

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



Fakulta
tělesné kultury

**POHYBOVÉ CHOVÁNÍ SENIORŮ VE VZTAHU K TĚLESNÉ
ZDATNOSTI, RIZIKU PÁDU A OBAVĚ Z PÁDU**

Disertační práce

Autor: Mgr. Jan Vindiš

Studijní program: Kinantropologie

Školitel: prof. Mgr. Jana Pelclová, Ph.D.

Olomouc 2024

Bibliografická identifikace

Jméno autora: Jan Vindiš

Název práce: Pohybové chování seniorů ve vztahu k tělesné zdatnosti, riziku pádu a obavě z pádu

Vedoucí práce: prof. Mgr. Jana Pelclová, Ph.D.

Pracoviště: Institut aktivního životního stylu

Rok obhajoby: 2024

Abstrakt:

Disertační práce se zaměřuje na komplexní 24hodinový monitoring pohybového chování seniorů. Hlavním cílem práce je popsat 24hodinové profily pohybového chování českých seniorů z hlediska jejich intenzity a postury a určit jejich vztah k tělesné zdatnosti, riziku pádu a obavě z pádu.

Výzkum z let 2020–2023 zahrnuje 322 seniorů v průměrném věku 71,8 let, z nichž 28 % bylo mužů a 72 % žen. 24hodinové pohybové chování bylo monitorováno sedm po sobě jdoucích dní s využitím tří akcelerometrů umístěných na zápěstí, stehnu a boku. Tělesná zdatnost byla testována pomocí krátké baterie pro testování tělesné zdatnosti seniorů (SPPB). Riziko pádu bylo hodnoceno na základě testu Timed Up and Go a obava z pádu byla identifikována prostřednictvím dotazníku Falls Efficacy Scale International. S využitím kompoziční analýzy dat byla provedena regresní a realokační analýza naměřených dat.

Získané výsledky práce naznačují, že se zvyšujícím se věkem seniorů klesá objem pohybové aktivity střední až vysoké intenzity (MVPA) a narůstá objem sedavého chování (SB). Ženy seniorského věku tráví méně času v sedu a více doby ve stoji než muži. Zároveň senioři s dobrou zdatností, sníženým rizikem pádu a nízkou obavou z pádu mají vyšší množství pohybu a MVPA na úkor zbývajících komponent pohybového chování. Při přesunu 30 min z MVPA do spánku, SB nebo pohybové aktivity nízké intenzity se mění obvyklá rychlost chůze seniorů o 0,1 m/s.

Výsledky práce poskytují nové poznatky v problematice 24hodinového pohybového chování seniorů v kontextu jejich výkonnosti. Závěry práce mají potenciál podporovat vývoj národních strategií pro zdravé stárnutí a podporu aktivního životního stylu seniorů.

Klíčová slova:

akcelerometr, kompoziční analýza dat, pohybová aktivita, postura, sedavé chování, spánek, stárnutí

Disertační práce byla zpracována v rámci řešení interních grantových projektů Univerzity Palackého v Olomouci (IGA_FTK_2020_001 a IGA_FTK_2021_002), a také v rámci výzkumného grantu „Optimalizace 24hodinového pohybového chování pro prevenci obezity v době po pandemii“ (22–02392S) financovaného Grantovou agenturou České republiky.

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovnických služeb.

Bibliographical identification

Author: Jan Vindiš
Title: Physical behaviour of older adults in relation to physical fitness, fall risk and fear of falling

Supervisor: prof. Mgr. Jana Pelclová, Ph.D.
Department: Institute of Active Lifestyle
Year: 2024

Abstract:

The dissertation thesis focuses on the complex 24-hour monitoring of older adults' physical behaviour. The main aim of the thesis is to describe the 24-hour physical behaviour profiles of Czech older adults in terms of their intensity and posture and to determine their relationship to physical fitness, fall risk, and fear of falling.

Research carried out in the years 2020-2023 includes 322 older adults with an average age of 71,8 years, of which 28 % were men and 72 % were women. 24-hour physical behaviour was monitored for seven consecutive days using three accelerometers worn on the wrist, thigh, and waist. Physical fitness was assessed using the Short Physical Performance Battery (SPPB). Fall risk was measured using the Timed Up and Go test, and fear of falling was identified by the Falls Efficiency Scale International questionnaire. Regression and reallocation analysis of the measured data was performed using compositional data analysis. The results obtained from the thesis suggest that as the age of older adults increases, the volume of moderate to vigorous physical activity (MVPA) decreases and the volume of sedentary behaviour (SB) increases. Women of older age spend less time sitting and more time standing than men. Simultaneously, older adults with good physical fitness, decreased fall risk and low fear of falling have a higher volume of movement and MVPA to the detriment of the remaining components of physical behaviour. In the case of moving 30 minutes from MVPA to sleep, SB, or light physical activity, the usual gait speed changes by 0,1 m/s.

The results presented provide new findings of 24-hour physical behaviour in older adults in the context of their performance. The conclusions of this thesis have the potential to promote the development of healthy strategies related to ageing on a national level, as well as to support the active lifestyle of older adults.

Keywords:

Accelerometer, Aging, Compositional Data Analysis, Physical Activity, Posture, Sedentary Behavior, Sleep

The dissertation was prepared within the internal grant projects of Palacký University in Olomouc (IGA_FTK_2020_001 and IGA_FTK_2021_002), and also within the research grant "Optimizing the 24-h movement behaviors for obesity prevention in the post-pandemic era" (22-02392S) funded by the Grant Agency of the Czech Republic.

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

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně pod vedením prof. Mgr. Jany Pelclové, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 16. února 2024

.....

Děkuji školitelce prof. Mgr. Janě Pelclové, Ph.D. a dalším akademikům z Institutu aktivního životního stylu FTK UP v Olomouci za jejich vstřícnou pomoc a cenné rady. Tato podpora nejen v průběhu studia, ale i během tvorby disertační práce, byla velmi cenná. Velké poděkování také patří Mgr. Paulíně Jaškové, s níž jsem diskutoval problematiku kompoziční analýzy. Nesmírně si vážím rodiny, přátel a spolužáků, kteří mi stáli po boku a poskytovali mi podporu v průběhu celého studia. Jejich rady a ochota naslouchat byly pro mě klíčové. Chtěl bych vyjádřit mé upřímné díky všem, kdo mě podporovali na mé studentské cestě.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

| | |
|------|--|
| ACM | Akcelerometr (<i>accelerometer</i>) |
| BMI | Index tělesné hmotnosti (<i>body mass index</i>) |
| CoDA | Kompoziční analýza dat (<i>compositional data analysis</i>) |
| DLW | Metoda dvojitě značené vody (<i>doubly labeled water</i>) |
| LPA | Pohybová aktivita nízké intenzity (<i>light physical activity</i>) |
| MET | Metabolický ekvivalent (<i>metabolic equivalent</i>) |
| MVPA | Pohybová aktivita střední až vysoké intenzity (<i>moderate to vigorous physical activity</i>) |
| PA | Pohybová aktivita (<i>physical activity</i>) |
| PB | Pohybové chování (<i>physical behavior</i>) |
| SB | Sedavé chování (<i>sedentary behavior</i>) |
| SPPB | Krátká baterie pro testování tělesné zdatnosti seniorů (<i>short physical performance battery</i>) |
| WHO | Světová zdravotnická organizace (<i>World health organisation</i>) |

OBSAH

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Úvod | 10 |
| 2 | Přehled poznatků | 12 |
| 2.1 | Stáří a stárnutí | 12 |
| 2.1.1 | Periodizace stáří..... | 14 |
| 2.1.2 | Morfologicko-funkční aspekty stárnutí | 16 |
| 2.1.3 | Geriatrická křehkost..... | 17 |
| 2.1.4 | Stárnutí a pohybová aktivita..... | 19 |
| 2.1.5 | Stárnutí a tělesná zdatnost..... | 20 |
| 2.1.6 | Pády, riziko pádu a stárnutí | 21 |
| 2.2 | Pohybové chování..... | 23 |
| 2.2.1 | Vymezení hlavních pojmů..... | 23 |
| 2.2.2 | 24hodinový koncept pohybového chování | 25 |
| 2.2.3 | Doporučení vztahující se k pohybovému chování seniorské populace | 27 |
| 2.2.4 | Monitoring pohybového chování..... | 28 |
| 2.2.5 | 24hodinové pohybové chování seniorů | 32 |
| 2.3 | Kompoziční analýza..... | 33 |
| 2.3.1 | Přístup logaritmických podílů | 35 |
| 2.3.2 | Deskriptivní analýza kompozičních dat | 36 |
| 2.3.3 | Statistická analýza kompozičních dat | 37 |
| 3 | Cíle..... | 39 |
| 3.1 | Hlavní cíl | 39 |
| 3.2 | Dílčí cíle | 39 |
| 3.3 | Výzkumné hypotézy | 39 |
| 4 | Metodika..... | 42 |
| 4.1 | Design výzkumu | 42 |
| 4.2 | Účastníci měření | 43 |
| 4.3 | Sběr dat | 45 |
| 4.3.1 | Monitoring pohybového chování..... | 45 |
| 4.3.2 | Tělesná zdatnost | 47 |
| 4.3.3 | Riziko pádu..... | 48 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.3.4 | Obava z pádu | 49 |
| 4.4 | Kovariáty..... | 50 |
| 4.5 | Statistické zpracování dat..... | 50 |
| 5 | Výsledky..... | 53 |
| 5.1 | 24hodinový profil pohybového chování seniorů | 53 |
| 5.2 | Pohybové chování seniorů v kontextu věkových skupin..... | 55 |
| 5.3 | Pohybové chování seniorů v kontextu pohlaví..... | 57 |
| 5.4 | Pohybové chování seniorů v kontextu tělesné zdatnosti..... | 58 |
| 5.4.1 | 24hodinové profily pohybového chování ve vztahu k tělesné zdatnosti | 59 |
| 5.4.2 | Predikce změny obvyklé rychlosti chůze | 64 |
| 5.5 | Pohybové chování seniorů v kontextu rizika pádu | 68 |
| 5.5.1 | 24hodinové profily pohybového chování ve vztahu k riziku pádu..... | 68 |
| 5.6 | Pohybové chování seniorů v kontextu obavy z pádu | 74 |
| 5.6.1 | 24hodinové profily pohybového chování ve vztahu k obavě z pádu | 74 |
| 6 | Diskuse..... | 80 |
| 6.1 | Pohybové chování seniorů | 80 |
| 6.2 | Pohybové chování v kontextu věkových skupin | 81 |
| 6.3 | Pohybové chování v kontextu pohlaví | 82 |
| 6.4 | Pohybové chování v kontextu tělesné zdatnosti | 83 |
| 6.5 | Pohybové chování v kontextu rizika pádu | 84 |
| 6.6 | Pohybové chování v kontextu obavy z pádu | 85 |
| 6.7 | Přínosy a limity práce | 86 |
| 7 | Závěry | 88 |
| 8 | Souhrn..... | 90 |
| 9 | Summary..... | 93 |
| 10 | Referenční seznam | 96 |
| 11 | Přílohy..... | 119 |
| 11.1 | Vzor informovaného souhlasu..... | 119 |
| 11.2 | Vyjádření Etické komise FTK UP k zastřešujícím projektům | 120 |
| 11.3 | Dotazník obavy z pádu FES-I | 123 |
| 11.4 | Výsledky realokační analýzy | 124 |

1 ÚVOD

Zdraví a zdravý životní styl nejsou výsadou specifických skupin populace, ba naopak jsou významné v průběhu všech životních etap jedince včetně stáří. Aktuální trendy ukazují, že starší dospělí jsou nejrychleji rostoucí skupinou populace České republiky (ČR). Za posledních 12 let stoupl počet seniorů v ČR o 4,4 % (467 673), přičemž osoby ve věku 65–74 let zahrnují téměř tři pětiny všech seniorů (Český statistický úřad, 2022). Vzhledem k neustálému prodlužování střední délky života vyvstává otázka, zda tento přidaný čas zahrnuje roky zdravého stárnutí, či nikoli (Langhammer et al., 2018). Právě pohybová aktivita (*PA – physical activity*) podporuje prodlužování délky života ve zdraví (Kaeberlein, 2018), avšak dlouhověkost u mnohých jedinců souvisí spíše s vyšší mírou funkčního a mentálního postižení a ztráty nezávislosti, jež se projevují poklesem výkonnosti při provádění běžných činností každodenního života (Mendonca et al., 2016; Moreno-Vecino et al., 2017).

Ztráta nezávislosti starších osob vedoucí ke zvýšeným zdravotním nárokům je často spojována s důsledkem výskytu pádu a následné nesoběstačnosti (Florence et al., 2018). Více než jedna třetina seniorské populace spadne alespoň jednou za rok. Vážnější zranění, jako jsou úrazy hlavy a zlomeniny, se vyskytují u 10–15 % pádů (Ambrose et al., 2013). Příčinou pádů bývá kombinace vnějších a vnitřních podmínek jedince, přesto se na nich velkou měrou podílí i tělesná zdatnost jedince. Včasná identifikace snížené tělesné zdatnosti může předcházet nejen výskytu pádů, ale i seniorské křehkosti, která úzce souvisí s procesem stárnutí (Kulminski et al., 2007). Ačkoli je křehkost spojena s vyšším věkem, není synonymem pro stáří, neboť mnoho starších dospělých zůstává aktivních po celou dobu svého života (Eckstrom et al., 2020).

