.

PGraf 17: Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit - 6 km/h



Zdroj: vlastní zpracování

Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit pro 8 km/h

Nynější tabulka (PTabulka 21) zachycuje rozdíly v naměřených hodnotách TF z Cortexu a Fitbitu pro běh o rychlosti 8 km/h.

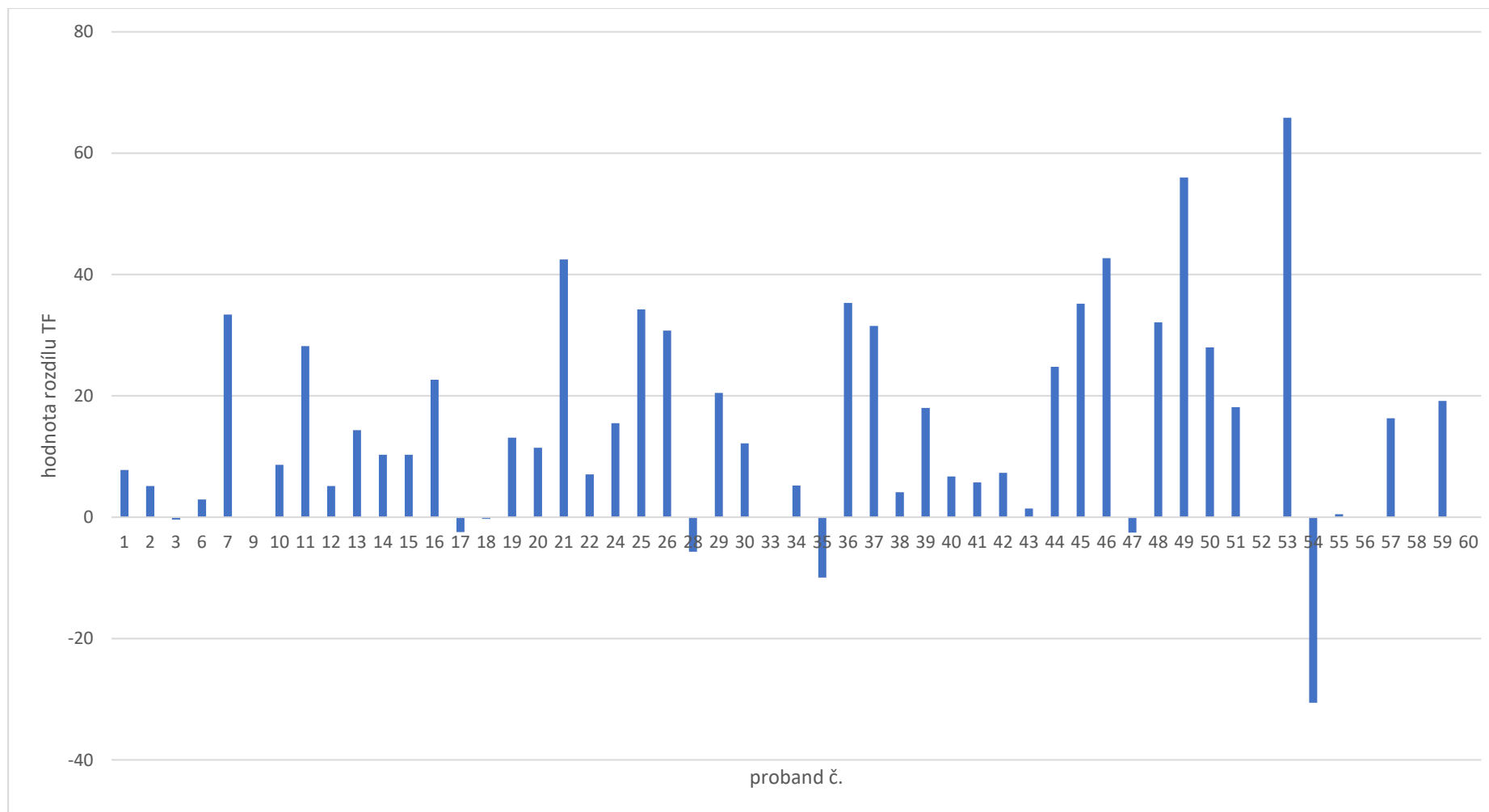
PTabulka 21: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit - 8 km/h