Tělesná zdatnost úzce souvisí s každodenním pohybovým chováním (*PB – physical behavior*) (Kasović et al., 2020). Například schopnost provádět časté změny poloh (sed – stoj) v rámci běžného denního režimu poukazuje na sílu dolních končetin, která hraje velký význam v možné realizaci PA (Hardy et al., 2010; Yoshioka et al., 2009). Svou roli v kontextu zdatnosti sehrává i konkrétní typ realizované PA, jako např. chůze, běh, nebo jízda na kole (Pelclová et al., 2013). Naopak zvýšený objem času stráveného sezením se významně odráží v poklesu tělesné zdatnosti seniorů (Gomez-Bruton et al., 2020). V kontextu 24hodinového režimu je nutné uvažovat také o spánku, neboť starší jedinci s nízkou kvalitou spánku mohou mít nižší tělesnou zdatnost (Hargens et al., 2013; Kline et al., 2012).

Pro lepší porozumění PB jsou zásadní přesné informace kvantifikující jednotlivé proměnné, které je navíc potřebné vnímat jako součást uzavřené kompozice 24hodinového cyklu, neboť navýšení např. sedavého chování (*SB – sedentary behavior*) se nutně musí projevit ve snížení jiné/jiných komponent PB (Pedišić, 2014). S rozvojem akcelerometrie i možných procesuálních a statistických metod, vycházejících z kompoziční povahy dat (Dumuid, Lewis, et al., 2018), se nabízí detailněji analyzovat méně často zkoumané vztahy mezi tělesnou zdatností, rizikem pádu a PB seniorů (Pedišić, 2014).

Novost této analýzy je založena na popisu 24hodinového PB z hlediska postury a intenzity prováděného chování s využitím vícenásobné akcelerometrie.

Vystává zde otázka, jak se liší tyto 24hodinové profily pohybového chování z hlediska jejich intenzity a postury v kontextu stárnutí, pohlaví a zejména ve vztahu k úrovni tělesné zdatnosti, rizika pádu a obavy z pádu.

Pochopení těchto vztahů je nezbytné pro tvorbu zdravotních doporučení, intervencí a národních strategií pro zdravé stárnutí. Předkládaný přístup je navíc schopen eliminovat největší limity předchozích studií, které využívaly dotazníky nebo se nezaměřovaly na celý 24hodinový profil PB.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Stáří a stárnutí

Čeledová, Kalvach a Čevela (2016) definují stáří jako obecné označení pozdní fáze ontogeneze, které završuje život osobnostně, duševně, spirituálně i tělesně. Jedná se tedy o důsledek procesu stárnutí, který je součástí přirozeného vývoje jedince. Výsledek všech interindividuálních změn jedince se označuje jako fenotyp stáří, na jehož projevu nemají vliv pouze involuční změny, ale také např. prostředí, nebo socioekonomický statut (Kalvach et al., 2004).

Stárnutí je proces ireverzibilní s postupným poklesem fyzických a psychických sil spojený s výskytem rizika onemocnění (Weber & Matějovská Kuběnová, 2011). Zároveň dochází k morfologickým a funkčním změnám organismu vlivem genetiky, způsobu života a vnějších faktorů (Mareš, 2013). Rychlost těchto změn je u každého jedince odlišná stejně jako doba, kdy tyto změny započnou, proto je tento proces považován za nelineární reorganizaci těla (Sleimen-Malkoun et al., 2014; Weber & Matějovská Kuběnová, 2011). Velký vliv na tento proces má počáteční funkční stav jedince, např. kostní denzita nebo stav svalstva (Holmerová et al., 2007). Stárnutí je také charakteristické zvýšenou citlivostí, poklesem fyziologických funkcí, změnami v biochemickém složení tkání nebo omezenou schopností reagovat na environmentální podněty. Součástí stárnutí je i nahromadění rozličných defektů (chyb) v lidském organismu a zároveň ztráta schopnosti tyto defekty opravovat (Troen, 2003). Důvodem může být nedostatečná energie na reparaci organismu vlivem investice veškeré energie do reprodukce a předání genetické informace potomkům (Pláteník, 2020).

Celý proces stárnutí je velmi složitý, a proto se nejrůznější teorie snaží odpovědět na otázky, proč člověk stárne a co je toho příčinou. Každá teorie se zaměřuje na jinou úroveň stárnutí (molekulární, subcelulární, celulární, orgánovou nebo na celý organismus). Tyto teorie můžeme rozdělit na dvě skupiny, a to na stochastické (schopnost reparace buněk s věkem klesá) a nestochastické (stárnutí je předem geneticky naprogramované) (Malíková, 2011; Weber & Matějovská Kuběnová, 2011). Stárnutí může probíhat různým způsobem a může nabývat různých podob stáří, proto je nutné hledat formy úspěšného, aktivního, funkčně zdatného, spokojeného a hlavně zdravého stárnutí. Hlavním cílem je pak vytvoření co nejvhodnějších podmínek pro jedince jak z hlediska individuálního, tak populačního (Čevela et al., 2014). Aktivní a zdravé stárnutí je dnes velkou prioritou nejen zdravotní, ale i sociální prevence.

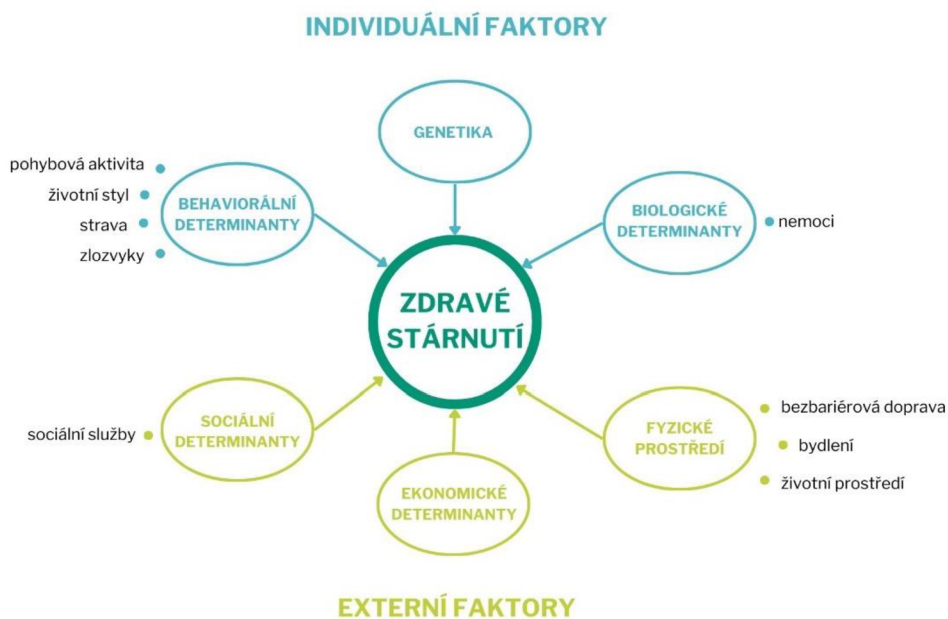
Zdravé stárnutí

Zdravé stárnutí je pojem, který je v obecné rovině vnímán jako proces maximálního využití všech příležitostí k fyzickému, sociálnímu a duševnímu zdraví (Váňová, 2023). Dá se popsat také jako spojení procesu stárnutí se schopností fungovat v běžném životě (Jazwinski & Kim, 2019). Světová zdravotnická organizace (*WHO - World health organisation*) definuje pojem zdravé stárnutí (*healthy aging*) jako proces rozvoje a udržení funkčních schopností, které umožňují všem lidem dělat to, co dělat chtějí, tedy (World Health Organisation [WHO], 2020a):

- uspokojovat základní lidské potřeby,
- učit se, růst a rozhodovat,
- být mobilní,
- budovat, udržovat vztahy a přispívat společnosti.

Obrázek 1

Determinanty a indikátory zdravého stárnutí (INESAN, 2020)



Tento pojem je spojený s aktuální mezinárodní strategií Organizace spojených národů dekáda zdravého stárnutí (2021–2030), která si klade za cíl zlepšit životy starších lidí, jejich rodin a komunit. Snaha je především získat spolupráci s vládami, mezinárodními i národními organizacemi, akademickou sférou, médii i soukromým sektorem (Decade of Healthy Ageing, 2021). V ČR hovoří o zdravém stárnutí např. Strategický rámec přípravy na stárnutí společnosti 2021–2025 Ministerstva práce a sociálních věcí. Z hlediska zdraví a prevence je cílem posílení preventivní péče zdravého

životního stylu a také specializovaná geriatrická péče (Ministerstvo práce a sociálních věcí ČR [MPSV ČR], 2022). Díky včasné prevenci a sledování konkrétních determinant a indikátorů zdravého stárnutí (Obrázek 1) můžeme lépe odhalit jedince s budoucími zdravotními komplikacemi.

Mezi tyto determinanty řadíme např. sociální determinanty, kam spadá fungování ve vztahu, sociální participace nebo vazby v komunitě. U psychologických determinant se setkáváme se spokojeností se životem, well-beingem nebo kognitivním fungováním. V neposlední řadě patří mezi determinanty pohybu fyzický výkon, rychlost chůze nebo motivace k pohybu (Menichetti et al., 2016).

2.1.1 Periodizace stáří

Periodizace staří není jednoznačná a ve spoustě případů jde pouze o orientační kategorizování. Přesto se bez něj v dnešní době neobejdeme. Za obtížné vymezení a členění stáří může mnohočetnost a individuálnost příčin a projevů stárnutí (Kalvach et al., 2004). Díky tomu je velmi náročné ukotvit jakékoliv pojmy ve vztahu ke stárnutí. Přesto se k označení starších jedinců ustálil termín *senior* (Haškovcová., 2012). Pro vymezení periodizace stáří využíváme obvykle trojí dělení na věk kalendářní, biologický a sociální (Čeledová et al., 2016).

Kalendářní věk

Některými autory označovaný za věk chronologický, vymezuje období života od data narození po současnost (Gavorník, 2018). Je také nejjednoznačnější a jednoduše stanovitelný. Přesto může být v rozporu s individuálními rozdíly mezi jedinci a zároveň nemusí odpovídat věku biologickému nebo sociálnímu (Čeledová et al., 2016). Za kalendářní (chronologické) stáří se obvykle uvádí věk 65 let, vlastní stáří se pak uvádí od věku 75 let (Wernerová & Zvoníková, 2023). Mimo samotný kalendářní věk se rozlišují i věkové kategorie. WHO dělí věkové kategorie po 15 letech. Konkrétně na (Gavorník, 2018):

- starší věk (sencence, mladý senior – young old): 60–74 let,
- stařecký věk (sénium, starý senior – old old): 75–89 let,
- velmi vysoký věk (patriarchum, dlouhověký senior – oldest old: ≥ 90 let.

V některých případech se věkové kategorie dělí po kratších úsecích, např. po pěti nebo deseti letech. Kalvach et al. (2004) a Holmerová et al. (2007) dělí seniory do následujících kategorií:

- mladí senioři: 65–74 let,
- staří senioři: 75–84 let,
- velmi staří senioři: ≥ 85 let.

Kalendářní vymezení věku se velmi často využívá při různých populačních strategiích, jako např. pro zmírnění společenských nákladů spojených se stárnutím, mezi které patří věk odchodu do důchodu, dotace na zdravotní péči či na sociální zabezpečení (Elliott et al., 2021). V České republice je to věk 65 let, který je spojený s odchodem do důchodu, přesto jsou i jedinci, kteří stále pracují i po překročení této věkové hranice (MPSV ČR, 2016). Většinou se jedná o aktivní seniory bez vážnějších zdravotních komplikací. Přesto, že všichni jedinci stárnou chronologicky stejným tempem, můžeme nalézt rozdíly v rychlosti jejich biologického stárnutí (Elliott et al., 2021).

Biologický věk

Tento věk nám hovoří o důsledku involučních změn jedince (Kalvach et al., 2004). Ke stanovení tohoto věku se využívá hodnocení funkčního stavu a výkonnosti jedince. Souhrnně biologický věk uvádí pocitové vyjádření konkrétního stavu jedince s obvyklým stavem jedince daného věku (Čeledová et al., 2016; Lehnert et al., 2014). Z biologicko-funkčního hlediska se u seniorů používá i termín funkční věk, který uvádí skutečný funkční potenciál jedince (Wernerová & Zvoníková, 2023).

Biologický věk je termín nadřazený pro pojmy označující jednotlivé metody jeho určení, mezi které patří např. kostní věk, zubní věk nebo věk proporcionální. Je potřeba mít na paměti, že biologický věk není fyzická charakteristika a není tedy přímo měřitelná, přesto se dá vypočítat ze skóre získaného z biomarkerů porovnaných s věkovými změnami (Lehnert et al., 2014). Díky pokročilým technologiím pro stanovení biologického věku můžeme biologické markery stárnutí klasifikovat do dvou kategorií, a to histologické biomarkery (metylace DNA, metabolomika, proteomika atd.) a klinické biomarkery získané z krve nebo z měření orgánových funkčních testů (např. síla stisku ruky) (Jylhävä et al., 2017).

Sociální věk

Jedná se o souhrn sociálních změn jedince, který je charakteristický změnou sociálních rolí, dosažením věku opravňujícího k odchodu do důchodu, nebo penzionováním (Čeledová et al., 2016; Kalvach et al., 2004). Sociální věk je také dán sociálními zkušenostmi, sociálním statutem nebo generační příslušností (Čeledová et al., 2016). Periodizace sociálního života se dělí na (Kalvach et al., 2004; Ondrušová, 2018):

- první věk (dětství),
- druhý věk (dospělost),
- třetí věk (stáří),
- čtvrtý věk (období nesoběstačnosti a závislosti na druhých).

Všechny výše zmíněné věky se od sebe liší sociální rolí jedince, jeho individuálními potřebami, životním stylem a v neposlední řadě ekonomickým zajištěním (Wernerová & Zvoníková, 2023).

2.1.2 Morfologicko-funkční aspekty stárnutí

Vliv morfologických změn na úrovni orgánů můžeme pozorovat na držení těla, vzhledu kůže a vlasů, hmotnosti, výšce či na PB nebo funkčnosti jednotlivých orgánových soustav (Tabulka 1).

Mezi funkční složky pohybového systému se řadí složka opěrná (kosti a klouby), výkonná složka (svaly a šlachy), řídicí složka (CNS a periferní nervový systém) a zásobovací složka (cévy) (Bernaciková, Kalichová & Beránková, 2010). Tyto změny mají podobné rysy, ale u každého jedince jsou vyjádřeny individuálně (Kalvach et al., 2004). Následkem funkčních změn vyvolaných věkem se zhoršuje stabilita a celková motorika (Máček, 2004). Také dochází k zhoršení propriorecepce, zraku, zpracování informací v CNS, reflexů nebo motorické odpovědi (Topinková, 2005). S tím souvisí i stárnutí meziobratlových plotének, které hraje svou roli v postavení páteře, jež se může odrazit v postoji a biomechanice chůze (Kalvach et al., 2004).

Tabulka 1

Fyziologické a anatomické změny ve stáří u funkčních složek pohybového systému (Padilla Colón et al., 2018)

| | <i>Změna</i> | <i>Funkční efekt</i> |
|---------------------------|---|--|
| Kardiovaskulární soustava | <ul style="list-style-type: none"> • zvýšení kolagenové matrix v tunica media, • ztráta elastických vláken, • srdeční hypertrofie: zesílení septa, • snížení kardiomyocytů a zvýšení extracelulární matrix. | <ul style="list-style-type: none"> • srdeční a cévní ztuhlost, • endoteliální dysfunkce, • zvýšené riziko arytmie. |
| Kosterní soustava | <ul style="list-style-type: none"> • snížený obsah kostních minerálů. | <ul style="list-style-type: none"> • osteoporóza, • vyšší riziko pádu a zlomenin. |
| Svalová soustava | <ul style="list-style-type: none"> • úbytek svalové hmoty, • snížení počtu vláken IIb, • infiltrace tuku. | <ul style="list-style-type: none"> • snížená síla, • výskyt pádů, • křehkost. |
| Nervová soustava | <ul style="list-style-type: none"> • méně mozkové hmoty, • zvýšení mozkomíšního moku, • změny terminální arborizace. | <ul style="list-style-type: none"> • méně cílená neurální aktivita, • nižší rychlost zpracování podnětů, • snížená pracovní paměť, • snížená motorická funkce. |

2.1.3 Geriatrická křehkost

Křehkost respektive rizikovost vychází z angl. pojmu *frailty* (Topinková, 2005) a bývá stanovena na základě poklesu funkčního stavu jedince. Poprvé ji definoval Vaupel et al. (1979) jako matematický koncept, který popisuje neměřenou variabilitu rizika úmrtí u jedinců stejného věku. Novější definice hovoří o geriatrické křehkosti jako o syndromu s mnoha příčinami a přispívajícími faktory, který je charakterizován snížením síly, vytrvalosti a také snížením fyziologických funkcí, jež vedou ke zranitelnosti jedince, ztrátě soběstačnosti nebo smrti (Morley et al., 2013). Geriatrická křehkost je multidimenzionální a svůj podíl na ní mají faktory psychické i fyzické. I když prevalence křehkosti s věkem stoupá, je důležité si uvědomit, že jde o důsledek normálního procesu stárnutí, který souvisí s narůstajícím věkem (Dent et al., 2019; Markle-Reid & Browne, 2003). Syndrom geriatrické křehkosti je spojený s poklesem PA, pocitem vyčerpání, sníženou vitalitou a celkově se sníženou tělesnou zdatností (Topinková et al., 2013). Tito jedinci jsou často vystaveni pádům, zhoršené mobilitě, nízké kvalitě života, hospitalizaci a v krajních případech jsou odkázáni na pomoc druhých (Hoogendijk et al., 2019), což přináší větší zátěž systému zdravotní péče a taky vyšší finanční náklady (Dent et al., 2019).

Pro hodnocení syndromu geriatrické křehkosti se využívají nejrůznější nástroje, od preventivních: Krátká baterie pro testování tělesné zdatnosti seniorů (*Short physical performance battery – SPPB*) (Guralnik et al., 1994), přes ambulantní: *Hospital Frailty Risk Score* (Gilbert et al., 2018), až po dlouhodobé nástroje: *Clinical Frailty Scale* (Rockwood et al., 2005).

Velmi důležitou roli hraje prevence a to jak vlastní, tak ze strany ošetřujícího lékaře. Kalvach et al. (2008) uvádí základní preventivní opatření:

- dostatečný příjem kvalitních potravin jako prevence malnutrice,
- PA a odporový trénink,
- posilování stability s důrazem na prevenci pádů,
- pravidelné hodnocení funkčního stavu, alespoň jednou za rok.

V rámci funkčního vyšetření ošetřujícím lékařem, je třeba sledovat následující symptomy geriatrické křehkosti (Hoogendijk et al., 2019):

- Primární prevence:
 - sedavý způsob života,
 - špatné stravovací návyky,
 - náběh na obezitu a cukrovku.
- Sekundární prevence:
 - nástup ischemické choroby srdeční,
 - polyfarmacie,

- péče více lékařů.
- Terciární prevence:
 - časté přijímání do nemocnice,
 - chronické srdeční selhání,
 - komplikovaný pooperační průběh,
 - nutná rekonvalescence v zařízeních.

Fenotypová křehkost

S geriatrickou křehkostí souvisí i pojem fenotypová křehkost, jež bývá diagnostikována na základě několika vyšetření v rámci klinické praxe. Nejčastěji se jedná o detekci úbytku hmotnosti, pocitu vyčerpání, snížené síly stisku ruky a také snížení PA a snížení rychlosti chůze (Fried et al., 2001). Mezi konkrétní kritéria fenotypové křehkosti patří dle Fried et al. (2021):

- Úbytek hmotnosti: neúmyslný úbytek ≥ 10 lbs (cca 4,5 kg) v předchozím roce, případně úbytek ≥ 5 % tělesné hmotnosti za uplynulý rok.
- Pokles síly: snížení síly úchopu na úroveň 20 % nejslabších, ve vztahu k pohlaví a BMI (BMI – *body mass index*).
- Pokles výdrže: subjektivně vnímaný pocit vyčerpání zjišťovaný pomocí dvou otázek ze škály CES-D (Center for Epidemiological Studies Depression), související s dosaženým stupněm ve stupňovaném zátěžovém testu jako ukazateli $VO_2\max$.
- Snížená rychlost chůze: snížení rychlosti na úroveň nejpomalejších 20 % populace, měřené na vzdálenost 15 ft (457,2 cm).
- Snížená úroveň PA: na základě údajů jedinců s přihlédnutím k pohlaví.

Při výskytu tří a více charakteristik byl jedinec charakterizován jako křehký, 1–2 charakteristiky označovaly jedince s tzv. před křehkostí, která naznačovala možné budoucí riziko křehkosti (Cesari et al., 2014).

Index křehkosti

Další metodou stanovení křehkosti u seniorů je tzv. index křehkosti, jež počítá deficit ve zdraví (symptomy, příznaky, nemoci, postižení, abnormality, ...). Čím více deficitů jedinec má, tím je větší pravděpodobnost, že bude spadat do kategorie křehký senior (Rockwood & Mitnitski, 2007). Index je vyjádřený jako poměr přítomných deficitů k celkovému uvažovanému počtu deficitů (Searle et al., 2008). Kompletní inventář původně obsahoval 70 položek, novější verze pak okolo 50 a dokonce se využívají i kratší verze s 20 položkami (Cesari et al., 2014). Největší nevýhodou je, že index křehkosti

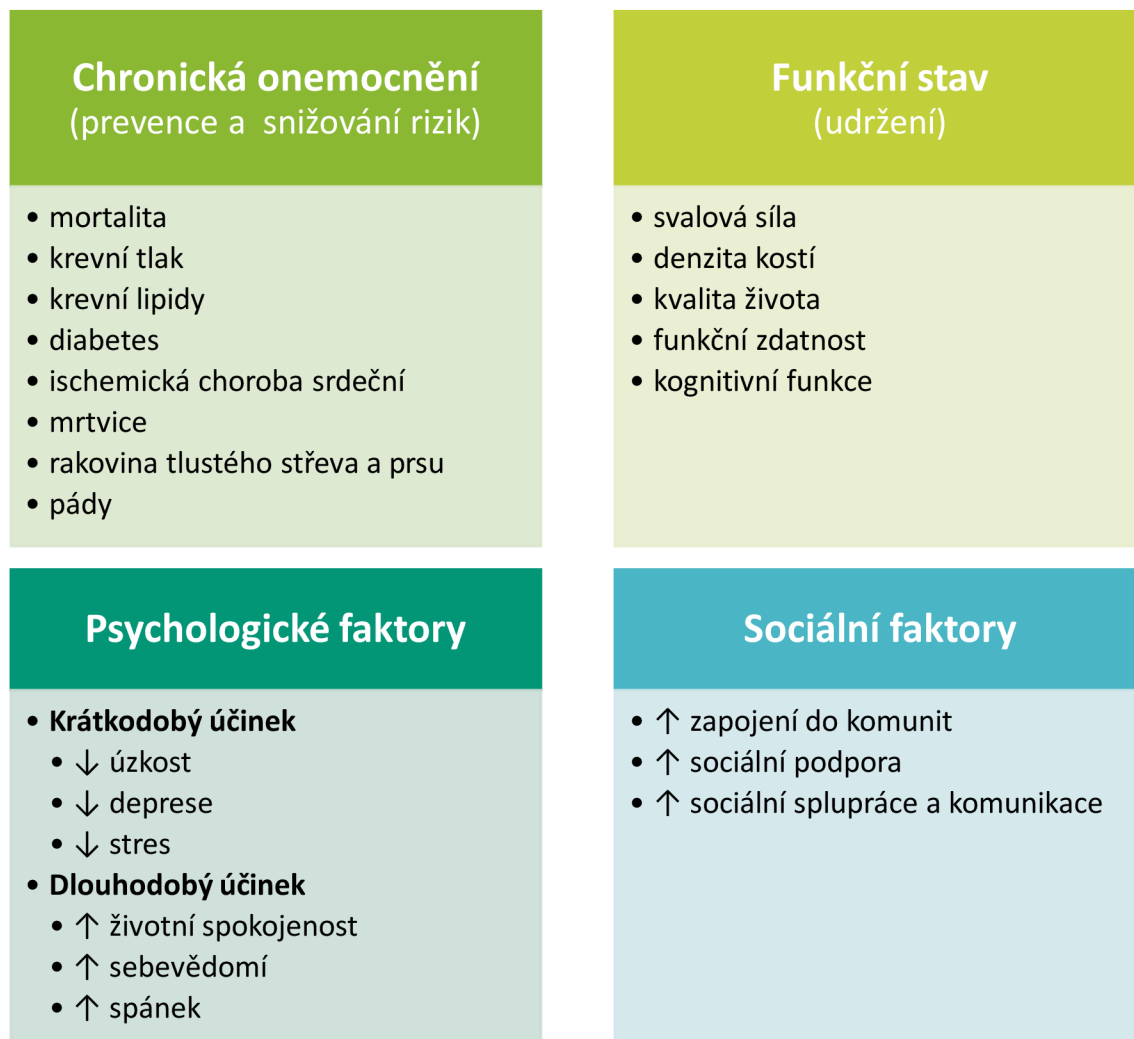
nelze stanovit při prvním kontaktu s jedincem a je potřeba dlouhodobé sledování a komplexní geriatrické vyšetření.

2.1.4 Stárnutí a pohybová aktivita

Celoživotní přístup ke zdravému stárnutí je důležitý, neboť z investice do zdraví v mladém věku (jako je udržování zdravého a aktivního životního stylu) můžeme čerpat celý život (Nimrod & Ben-Shem, 2015). Pro udržení tělesné zdatnosti, psychické kondice a zpomalení procesu stárnutí se doporučuje pravidelná PA (Bull et al., 2020). PA zároveň vede ke snížení rizika pádu, soběstačnosti, snížení výskytu neinfekčních onemocnění a případné doby rekonvalescence a udržení duševní rovnováhy (Macháčová & Holmerová, 2019). Mezi další benefity PA patří např. snížení úbytku svalové a kosterní hmoty starších osob (Obrázek 2) (Padilla Colón et al., 2018).