Proband č.	Cortex	Fitbit	Rozdíl	Proband č.	Cortex	Fitbit	Rozdíl
1	160	152	8	35	155	165	-10
2	177	172	5	36	199	163	35
3	166	166	0	37	200	169	32
6	182	179	3	38	184	179	4
7	196	162	33	39	175	157	18
9	158	158	0	40	186	180	7
10	181	173	9	41	178	172	6
11	163	134	28	42	170	162	7
12	169	164	5	43	177	176	1
13	167	153	14	44	158	133	25
14	183	173	10	45	183	148	35
15	175	165	10	46	188	145	43
16	162	139	23	47	168	171	-3
17	165	168	-2	48	196	164	32
18	186	186	0	49	186	130	56
19	184	171	13	50	192	164	28
20	162	151	11	51	183	165	18
21	174	131	42	52			
22	181	174	7	53	195	130	66
24	183	167	15	54	154	185	-31
25	182	148	34	55	140	140	0
26	171	140	31	56			
28	163	169	-6	57	164	148	16
29	196	176	20	58			
30	183	171	12	59	191	172	19
33				60			
34	175	170	5				

Zdroj: vlastní zpracování

Z údajů je pozorovatelné, že u 4 probandů (č. 17, 28, 35 a 54) změřily chytré hodinky u této rychlosti vyšší hodnoty TF oproti Cortexu. Další 4 případy (proband č. 3, 9, 18 a 55) byly bez rozdílu. U 5 probandů (č. 33, 52, 56, 58 a 60) měření neproběhlo. Zbývajících 40 probandů vykazovalo vyšší hodnoty TF naměřené přístrojem Cortex.

PGraf 18: Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit - 8 km/h



Zdroj: vlastní zpracování

Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit pro 9 km/h

Rozdíly v hodnotách TF pro předposlední fázi běžeckého testu pocházejících z Cortexu a chytrých hodinek přináší následující tabulka (PPTabulka 22).

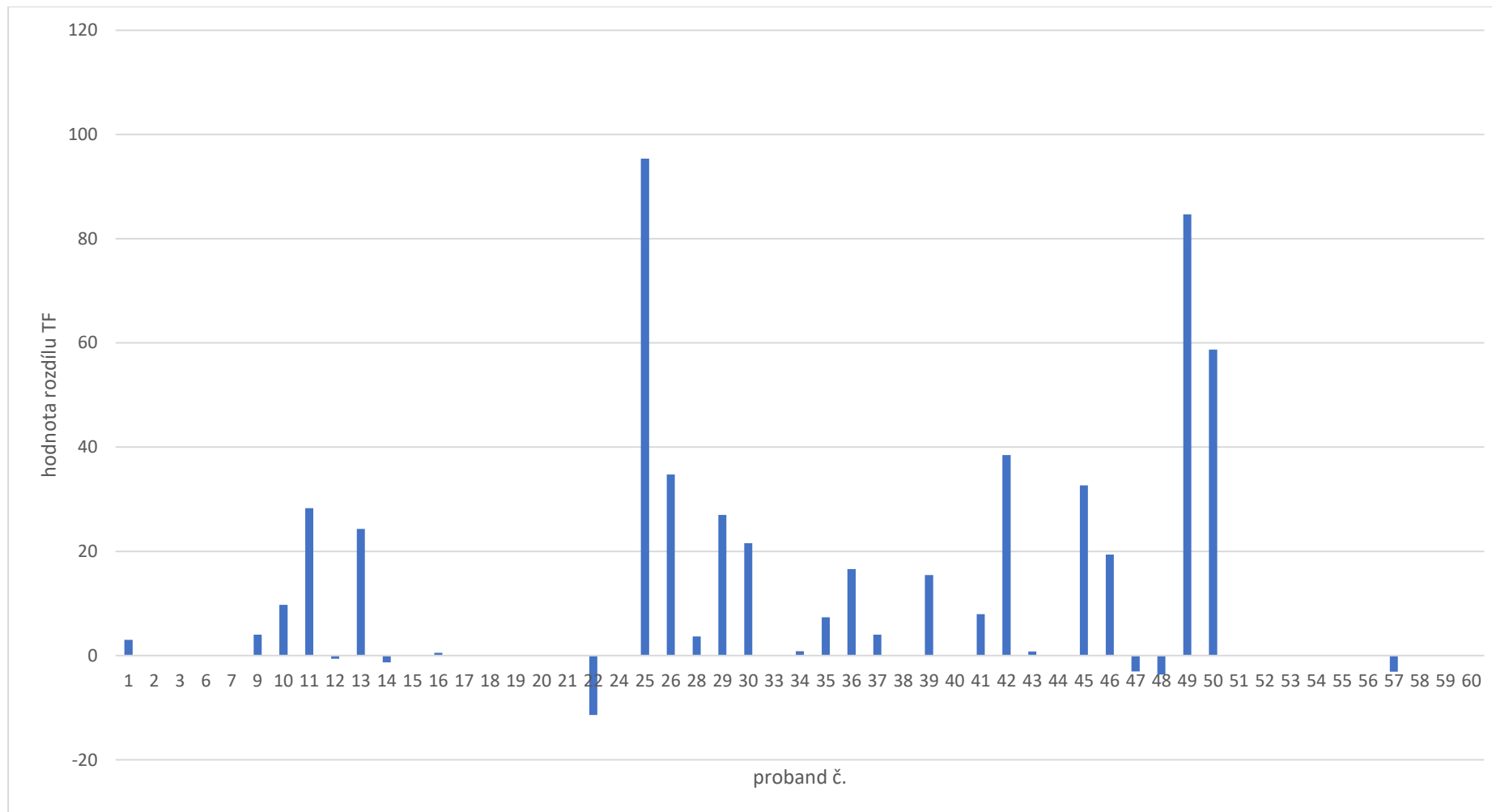
PTabulka 22: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit - 9 km/h