Obrázek 2

Vliv pohybové aktivity na stárnutí (Haider et al., 2019)



PA je často doporučována při prevenci a léčbě změn kosterního svalstva a sarkopenie u seniorů. Zároveň funkční cvičení tlumí úbytek svalové hmoty a zlepšuje funkční kapacitu svalů (Fan et al., 2016). Přestože je PA spojená s vyšší denzitou v oblasti krčku femuru a bederní částí páteře u seniorů, není zcela jasné, který typ zátěže má tyto benefity, přesto se jako nejvíce účinná ukázala kombinace kondičního a silového cvičení (Benedetti, Furlini, Zati & Letizia Mauro, 2018). Mezi další benefity PA patří zvýšení syntézy svalových bílkovin a snížení inzulínové rezistence, které je zároveň spojeno s vyšším zastoupením tukové složky (Fielding et al., 2011).

2.1.5 Stárnutí a tělesná zdatnost

Tělesná zdatnost je jedním z hlavních ukazatelů kondice v každém věku. Odráží se v ní množství realizované pravidelné nebo spontánní PA a přináší fyziologické a psychologické výhody v boji se stresem (Silverman & Deuster, 2014). Je tedy kombinací pravidelné PA a geneticky zděděných schopností (Ortega et al., 2018). Tělesnou zdatnost je potřeba brát jako vícerozměrný konstrukt, který tvoří soubor měřitelných atributů, jako je kardiorespirační zdatnost, svalová síla, flexibilita, rovnováha, rychlost a agility (Ortega et al., 2018). Všechny tyto složky lze posuzovat pomocí motorických testů, které netrávají dlouho a poskytují informace o činnostech spojených s každodenním životem starších osob (Guralnik & Ferrucci, 2003). Jedním z ukazatelů tělesné zdatnosti může být i obvyklá rychlost chůze, jež bývá často spojována s křehkostí (Navarrete-Villanueva et al., 2021).

Nižší úroveň zdatnosti bývá často spojována s obezitou, přesto se ukazuje, že aktivní obézní jedinci mají nižší úmrtnost než jedinci, kteří mají normální hmotnost, ale nejsou aktivní (Ortega et al., 2018). Stejně jako u mladších dospělých je svalová síla důležitá i u starších dospělých, zvláště pokud vezmeme v úvahu výrazný úbytek svalové hmoty a riziko sarkopenie a osteoporózy charakteristické pro stárnutí. Kromě dalších výhod je známo, že silový trénink zlepšuje funkční kapacitu u starších dospělých a snižuje riziko pádů a zlomenin kostí.

Snížená úroveň tělesné zdatnosti se odráží nejen v kvalitě života, ale také ve zvýšeném riziku pádu a zlomenin (Rosengren et al., 2012). Proto je důležitá včasná diagnostika snížené zdatnosti a uplatňování preventivních programů (Berková et al., 2013). Mezi nejčastěji doporučované preventivní aktivity patří např. Tai Chi nebo odporový trénink (Chin A Paw et al., 2008). Je prokázáno, že tyto pravidelné PA mají vliv nejen na zlepšení tělesné zdatnosti, ale i úzce souvisí se snížením dopadů geriatrické křehkosti (Bray et al., 2016; Marzetti et al., 2017).

2.1.6 Pády, riziko pádu a stárnutí

S věkem roste nejen riziko, ale i výskyt pádů (Hamacher, Singh, Van Dieën, Heller & Taylor, 2011). Statistiky ukazují, že až 30 % jedinců starších 65 let zažívá pád jednou za rok (Del Din et al., 2020; Stalenhoef et al., 2002). Z biomechanického hlediska je riziko pádu úzce spojeno s posturální kontrolou (Nohelová et al., 2022). Velmi důležitý je i pohled samotných seniorů, již žijí v domněnce, že pády jsou spojeny s věkem a podceňují vlastní riziko pádu (Bunn et al., 2008; Yardley et al., 2006). Jen hrstka starších jedinců používá osvědčené strategie prevence pádů, jako jsou např. balanční cvičení. Zároveň většina seniorů tvrdí, že se snaží být opatrnější, aby zabránili budoucím pádům. Neexistuje ale studie, která by potvrdila, že větší opatrnost sama o sobě zabraňuje pádům (Calhoun et al., 2011).

Pády

Topinková (2005, 44) definuje pád jako: „změnu polohy, která končí kontaktem těla se zemí, může být doprovázena poruchou vědomí a poraněním.“ Obdobně o pádu hovoří i metodika Systému hlášení nežádoucích událostí (Pokorná et al., 2022, 5): „Pád je situace, při níž se jedinec neplánovaně ocitne na podlaze (nebo na jiném níže uloženém vodorovném povrchu) ať již s poraněním anebo bez poranění.“ Reguli et al. (2015) definuje pád jako jakýkoliv pohyb těla jako celku i jeho segmentů ve směru gravitační síly. Společnou charakteristikou většiny definic je směřování pádu ze vzpřímené polohy (případně z lokomoce) směrem dolů, naopak to, v čem se definice liší, bývá příčina pádu (Bizovská et al., 2017).

Díky upřesnění mechanismu pádu a vyjasnění jeho příčin můžeme pády rozdělit do několika kategorií podle fenomenologického obrazu (Kalvach et al., 2008):

- pád zhroucením – způsobený náhlou ztrátou svalového tonu,
- pád skácením – poruchy rovnováhy,
- pád zakopnutím – směr tohoto pádu je obvykle vpřed na předpažené paže,
- pád zamrznutím – pád vpřed, kterému předchází záraz dolní končetiny,
- nediferencovaný pád – nelze fenomenologicky zařadit (atypický pád).

Mezi nejčastější příčiny pádu, které lze ovlivnit, patří špatná rovnováha při chůzi, medikace (např. sedativa a antipsychotika), poruchy kloubů (např. osteoartróza), poruchy kognice vedoucí k špatnému povědomí o bezpečnosti, zhoršený zrak (obvykle důsledek šedého zákalu) nebo nevhodná obuv (Ang et al., 2020; Crowell & Shin, 2012). Důsledkem pádu bývají často nejrůznější zranění od těch lehčích (pohmožděniny, odřenin) přes zlomeniny až po smrtelná zranění. Zároveň mohou vést pády ke snížení schopnosti jedince vykonávat každodenní činnosti (Tinetti & Williams, 1998). Kromě fyzických zranění mohou někteří jedinci trpět psychickými následky pádu, mezi které spadá např. obava

z budoucího pádu a následné snížení PA a zvýšení rizika pádu (Friedman et al., 2002; Mancini et al., 2005). Pády se častěji vyskytují u žen, a to z důvodu zvýšené variability při chůzi (Johansson et al., 2016) nebo větší ztrátě kostní tkáně během menopauzy (Gale et al., 2016).

Riziko pádu

Míra rizika pádu je spojována s poklesem senzomotorických funkcí v důsledku stárnutí, inaktivity nebo užívání léků (psychofarmaka) (Delbaere, Close, Heim, et al., 2010). Mezi další rizikové faktory patří posturální hypotenze, kognitivní poruchy (demence, delirium) nebo polypragmázie (Topinková, 2005). Rizikové faktory pádu lze rozdělit do sedmi kategorií (Rubenstein, 2006):

1. rovnováha a mobilita,
2. prostředí,
3. psychologické faktory,
4. zdravotní faktory,
5. medikace,
6. smyslové a nervové faktory,
7. socioekonomické faktory.

Tyto faktory pak ovlivňují každodenní aktivity, jako jsou chůze, stoj nebo sezení. Vzhledem k tomu, že se pády nejčastěji vyskytují během lokomoce, tak je snížená kontrola chůze považována jako jedno z rizik výskytu pádu u seniorů (Hamacher et al., 2011). Konkrétně 20–40 % jedinců ve věku nad 65 let a 40–50 % jedinců starších 85 let mají problémy s chůzí (Bizovská et al., 2017). Vyšší riziko pádu bývá spojováno s jedinci, kteří již dříve zažili opakovaný pád (dva a více pádů za poslední rok) (Brauer, 2013).

Zatímco vyšší rychlost chůze je spojována s vyšší tělesnou zdatností a s pády ve venkovním prostředí, nízká rychlost chůze je spojována s poklesem zdatnosti a s pády v interiérech (Quach et al., 2011). Z toho důvodu se využívá měření rychlosti chůze pro detekci jedinců s možným výskytem rizika pádu (Kyrvalen et al., 2019). Ať už jako samostatný test nebo jako součást testové baterie SPPB. Obvyklá rychlost chůze menší než 1 m/s identifikuje jedince s budoucím rizikem zdravotních problémů (Cesari et al., 2005; Kyrvalen et al., 2019). Jiní autoři pak ještě doplňují, že rychlost chůze menší než 0,6 m/s zvyšuje pravděpodobnost zvýšeného rizika časného úmrtí (Studenski et al., 2011). Mezi další oblíbené motorické testy rizika pádu patří test *Timed Up and Go* (TUG) (Mathias & Nayak, 1986), nebo *Five Time Sit to Stand test* (FTSS) (Csuka & Mccarty, 1985).

Pro komplexní posouzení míry rizika pádu je potřebné vyšetření lékařem. Hodnocení se skládá z anamnézy pádů jedince, přezkoumání medikace, fyzikálního a funkčního vyšetření a environmentálního hodnocení (vyšetření ergoterapeutem) (Phelan et al., 2015). Ideální hodnotící

nástroj zatím není k dispozici, přesto se používá např. *The Johns Hopkins Fall Risk Assessment Tool* (JHFRAT) (Poe et al., 2005) nebo online nástroj *Fall Risk Assessment Tool* (FRAT-up) (Cattelani et al., 2015). V českém prostředí se často využívá také *Stupnice pádu Morse* (*Morse Fall Scale - MFS*) (Horová et al., 2020).

2.2 Pohybové chování

PB je široký a komplexní pojem, jenž v sobě zahrnuje nejrůznější aspekty, mezi které patří např. SB, PA nebo spánek (Tremblay et al., 2017). Dnešní modely PB v sobě zahrnují různé pohledy (dimenze) jež PB rozdělují na další proměnné z odlišných hledisek. Můžeme tedy tento výraz brát jako pojem zastřešující pro všechny konkrétní charakteristiky chování uvedené níže. V zahraniční literatuře se můžeme setkat se dvěma anglickými ekvivalenty, a to *movement behavior* nebo *physical behavior*, přesto oba mají v literatuře stejný význam. Zároveň se do popředí dostává popis celkového 24hodinového profilu PB (Stamatakis et al., 2022).

2.2.1 Vymezení hlavních pojmů

Pro popis některých pojmů PB, které jsou charakteristické určitým výdejem energie se využívá jednotka metabolický ekvivalent (*MET – metabolic equivalent*), kdy 1 MET je definován jako množství kyslíku (3,5 ml O₂/kg/min) spotřebovaného v klidu při sezení (Jetté et al., 1990).

Sedavé chování

Mezinárodní síť vědců *Sedentary Behavior Research Network* definuje SB jako (Tremblay et al., 2017): „jakékoli bdělé chování charakterizované výdejem energie $\leq 1,5$ MET, v sedě, pololeže nebo vleže.“ Převážně se jedná o aktivity, jako jsou užívání elektronických zařízení v sedě, pololeže, nebo leže (televize, počítač, tablet, ...), čtení, psaní, mluvení v sedě nebo pasivní transport (autobus, auto, vlak, ...) (Bull et al., 2020). Podstatnou roli v množství SB hraje i sedavé zaměstnání, kam spadá většina kancelářských prací.

Podstatnou částí definice SB je vymezení nízkého výdeje energie a postury těla v poloze sed, leh nebo pololeh. Právě díky postuře bývá často rozkol, zda dané chování spadá do SB, či nikoli. Například některé aktivity v sedě u jedinců s normální hodnotou indexu tělesné hmotnosti (BMI – body mass index), jako je hraní počítačových her nebo psaní, mohou mít hodnotu nad prahem 1,5 MET, naopak klidné stání (bez chůze) obézních jedinců může mít hodnoty pod prahem 1,5 MET (Mansoubi et al., 2015). Přesto je potřeba mít na paměti, že velikost energetického výdeje je determinována např. tělesnou výškou a hmotností jedince, složením těla nebo množstvím PA (Westerterp, 2017a).

Pohybová aktivita

WHO definuje PA jako jakýkoli tělesný pohyb vykonaný kosterními svaly, který vyžaduje energetický výdej (WHO, 2020b). Dle množství energetického výdeje při pohybu můžeme PA dále dělit na (Rosenberger et al., 2019):

- PA nízké intenzity (*LPA – light physical activity*): energetický výdej se pohybuje v rozmezí 1,5–3 MET, může jít o pomalou chůzi, koupání nebo jiné méně náročné aktivity.
- PA střední intenzity: 3–6 MET, na stupnici individuálních možností jedince (0–10) se jedná o aktivity na stupni 5 nebo 6. Obecně se jedná např. o rychlou chůzi, tanec, rekreační plavání nebo zahradničení (MacIntosh et al., 2021).
- PA vysoké intenzity: ≥ 6 MET, na desetibodové stupnici se jedná o aktivity na stupni 7 nebo 8, jde o běh, odhazování sněhu, nošení těžkých břemen nebo kondiční plavání (MacIntosh et al., 2021).

Vzhledem k tomu, že starší dospělí nedosahují velkého objemu PA vysoké intenzity, tak se nejen ve výzkumech, ale i mezinárodních doporučení využívá proměnné PA střední až vysoké intenzity (*MVPA – moderate to vigorous physical activity*), která v sobě zahrnuje kombinaci střední a vysoké intenzity pohybu (Dana, Ranjbari, Mosazadeh, Maliszewski & Błachnio, 2022; WHO, 2020b).

Spánek

Spánek je definovaný jako přirozeně se opakující a reverzibilní stav, který je definovaný sníženým vědomím, percepčním uvolněním, nehybností a přijetím charakteristické spánkové polohy (Rosenberger et al., 2019). Hodnota energetického výdeje spánku se uvádí 0,9 MET (Ainsworth et al., 2000; Rosenberger et al., 2019).

Postura

Postura neboli držení těla je označení pro individuální postavení tělesných segmentů vůči sobě ve stále se měnícím prostředí. Vzhledem k PB se postura nejčastěji dělí na (Tremblay et al., 2017):

- Leh – vodorovná poloha těla na nosném povrchu, jejíž výdej je v pasivní formě $\leq 1,5$ MET (ležení na pohovce nebo v posteli) a v aktivní formě $> 1,5$ MET (izometrické držení – plank).

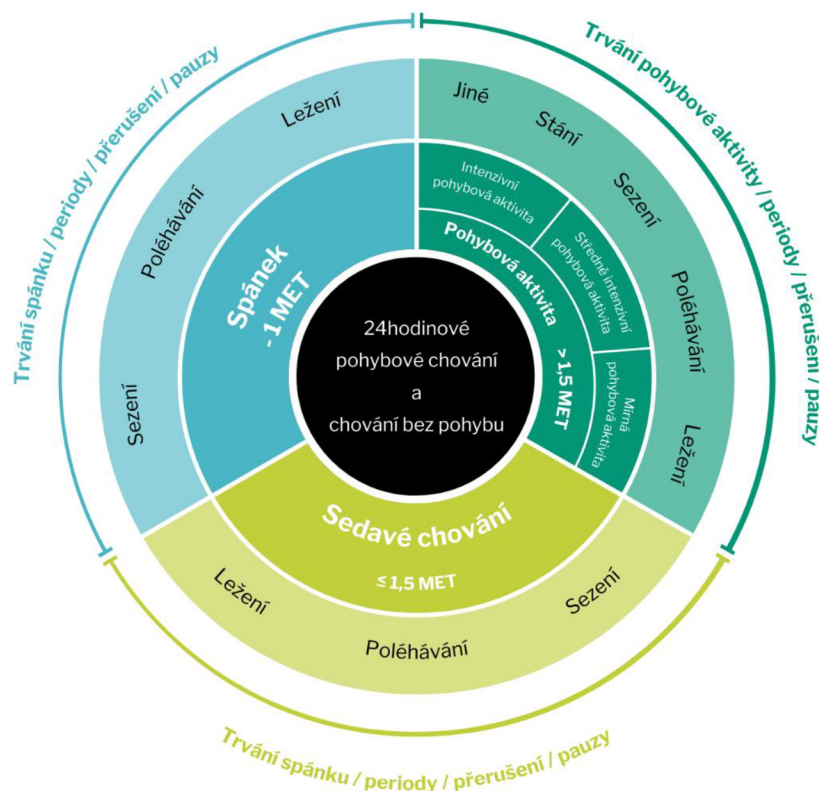
- Sed – pozice, ve které je trup podpírán spíše hýžděmi než nohama a zároveň jsou záda ve vzpřímené poloze. V pasivní formě se jedná např. o sledování televize nebo čtení ($\leq 1,5$ MET) a v aktivní formě to může být například hraní na kytaru v sedě nebo práce na montážní lince v sedě ($> 1,5$ MET).
- Stoj – pozice, ve které člověk udržuje vzpřímené postavení těla a zároveň je podepřen nohama. Pasivní stání se často projevuje při čekání ve frontách nebo cestování hromadnou dopravou (≤ 2 MET), zatímco mezi aktivní stání patří mytí nádobí, malování nebo práce na montážní lince ve stoji (> 2 MET).

2.2.2 24hodinový koncept pohybového chování

V posledních letech se PB často spojuje s 24hodinovým cyklem spánku a bdění (Rosenberger et al., 2019). A to díky pokroku v akcelerometrii, kdy jsme schopni zaznamenávat data nepřetržitě 24 hodin po dobu několika dní (Quante et al., 2015). Jednotlivé 24hodinové modely PB se skládají ze tří hlavních komponent, tedy SB, PA a spánku, které dohromady tvoří jeden celek (Rosenberger et al., 2019; Tremblay et al., 2017).

Obrázek 3

Konceptuální model 24hodinového pohybového a nepohybového chování. Podíly jednotlivých chování nejsou normativní pro dobu, která by měla být tomuto chování denně věnována (Tremblay et al., 2017)



Jednotlivé komponenty se stávají na sobě závislé, to znamená, že změna v jedné komponentě se projeví ve zbývajících komponentách. Jedním z prvních modelů 24hodinového PB představil Tremblay et al. (2017). Model byl postaven na základě ustanovení pojmů týkajících se PB. Samotný model je kombinací aktivit s odlišným energetickým výdejem a typů aktivit z hlediska pozice těla (Obrázek 3).

Jiný pohled na PB přináší konsorcium Prospective Physical Activity, Sitting and Sleep (ProPASS), které rozděluje profil PB do několika dimenzí (Stevens et al., 2020). Jednotlivé dimenze odpovídají určitým kritériím, dle kterých lze rozdělit profil PB na určité komponenty (Obrázek 4).

Obrázek 4

Konstrukť pohybového chování ProPASS z pohledu šesti dimenzí. Podíly jednotlivých chování nejsou normativní pro dobu, která by měla být tomuto chování denně věnována (Stevens et al., 2020)

| | | | | | |
|--|-------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-----------|
| DIMENZE A: INTENZITA ZATÍŽENÍ | SEDAVÉ CHOVÁNÍ | POHYBOVÁ AKTIVITA NÍZKÉ INTENZITY | POHYBOVÁ AKTIVITA STŘEDNÍ INTENZITY | POHYBOVÁ AKTIVITA VYSOKÉ INTENZITY | |
| DIMENZE B: TYP POHYBOVÉ AKTIVITY | CHŮZE | BĚH | CHŮZE DO SCHODŮ | JÍZDA NA KOLE | VESLOVÁNÍ |
| DIMENZE C: POSTURA | LEH | SED | KLIDNÝ STOJ | POHYB (NEKLIDNÝ STOJ) | |
| DIMENZE D: DĚLKA PERIODY | KRÁTKÁ | STŘEDNÍ | DLOUHÁ | | |
| DIMENZE E: DOMÉNA | PRÁCE (ŠKOLA) | VOLNÝ ČAS | TRANSPORT | | |
| DIMENZE F: BIOLOGICKÝ STAV | SPÁNEK | BDĚLOST | | | |

Největší výhodou 24hodinové pohledu na PB je provázanost a propojení všech komponent (Holtermann et al., 2021). Z toho důvodu se začalo pohlížet na PB jako celek, kdy jednotlivé komponenty na sebe působí a jsou na sobě závislé (Pedišić et al., 2017).

Největší podíl na tomto přístupu mají statistici, kteří data o PB začali analyzovat pomocí kompozičních metod (CoDA – *compositional data analysis*). Jednotlivé komponenty se navzájem ovlivňují takovým způsobem, že zvýšení, resp. snížení jedné komponenty se projeví zvýšením, resp. snížením další/dalších komponent. Kompozici PB tvoří nejčastěji čtyři komponenty: spánek, SB, LPA a MVPA, jejichž součet dává 24 hodin, resp. 1440 min (Dumuid, Stanford, et al., 2018). Velkým tématem v CoDA přístupu je i realokační analýza, jejímž cílem je predikovat zdravotní ukazatele při změnách jednotlivých komponent (Janssen et al., 2020). Například jaký bude nárůst procenta tělesného tuku při snížení PA o 30 min denně a zároveň zvýšení SB o 30 min denně.

2.2.3 Doporučení vztahující se k pohybovému chování seniorské populace

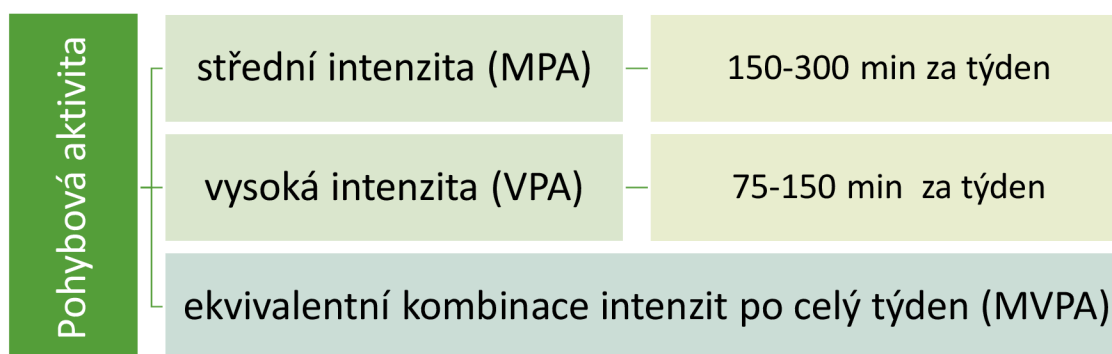
Doporučení WHO pro pohybovou aktivitu a sedavé chování

WHO vydává doporučení jednou za 10 let. Jejich hlavní náplní je podpora veřejného zdraví na všech úrovních populace. Všechna doporučení jsou založena na důkazech a zdravotních benefitech jedinců. Mezi benefity PA seniorů (≥ 65 let) patří: nižší úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění, lepší duševní zdraví (snížení příznaků úzkosti a deprese) nebo nižší incidence diabetu II. typu (Bull et al., 2020).

Doporučení pro množství a intenzitu PA jsou shrnuty na Obrázku 5. Mimo PA je doporučováno i zařadit alespoň dvakrát týdně cvičení na posílení velkých svalových skupin, a také třikrát týdně vykonávat cvičení s důrazem na funkční rovnováhu a sílu. Přesto je jakákoli PA lepší než žádná. Pokud senioři neplní doporučení, měli by začít s menším množstvím a postupně intenzitu a frekvenci PA zvyšovat. Vždy je potřeba přihlížet k aktuálním funkčním schopnostem jedince a přizpůsobit množství PA úrovni jeho kondice (Bull et al., 2020).

Obrázek 5

Doporučení WHO pro množství pohybové aktivity (Bull et al., 2020)



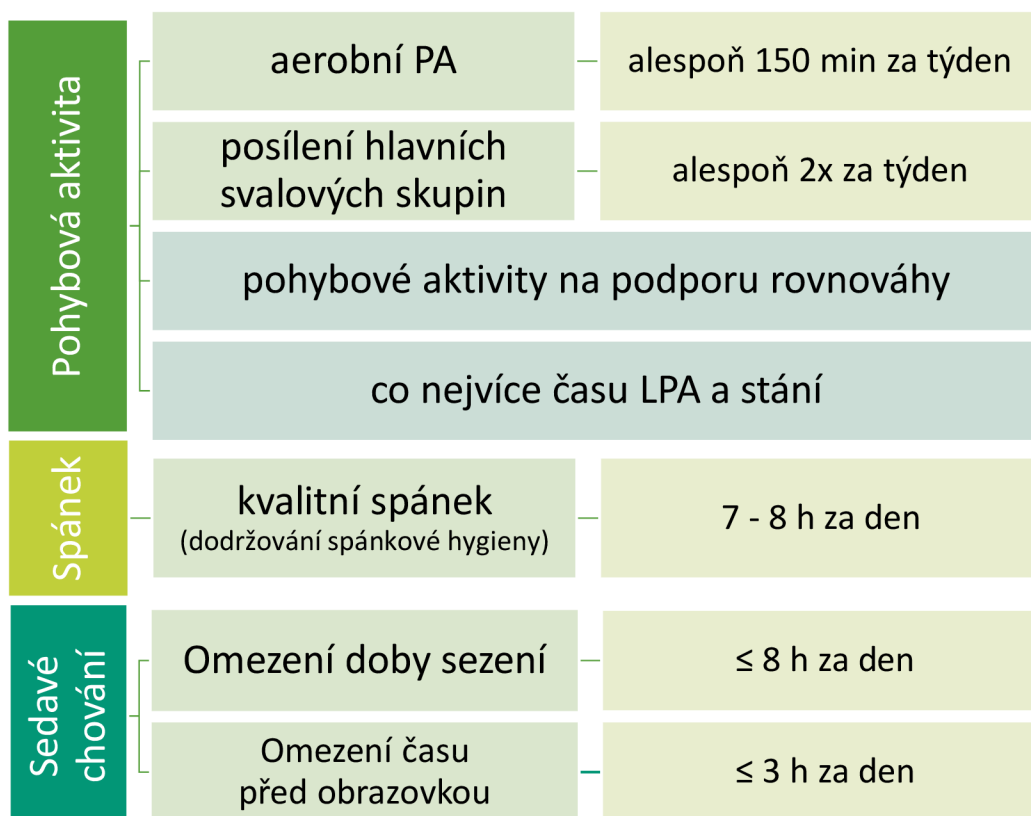
SB je doporučováno omezit na nezbytně nutnou dobu. Nadměrné množství času stráveného SB je spojováno s vyšší úmrtností, výskytem kardiovaskulárních onemocnění nebo rakovinou. Díky nahrazení SB pomocí PA jakékoli intenzity (včetně LPA) může jedinec čerpat další zdravotní benefity (Bull et al., 2020). Vezmeme-li v úvahu dopad pandemie COVID-19, tak je redukce SB a zvýšení PA důležitější než kdy jindy, přesto je potřeba mít na paměti, že inaktivita, SB i tělesná zdatnost jedince se dají ovlivnit vůlí každého z nás (OECD & WHO, 2023).