Proband č.	Cortex	Fitbit	Rozdíl	Proband č.	Cortex	Fitbit	Rozdíl
1	177	174	3	35	171	164	7
2				36	203	187	17
3				37	206	202	4
6				38			
7				39	190	174	15
9	172	168	4	40			
10	189	180	10	41	190	182	8
11	170	142	28	42	190	151	38
12	180	180	-1	43	189	188	1
13	178	154	24	44			
14	199	200	-1	45	181	148	33
15				46	178	158	19
16	166	165	1	47	175	179	-3
17				48	132	135	-4
18				49	198	113	85
19				50	203	144	59
20				51			
21				52			
22	178	189	-11	53			
24				54			
25	190	94	95	55			
26	184	149	35	56			
28	177	174	4	57	166	169	-3
29	207	180	27	58			
30	195	173	22	59			
33				60			
34	193	192	1				

Zdroj: vlastní zpracování

Jak je patrné z údajů v tabulce, u 6 probandů (č. 12, 14, 22, 47, 48 a 57) chytré hodinky Fitbit vykázaly vyšší hodnoty TF u nejvyšší testované rychlosti v porovnání s Cortexem. Nulový rozdíl nebyl zaznamenán u žádného probanda. Běh při této rychlosti nebyl zohledněn u 24 probandů. U zbývajících 23 probandů vykazovaly hodnoty TF naměřené Cortexem vyšší čísla než u Fitbitu.

PGraf 19: Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit - 9 km/h



Zdroj: vlastní zpracování

Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit pro leh po běhu

Poslední rozdíl mezi hodnotami TF z obou zařízení pro poslední fázi běžeckého testu – leh po běhu je přístupný v tabulce níže (PPTabulka 23).