Kanadské 24hodinové doporučení vztahující se k pohybovému chování

Autorem těchto doporučení je *The Canadian Society for Exercise Physiology*. Jednotlivá doporučení jsou relevantní pro každého jedince ve věku 65 let a starší bez ohledu na pohlaví, kulturní pozadí nebo socioekonomický statut (Obrázek 6). Odlišností těchto doporučení oproti ostatním je zaměření na celých 24 hodin, nikoli pouze na určité komponenty (Ross et al., 2020).

Obrázek 6

Kanadské 24hodinové doporučení pro pohybové chování (Ross et al., 2020)



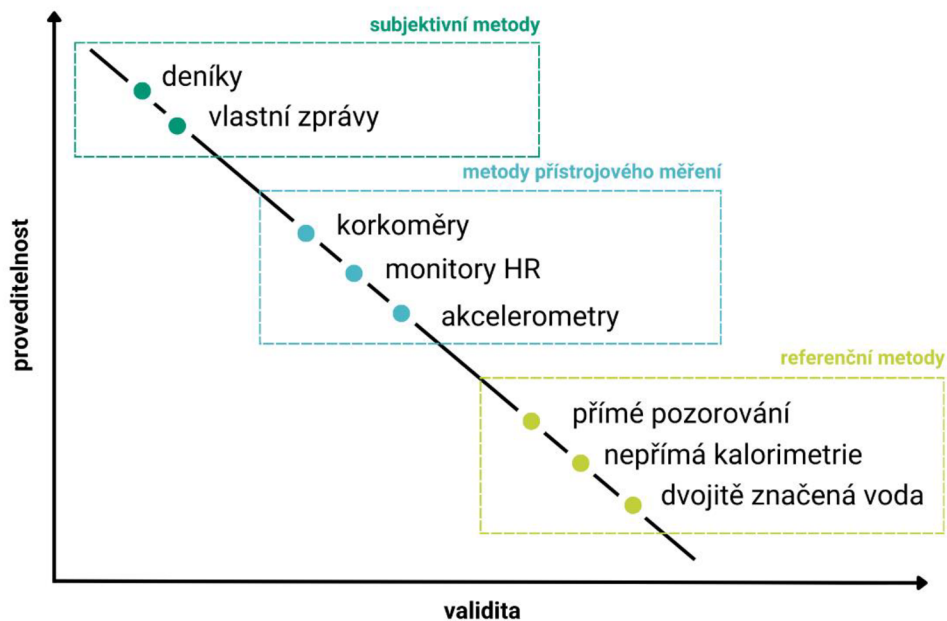
2.2.4 Monitoring pohybového chování

K monitoringu PB seniorů je možné využít různé nástroje (Obrázek 7). Většina studií využívá tzv. self-report metody, mezi které patří například dotazníky, záznamové archy aj. (Sun et al., 2013; Sylvia et al., 2014). Velký vliv na tyto metody má úroveň kognitivních procesů (pozornost, paměť), jež u seniorů vlivem stárnutí klesá (Rait et al., 2005; van Uffelen et al., 2011). Naopak se tyto metody jeví vhodné pro využití u velkých výzkumných souborů s nízkými finančními náklady (Celis-Morales et al., 2012; Schmidt et al., 2020). Obecně ale platí, že se v rámci dotazníku množství PA nadhodnocuje a množství SB podhodnocuje (Prince et al., 2020).

Na druhé straně stojí objektivní metody, které jsou založené na přímém pozorování, nepřímé kalorimetrii nebo přístrojovém měření, díky kterým můžeme posuzovat celé spektrum PB v reálném čase. Objektivní metody můžeme dělit na referenční a přístrojové.

Obrázek 7

Nástroje pro hodnocení pohybového chování a jejich relativní pozice na kontinuu proveditelnosti a validity (Welk et al., 2017)



2.2.4.1 Referenční metody

Tyto metody poskytují přesný výsledek energetického výdeje s vysokou validitou a reliabilitou. Mezi zlatý standard těchto metod patří nepřímá kalorimetrie a metoda dvojitě značené vody (DLW – *doubly labeled water*) (Adamakis et al., 2016). Nejvíce se tyto metody využívají u validačních studií, kdy je velmi důležitá přesnost naměřených dat, převážně validační studie přístrojových senzorů na měření PB. Obě metody jsou velmi náročné a většinou aplikovány v laboratorním prostředí.

Metoda dvojitě značené vody

Poprvé byla tato metoda vyzkoušena na lidech v roce 1982 a postupně se stala zlatým standardem (Schoeller & Van Santen, 1982). Metoda DLW je založena na rozdílu mezi rychlostmi přeměny vodíku a kyslíku tělesné vody v závislosti na produkci oxidu uhličitého, konkrétně izotopu vodíku - ^2H a izotopu kyslíku - ^{18}O (Westerterp, 2017a). Protokol této metody obsahuje následující aspekty (Westerterp, 2017b):

- Pozorovací interval: 1–3 týdny.
- Izotopová dávka:
 - >1,8 g vody/kg tělesné vody s 10 % ^{18}O ,
 - >0,12 g vody/kg tělesné vody s 99 % ^2H .
- Kolekce vzorků (krev, sliny nebo moč):
 - vzorek před podáním izotopů,
 - dva nezávislé vzorky ihned po ekvilibraci dávky,
 - dva nezávislé vzorky na konci sledovaného období.
- Analýza vzorků s přesností 0,5 ppm pro oba izotopy.

Mezi největší nevýhody této metody patří vysoké finanční náklady a specializované znalosti pro analýzu koncentrací izotopů (Ainslie et al., 2003; Ndahimana & Kim, 2017). I když se jedná o nejpřesnější metodu měření energetického výdeje, tak určitou limitou je absence dalšího kontextu PA, jako je intenzita, délka trvání nebo typ PA (Welk et al., 2017).

Nepřímá kalorimetrie

Kalorimetrie je metoda, která se u lidí nejčastěji opírá o měření vdechovaného a vydechovaného objemu plynu a koncentrací O_2 a CO_2 (Leonard, 2012). Jedná se o neinvazivní metodu, která umožňuje i terénní hodnocení energetického výdeje. Tato metoda se považuje za zlatý standard při měření klidového energetického výdeje, přesto se z naměřených údajů dají odvodit i další parametry, jako je např. využití sacharidů, tuků nebo bílkovin (Delsoglio et al., 2019). K výpočtu proměnných jsou použita hrubá měření respirační frekvence a koncentrace plynů, ke kterým patří (Leonard, 2012):

- rychlost ventilace – V_E (l/min),
- spotřeba O_2 – V_{O_2} (l O_2 /min),
- produkce CO_2 – V_{CO_2} (l CO_2 /min),
- respirační kvocient – $\text{RQ} = V_{\text{CO}_2}/V_{\text{O}_2}$.

Výhodou nepřímé kalorimetrie je přesná kvantifikace rychlosti metabolismu. Naopak nevýhodou je vysoká cena (ale levnější než metoda DLW) a časová náročnost pro subjekty (až 24 hodin) (Ndahimana & Kim, 2017).

2.2.4.2 Metody přístrojového měření

Mezi nejvíce využívané přístrojové senzory patří akcelerometry (*ACM - accelerometer*), pedometry, GPS-lokátory aj. (Jørgensen et al., 2009). Velkou výhodou využití těchto senzorů u seniorské populace je také fakt, že můžeme zachytit i aktivity s nižší intenzitou, jež mohou být pro některé jedince klíčové. S ohledem na záměr práce bude prostor níže věnován pouze akcelerometrii, která byla využita v rámci výzkumu k této práci.

Akcelerometr

ACM je senzor zaznamenávající akceleraci v jedné, dvou nebo třech osách (v závislosti na modelu či nastavení senzoru) (Cuberek, 2019). Většina studií umísťovala ACM na pravý bok pomocí elastického pásu (Migueles et al., 2017). Důvodem bylo umístění blízko těžiště, které odráželo pohyb celého těla, a proto bylo optimální (Westerterp, 1999). Dalším možným způsobem je umístění senzoru na zápěstí, se kterým přišly dvě nedávné studie NHANES a UK Biobank (Doherty et al., 2017; Troiano et al., 2014). Důvodem bylo především pohodlnější nošení. V posledních letech se dostává do popředí také umístění senzoru na stehno, jehož největší výhodou je detekce postury (Crowley et al., 2019). Doposud však není jednoznačné, které z umístění je z hlediska validního popisu PB nejvhodnější. Zároveň má každé umístění své nevýhody. Jistým řešením se nabízí vícenásobná akcelerometrie, která kombinuje více senzorů na odlišných tělesných segmentech (Cleland et al., 2013).

Hrubá data z ACM představují směr a velikost zrychlení z jednotlivých os v jednotce g , kdy $1 g$ je ekvivalentní zemské gravitaci ($9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$). Vlastnosti dat závisí na vzorkovací frekvenci, která bývá většinou v rozmezí 25–100 Hz (Migueles et al., 2017), přesto by měla být nastavena alespoň na frekvenci dvakrát větší, než je frekvence pohybu. Surový signál z ACM pak zahrnuje tři komponenty: zrychlení dané pohybem jedince, gravitační zrychlení a šum, kdy u rotačních pohybů klesá možnost jejich odlišení (van Hees et al., 2013). Dřívější modely ACM neměly dostatečnou kapacitu uložení ani baterie, aby poskytly dostatečné množství surových dat. Z toho důvodu se dříve data zpracovávala pomocí jednotky *count*, která uvádí intenzitu pohybu za časový úsek (obvykle 60 s). Nejnovější metody zpracování surových dat z ACM nezahrnují filtrování šumu, jako tomu bývalo u dřívějších metod (Arvidsson et al., 2019). Mezi základní metriky signálu akcelerace patří *střední odchylka amplitudy* (MAD – mean amplitude deviation), jež představuje střední hodnotu dynamické složky akcelerace (Vähä-Ypyä et al., 2015). Další komponentou dynamické akcelerace je *Euklidovská norma bez jedné* (ENMO – Euclidian norm minus one), která vychází z konceptu separace dvou základních komponent akcelerace, kterými jsou pohyb a gravitace (van Hees et al., 2013). Díky volně dostupnému software R (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) a stále se zdokonalujícímu balíčku GGIR (jeho

implementace do programu R umožňuje zpracování a vyhodnocení surových dat z ACM), který se opírá o metriku ENMO, dochází k určitému sjednocení použitých metrik napříč výzkumy (Cuberek, 2019).

2.2.5 24hodinové pohybové chování seniorů

Složení 24hodinového profilu PB se liší v závislosti na věku, ročním období, a dokonce i mezi pohlavím (Cabanas-Sánchez et al., 2020; Koolhaas et al., 2017; Verhoog et al., 2020). Přesto, že existuje variabilita mezi profily PB, výzkumy naznačují, že některé charakteristiky jsou pro určité skupiny populace specifické. Zdravotní komplikace, včetně poklesu kognitivních funkcí a úbytku tělesné zdatnosti, mají významný vliv na strukturu PB během dne a zvláště na plnění doporučení vztahujících se k PB (Luo et al., 2022; Mellow, Crozier, et al., 2022). Například studie NHANES uvádí, že populace starších dospělých ve věku 50–79 let tráví v průměrném dni 7 h spánkem, 10,5 h SB, 6,3 h LPA a 0,2 h MVPA (Mcgregor et al., 2021). Odlišné hodnoty prezentuje studie seniors-ENRICA-2, kde senioři ve věku 64 let a starší tráví v průměrném dni 7,7 h spánkem, 12,7 h SB, 2,6 h LPA a 1 h MVPA (Cabanas-Sánchez et al., 2020). Nizozemská kohortová studie ukazuje, že průměrný den seniorů se v průměrném věku 70,9 let skládal ze 6,4 h spánku, 13,5 h SB, 2,5 h LPA a 1,4 h MVPA (Hofman et al., 2022; Koolhaas et al., 2017). Složení 24hodinového profilu PB japonské populace ve věku 65–84 let se skládalo z 7,4 h spánku, 8,1 h SB, 7,4 h LPA a 1,1 h MVPA (Seol et al., 2020). Španělská studie IMPACT65+ došla k závěru, že struktura 24hodinového PB španělských seniorů se skládá z 35,8 % (8,3 h) spánku, 30,7 % (7,1 h) SB, 31,5 % (7,3 h) LPA a 2 % (0,5 h) MVPA (Cabanas-Sánchez et al., 2019). Naproti tomu španělská studie EXERNET-Elder 3.0 popsala strukturu 24hodinového profilu PB následovně: 35,2 % (8,5 h) spánku, 57,5 % (13,8 h) SB, 5,7 (1,4 h) LPA a 1,5 % (0,4 h) MVPA (Moradell et al., 2021).

Pohybové chování seniorů ve vztahu k věku

Studie Cabanas-Sánchez et al. (2020) potvrzuje rozdíly v profilech PB mezi skupinami seniorů ve věku 65–69 let, 70–74 let a ≥ 75 let. Konkrétně byly nalezeny rozdíly v času tráveném SB, LPA a MVPA. Koolhaas et al. (2017) zkoumali o něco starší seniory ve věkových skupinách 70–74 let, 75–79 let, 80–84 let a ≥ 85 let a došli k závěru, že s věkem klesá množství času tráveného LPA a MVPA na úkor zvyšujícího se času tráveného spánkem a SB, přesto že navýšení množství těchto komponent s narůstajícím věkem nebylo statisticky významné. Rozdíl mezi množstvím SB a MVPA potvrdila i studie Cabanas-Sánchez et al. (2019), avšak rozdíly v množství spánku a LPA nebyly pro skupiny ≤ 70 let a > 70 let statisticky významné.

Pohybové chování seniorů ve vztahu k pohlaví

Studie zaměřená pouze na ženy ve věku 50–79 let ukazuje, že průměrný den zahrnuje 8,5 h spánku, 9,8 h SB 4,8 LPA a 0,9 h MVPA (Full et al., 2020). Koolhaas et al. (2017) zkoumali rozdíly v PB mužů a žen a došli k závěru, že se statisticky významně liší struktura PB v kontextu pohlaví. Kompozice 24hodinového PB žen se skládala z 6,8 h spánku, 13,4 h SB, 2,5 h LPA a 1,3 h MVPA, zatímco u mužů se skládala z 6,6 h spánku, 13,9 h SB, 2,3 LPA a 1,2 h MVPA (Koolhaas et al., 2017). Koolhaas et al. (2017) zároveň ukazuje, jak se s věkem snižuje doba trávená PA a zvyšují se komponenty SB a spánek, a to jak u mužů, tak i u žen. Rozdíl mezi pohlavím potvrzuje i studie Cabanas-Sánchez et al. (2020), jež potvrzuje, že ženy tráví více času spánkem a LPA a naopak méně času SB. Jediným rozdílem je, že studie Cabanas-Sánchez et al. (2020) uvádí, že muži tráví více času MVPA, s čímž souhlasí i studie (Cabanas-Sánchez et al., 2019). Na druhé straně studie Koolhaas et al. (2017) ukazuje, že více času MVPA tráví ženy. Zjištění, že muži tráví více času SB a ženy více času spánkem potvrdila i studie Hofman et al. (2022).

2.3 Kompoziční analýza

Základní principy kompoziční analýzy dat (CoDA – Compositional data analysis) poprvé publikoval John Aitchison (1982). Jedná se o analýzu nezáporných vícerozměrných dat, kde absolutní hodnoty dat mají pouze relativní význam. Tento přístup byl původně využíván pro analýzu geochemických dat (chemické složení). Od té doby je implementován do celé řady oborů, jako je např. politologie (proporce hlasování), geografie (proporce využití půdy) nebo sociologie (časové rozpočty) (Quinn et al., 2018). Souhrn všech částí celku se označuje jako kompozice, jednotlivé součásti pak jako komponenty (Greenacre, 2021). Důvodem CoDA je fakt, že při použití standardních metod může docházet k zavádějícím výsledkům.

Kompoziční datový soubor je takový, jehož data vyjadřují části z nějakého celku. Minimální počet komponent v kompozici jsou dvě. Hodnoty kompozičních dat mohou být uvedeny jak v absolutním měřítku (jako peníze, množství či čas), tak v relativním měřítku, jako např. procenta. Tato data jsou přirozeně vícerozměrná, přesto nemůžeme analyzovat každou komponentu zvlášť jako u standardních vícerozměrných dat, neboť bez znalosti ostatních komponent nemá jedna vybraná komponenta žádný význam (van den Boogaart & Tolosana-Delgado, 2013).

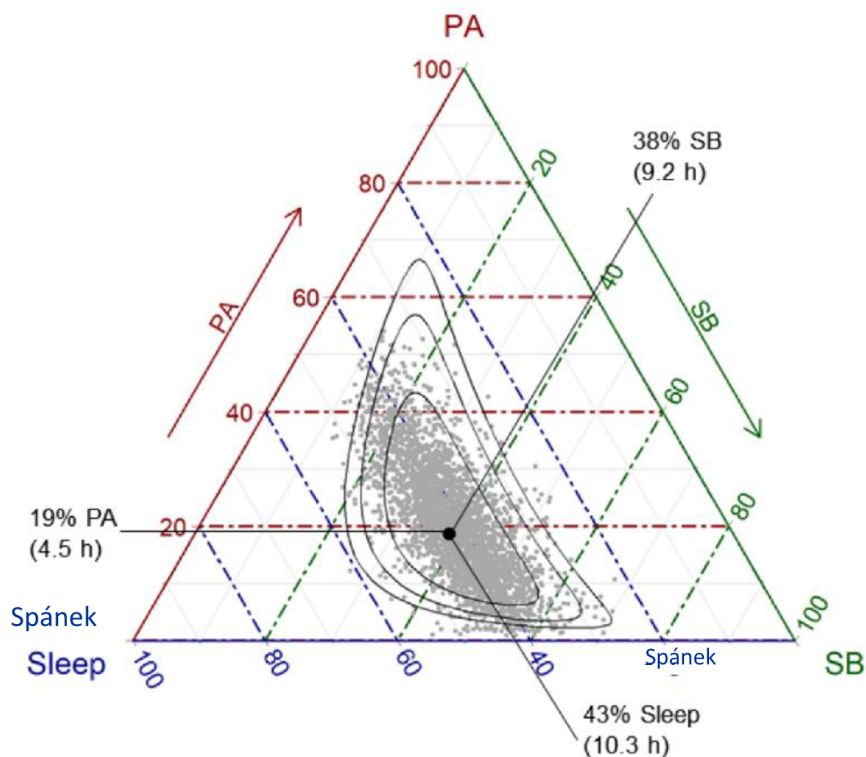
CoDA pracuje s konstantním součtem, to znamená, že součet všech komponent celku je roven 1 nebo 100 % a žádné hodnoty nejsou záporné (Pawlowsky-Glahn & Buccianti, 2011). Využívá se nejen pro data, jejichž součet je omezen na konstantní absolutní hodnotu (např. 24 h), ale také se využívá např. u přepočtu tělesného složení z kg na % z celku. Díky tomu můžeme lépe porovnávat jedince mezi sebou.

Prostor, ve kterém se data zobrazují se nazývá Simplex. Příkladem může být třísloužková kompozice ve tvaru trojúhelníku (Obrázek 8). Kompozice se skládá z množství času tráveného spánkem, SB a PA, to znamená že příslušný denní mix pak musí ležet v prostoru ternárního grafu a nemůže být zaznamenán mimo něj. Pokud by byl datový bod zaznamenán mimo, znamenalo by to buď záporný čas trávený alespoň jednou komponentou, nebo naopak vyšší hodnotu komponenty, než je hodnota celé kompozice, v tomto případě 24 h (Dumuid et al., 2020).

Jedním z příkladů kompozičních dat, je právě PB. Celkový součet komponent PB může být vyjádřený jako 24 h, 1440 min, 100 %, nebo 1, bez ohledu na počet komponent (Dumuid et al., 2020). Na kompoziční povahu dat o PB poprvé upozornil Pedišić (2014), který upozornil na fakt, že je snižován význam zjištění vlivem používání nevhodných statistických postupů a vyzval ke změně paradigmatu směrem ke kompozičnímu přístupu (Pedišić, 2014). Následně byl tento koncept podpořen studiemi Chastin et al. (2015) a Carson et al. (2016), jež prokazovaly vztah mezi zdravotními ukazateli a logaritmičnými poměry PB.

Obrázek 8

Příklad ternárního diagramu reprezentující simplex pro třísloužkovou kompozici (Dumuid et al., 2020)



2.3.1 Přístup logaritmických podílů

Tento přístup vychází z předpokladu, že každou komponentu z kompozice lze vyjádřit poměrem jejich částí. Transformace dat jako logaritmických poměrů slouží k přenosu z omezeného simplexového prostoru do neomezeného reálného prostoru a díky tomu můžeme používat tradiční vícerozměrnou statistiku, jako jsou např. t-testy nebo vícenásobná lineární regrese (Mateu-Figueras et al., 2011). Přítomnost nul v souboru dat neumožňuje použití logaritmických poměrů, přesto jsou navrženy metody, které by se měly s tímto problémem vypořádat (Palarea-Albaladejo & Martín-Fernández, 2015). Někdy se tyto logaritmické podíly označují jako souřadnice, jež představují obecnější matematický koncept výsledných logaritmických podílů, které jsou body/souřadnicemi v reálném prostoru (Dumuid et al., 2020).

Byla popsána řada logaritmických transformací, jejichž přehled je v Tabulce 2 (Pawlowsky-Glahn et al., 2015). Transformace aditivního logaritmického poměru (ALR) jsou asymetrické a navíc dochází k porušení vzdáleností a úhlů v Aitchisonově geometrii, což omezuje jejich užití ve statistických aplikacích. To znamená, že transformace ALR v Aitchisonově geometrii je šikmá a tradiční statistické metody nelze použít (Dumuid, Stanford, et al., 2018).

Tabulka 2

Logaritmické transformace

| Název | zkratka | popis |
|--------------------------------|-----------|--|
| Párový logaritmický podíl | LR (lr) | Logaritmus podílu dvou dílů |
| Aditivní logaritmický podíl | ALR (alr) | Logaritmus podílu jednotlivých složek |
| Souhrnný logaritmický podíl | SLR (slr) | Logaritmus podílu součtu dvou podmnožin |
| Centrovaný logaritmický podíl | CLR (clr) | Logaritmus podílu části a geometrického průměru všech částí |
| Izometrický logaritmický podíl | ILR (ilr) | Logaritmus podílu geometrických průměrů dvou podmnožin |
| Pivotový logaritmický podíl | PLR (plr) | Logaritmus podílu jedné části a geometrického průměru podmnožiny dílčích částí |

Poznámka. PLR je jednodušší forma a speciální případ ILR.

Centrovaný logaritmický poměr (CLR) vyjadřuje, jak se liší každá složka od geometrického průměru celku. CLR transformace jsou symetrické a izometrické, avšak vzniká u nich problém singularity, to znamená, že může nastat situace, že některá hodnota je nulová, a tudíž nastává problém s výpočtem logaritmu z nuly.

Problém singularity je možné překonat využitím izometrického logaritmického podílu (ILR). ILR pracuje s vícerozměrnými daty pomocí hierarchie nebo stromové struktury, kdy dochází k postupnému binárnímu dělení. V každém kroku se využívá geometrický průměr, který je stabilní i pro nuly. Díky tomu ILR transformace umožňuje zachovat strukturu kompozičních dat (Greenacre, 2021).

Variantou ILR je pivotový logaritmický podíl, který se zaměřuje na porovnání jedné složky se složkami zbývajících. Díky tomu je asociace každé komponenty s jakýmkoli indikátorem zdraví adekvátně vyjádřena ve vztahu ke zbývajícím komponentám. Nejčastěji se tato transformace využívá v kompoziční analýze PB. Pro čtyřsložkové kompozice se využívají tři pivotové souřadnice, které jsou obdobné pro všechny komponenty. Pro komponentu spánek vypadají tyto souřadnice následovně (Wu et al., 2023):

$$plr_1 = \sqrt{\frac{3}{4}} \ln \frac{SPÁNEK}{(SB * LPA * MVPA)^{\frac{1}{3}}},$$

$$plr_2 = \sqrt{\frac{2}{3}} \ln \frac{SB}{(LPA * MVPA)^{\frac{1}{2}}},$$

$$plr_3 = \sqrt{\frac{3}{4}} \ln \frac{LPA}{(MVPA)^{\frac{2}{3}}}.$$

2.3.2 Deskriptivní analýza kompozičních dat

Vzhledem k tomu, že pro kompoziční data neplatí pravidla Euklidovské geometrie, není možné používat standardní deskriptivní údaje, jako je aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Podle Pawlowsky-Glahn a Egozcue (2002) je geometrický průměr správnou alternativou k aritmetickému průměru.