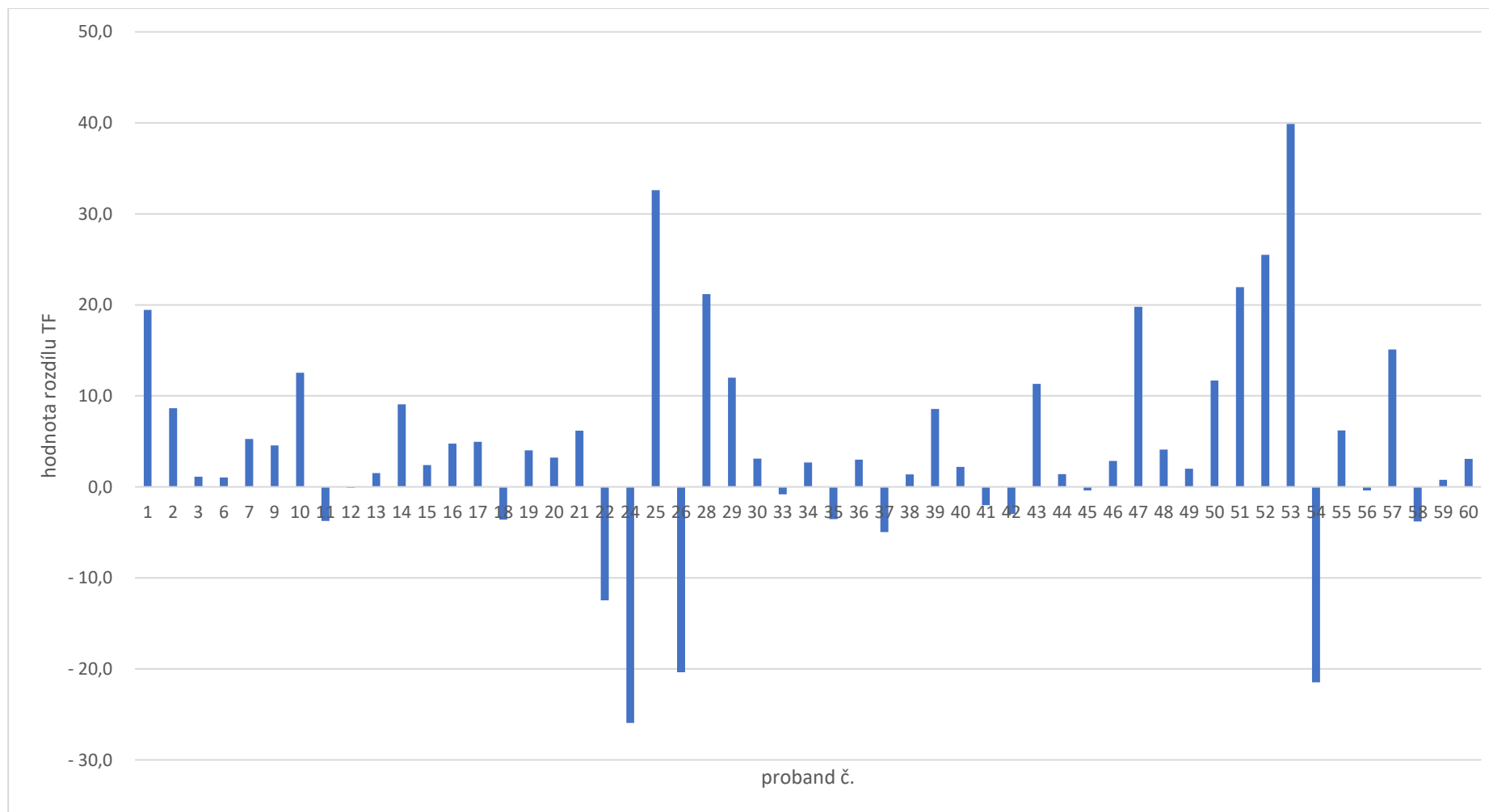
PTabulka 23: Rozdíl mezi Cortex a Fitbit - leh po běhu

Proband č.	Cortex	Fitbit	Rozdíl	Proband č.	Cortex	Fitbit	Rozdíl
1	129	110	19	35	123	127	-4
2	125	116	9	36	148	145	3
3	116	115	1	37	135	140	-5
6	128	127	1	38	116	114	1
7	155	149	5	39	130	121	9
9	112	108	5	40	124	122	2
10	121	108	13	41	119	121	-2
11	103	107	-4	42	139	142	-3
12	116	116	-0	43	135	124	11
13	112	110	2	44	103	101	1
14	134	125	9	45	111	112	-0
15	124	122	2	46	97	95	3
16	114	109	5	47	142	123	20
17	125	120	5	48	124	120	4
18	134	138	-4	49	122	120	2
19	140	136	4	50	147	135	12
20	103	99	3	51	144	122	22
21	140	133	6	52	133	108	25
22	126	139	-12	53	140	100	40
24	119	145	-26	54	112	134	-21
25	136	104	33	55	98	92	6
26	113	133	-20	56	115	115	-0
28	112	91	21	57	128	113	15
29	138	126	12	58	104	108	-4
30	135	132	3	59	135	134	1
33	105	106	-1	60	115	112	3
34	135	132	3				

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky jsou patrné velké rozdíly v naměřených hodnotách z obou přístrojů. U 15 z 53 probandů (č. 11, 12, 18, 22, 24, 26, 33, 35, 37, 41, 42, 45, 54, 56 a 58) byly chytrými hodinkami Fitbit změřeny vyšší hodnoty TF pro leh po běhu. Ve zbývajících 38 případech byly zaznamenány vyšší hodnoty TF změřené zařízením Cortex.

PGraf 20: Rozdíl TF mezi Cortex a Fitbit - leh po běhu



Zdroj: vlastní zpracování