Střed neboli kompoziční geometrický průměr kompozice je vyjádřen jako vektor geometrických průměrů jednotlivých komponent přeškálovaný (bez ztráty informace) tak, aby jejich součet byl roven 24 h, 1440 min nebo 100 %. Na Obrázku 8 je kompoziční geometrický průměr znázorněn v ternárním diagramu pomocí černé tečky. Tento střed lze ekvivalentně vyjádřit v procentech (Spánek; SB; PA) = (43; 38; 19) nebo v hodinách (10,3; 9,2; 4,5) či v minutách (617; 553; 269). Kompoziční geometrický průměr bere v úvahu podíly jednotlivých komponent a je tak více náchylný na relativní změny mezi hodnotami. Zatímco aritmetický průměr počítá se samotnými hodnotami (Dumuid et al., 2020).

Kompoziční geometrický průměr se dá graficky znázornit např. pomocí ternárního grafu nebo pomocí sloupcového grafu označovaného jako barplot. Ten zobrazuje rozdíly v geometrickém průměru vybrané skupiny vzhledem ke geometrickému průměru celého souboru. Jednotlivé sloupce grafu představují logaritmický podíl geometrických průměrů mezi celým souborem a vybranou skupinou. Pokud je geometrický průměr souboru shodný s geometrickým průměrem vybrané skupiny, je podíl roven 1 a logaritmus je roven 0. Avšak pokud je geometrický průměr vybrané skupiny větší nebo menší než geometrický průměr souboru, pak se poměr liší a logaritmus je kladný nebo záporný. Čím větší sloupec (ať už kladný nebo záporný), tím větší rozdíl. Logaritmický poměr - 0,15 znamená, že vybraná skupina má o 15 % méně dané komponenty, oproti geometrickému průměru celého souboru (Martín-Fernández et al., 2015).

Variabilitu kompozice nelze popsat pomocí jednorozměrných charakteristik, jako je směrodatná odchylka, neboť jakmile se změní jedna komponenta, musí se změnit i komponenty zbývající. Proto se používá např. rozptyl nebo variační matice. Jednotlivé hodnoty variační matice ukazují rozptyl dat logaritmického podílu mezi jednotlivými komponentami. Hodnoty blízké nule znamenají, že obě komponenty jsou konzistentně proporcionální (Gupta et al., 2018). Pokud je hodnota záporná, znamená to, že jmenovatel logaritmického podílu je větší než číselník (Dumuid et al., 2020).

2.3.3 Statistická analýza kompozičních dat

Kompoziční data, stejně jako jakákoliv jiná, mohou obsahovat odlehlé hodnoty. Mnoho klasických statistických metod spoléhá na přesné modelové předpoklady, jako je např. normální rozložení dat (Filzmoser et al., 2018). Robustní statistika nabízí metodologický přístup, který toleruje určité odchylky od modelových předpokladů (Law et al., 1986). Základní myšlenkou robustních statistických metod je přizpůsobit statistický model většině dat a neuspokojovat každý datový bod jedním a týmž modelem. Příkladem mohou být odlehlé hodnoty v jednoduché lineární regresní analýze, které mohou zcela zkazit regresní přímku, zatímco robustní regresní přímka odpovídá datovým bodům, které tvoří většinu a vykazují lineární trend (Buxeda i Garrigós, 2018). Robustní metody přidělují datovým bodům vhodné hodnoty v rozsahu $[0,1]$, kdy hodnoty blízké 1 se týkají datových bodů, které odpovídají modelu, zatímco odlehlé datové body dostávají nižší hodnoty (Maronna et al., 2006).

Regresní analýza

Regresní analýza se používá k modelování vztahu mezi proměnnou odezvy a jednou nebo více vysvětlujícími proměnnými (kovariáty). V kompozičním případě záleží na správné volbě log-podílových souřadnic, a to jak kvůli interpretaci regresních parametrů, tak kvůli vlastnostem regresních modelů. Preferovány jsou především pivotové souřadnice, konkrétně první (plr_1), která odráží dominanci dané komponenty nad ostatními v rámci kompozice a zlepšuje interpretovatelnost regresních koeficientů (Štefelová et al., 2018). Vzhledem k tomu, že se při pozorování PB běžně vyskytují odlehlé hodnoty, je potřeba v rámci analýzy použít robustní přístup, který eliminuje vliv těchto odlehlých hodnot (Pawlowsky-Glahn et al., 2015).

Izotemporální substituční analýza

Pro zkoumání teoretických změn při přerozdělování času mezi komponentami byl vyvinut model izotemporální substituce (Dumuid et al., 2019). První pokus o modelování teoretického účinku nahrazení jedné komponenty jinou učinili Mekary et al. (2009). Izotemporální substituce je založena na vícenásobném regresním modelu. Jako výchozí bod pro účely predikce se využívá průměrná skladba kompozice (tj. kompoziční průměr). Tato metoda si získala velkou oblibu v epidemiologických výzkumech, jako je např. Lerma et al. (2018) a Yasunaga et al. (2018), kteří zkoumali vliv přerozdělení času mezi SB, LPA a MVPA na tělesnou zdatnost a obvyklou rychlost chůze u seniorů nebo Tully et al. (2020), kteří zkoumali vztah mezi přerozdělením času a duševním zdravím seniorů.

3 CÍLE

3.1 Hlavní cíl

Popsat 24hodinové profily pohybového chování českých seniorů z hlediska jejich intenzity a postury a určit jejich vztah k tělesné zdatnosti, riziku pádu a obavě z pádu.

3.2 Dílčí cíle

- 1) Popsat 24hodinový profil pohybového chování českého seniora z hlediska jeho intenzity a postury.
- 2) Popsat a porovnat rozdíly ve 24hodinových profilech pohybového chování z hlediska jejich intenzity a postury u seniorů ve věkových skupinách 65–69 let, 70–74 let, 75–79 let a ≥ 80 let.
- 3) Popsat a porovnat rozdíly ve 24hodinových profilech pohybového chování z hlediska jejich intenzity a postury u mužů a žen seniorského věku.
- 4) Popsat a porovnat rozdíly ve 24hodinových profilech pohybového chování z hlediska jejich intenzity a postury u seniorů s dobrou a sníženou tělesnou zdatností.
- 5) Popsat a porovnat rozdíly ve 24hodinových profilech pohybového chování z hlediska jejich intenzity a postury u seniorů se sníženým a zvýšeným rizikem pádu.
- 6) Popsat a porovnat rozdíly ve 24hodinových profilech pohybového chování z hlediska jejich intenzity a postury u seniorů s nízkou a zvýšenou obavou z pádu.

3.3 Výzkumné hypotézy

H₁: S narůstajícím věkem českých seniorů narůstá objem sedavého chování.

Zdůvodnění: Proces stárnutí nese s sebou změny spojené s postupným úbytkem fyzických sil a adaptací organismu na funkční změny, které mohou mít vliv na množství času tráveného sedavým chováním. Dostupné studie ukazují na konzistentní trend zvyšování objemu sedavého chování s přibývajícím věkem (Cabanas-Sánchez et al., 2020; Koolhaas et al., 2017). Na základě těchto poznatků předpokládáme rozdíly v objemu sedavého chování v rámci kompozice intenzity mezi věkovými skupinami seniorů.

Komentář: Analyzován bude rozdíl mezi průměrným denním objemem sedavého chování u čtyř věkových skupin seniorů.

H₂: S narůstajícím věkem českých seniorů se snižuje objem pohybu.

Zdůvodnění: S narůstajícím věkem dochází vlivem involučních změn k poklesu fyzické výkonnosti, což může vést k poklesu celkové pohybové aktivity jedince. Nedávné studie ukazují na konzistentní trend snižování úrovně pohybu s přibývajícím věkem (Evenson et al., 2012; Lohne-Seiler et al., 2014). Předpokládáme rozdíly v objemu pohybu v rámci kompozice postury u čtyř věkových skupin seniorů.

Komentář: Analyzován bude rozdíl mezi průměrným denním objemem pohybu u čtyř věkových skupin seniorů.

H₃: Objem sedavého chování se liší u českých mužů a žen seniorského věku.

Zdůvodnění: Nedávná zjištění naznačují, že ženy tráví méně času sedavým chováním (Arnardottir et al., 2013; Cabanas-Sánchez et al., 2020). Tyto rozdíly jsou nejčastěji spojovány s tradičními pohlavními rolami, kdy ženy tráví více času v domácnosti a péčí o rodinu. Na základě těchto poznatků předpokládáme, že se bude lišit objem sedavého chování u mužů a žen seniorského věku.

Komentář: Analyzován bude rozdíl mezi průměrným denním objemem sedavého chování u mužů a žen.

H₄: Objem času tráveného v poloze sed se liší u českých mužů a žen seniorského věku.

Zdůvodnění: Hypotéza vychází z předpokladu, že obdobně jako ve studiích Cabanas-Sánchez et al. (2019) a Rosenberg et al. (2020) se i u českých mužů a žen seniorského věku bude doba trávená v poloze sed lišit.

Komentář: Analyzován bude rozdíl mezi průměrným objemem času tráveného v poloze sed u mužů a žen.

H₅: Vyšší množství času tráveného pohybovou aktivitou střední až vysoké intenzity je asociováno s nárůstem tělesné zdatnosti českých seniorů.

Zdůvodnění: Studie da Silva et al. (2019) naznačuje, že vyšší množství času tráveného pohybovou aktivitou střední až vysoké intenzity je úzce spojeno s dobrou tělesnou zdatností seniorů. Na základě toho předpokládáme pozitivní asociaci mezi pohybovou aktivitou střední až vysoké intenzity a tělesnou zdatností u seniorů v rámci 24hodinového profilu pohybového chování.

Komentář: Tělesná zdatnost jako závislá proměnná je vyjádřena dichotomickou proměnnou. Nezávislou proměnnou je pohybová aktivita střední až vysoké intenzity, která je vyjádřena její první pivotovou souřadnicí v rámci kompozice pohybového chování z hlediska jeho intenzity.

H₆: Vyšší množství času tráveného pohybovou aktivitou střední až vysoké intenzity je asociováno s poklesem rizika pádu u českých seniorů.

Zdůvodnění: V rámci 24hodinového pohybového chování seniorů hrají všechny komponenty klíčovou roli ovlivňující riziko pádu (Thibaud et al., 2012). Konkrétně nedostatek pohybové aktivity střední až vysoké intenzity je asociován s vyšším rizikem pádu (Drootin, 2011). Vzhledem k tomu předpokládáme negativní asociaci mezi množstvím pohybové aktivity střední až vysoké intenzity a rizikem pádu u seniorů.

Komentář: Riziko pádu jako závislá proměnná je vyjádřena dichotomickou proměnnou. Nezávislou proměnnou je pohybová aktivita střední až vysoké intenzity, která je vyjádřena její první pivotovou souřadnicí v rámci kompozice pohybového chování z hlediska jeho intenzity.

H₇: Vyšší množství času tráveného pohybovou aktivitou střední až vysoké intenzity je asociováno s poklesem obavy z pádu u českých seniorů.

Zdůvodnění: Hypotéza vychází z předpokladu, že obdobně jako u seniorů ve studiích Moradell et al. (2021) Moreira et al. (2018) je i u českých seniorů vyšší množství pohybové aktivity střední až vysoké intenzity negativně asociováno s obavou z pádu.

Komentář: Obava z pádu jako závislá proměnná je vyjádřena dichotomickou proměnnou. Nezávislou proměnnou je pohybová aktivita střední až vysoké intenzity, která je vyjádřena její první pivotovou souřadnicí v rámci kompozice pohybového chování z hlediska jeho intenzity.

4 METODIKA

V současné době se do popředí zájmu dostává problematika stárnutí populace a s ní spojené zdravotní aspekty, jako jsou prevence pádu, tělesná zdatnost a PA. Přesto existuje velmi omezené množství studií zaměřující se na komplexní analýzu 24hodinových profilů PB seniorů a jejich vztahu k tělesné zdatnosti, riziku pádu a obavám z pádu.

Tato práce se snaží vyplnit mezeru ve výzkumu a přinést kompletní 24hodinový pohled na PB českých seniorů s ohledem na prevenci v oblasti pádů a tělesné zdatnosti. Přínosem práce je poskytnutí komplexního 24hodinového pohledu na PB seniorů z hlediska jeho intenzity a postury, který je navíc podpořen kompozičním zpracováním naměřených dat. Navíc výzkum v této oblasti může přinést cenné informace pro tvorbu intervencí a programů, které podporují zdravý životní styl seniorů a přispívají k celkovému zlepšení kvality jejich života.

Práce má charakter kvantitativního empirického výzkumu, při kterém je posuzován vztah mezi 24hodinovým profilem PB z hlediska jeho intenzity a postury a tělesnou zdatností, rizikem pádu a obavou z pádu u seniorské populace. Při řešení výzkumných cílů byla využita kombinace přístrojového monitorování PB, dotazníků a motorických testů.

Práce vychází z podpory tří výzkumných grantů, konkrétně z výzkumných institucionálních grantů IGA_FTK_2020_001 a IGA_FTK_2021_002 a také z výzkumného grantu „Optimalizace 24hodinového pohybového chování pro prevenci obezity v době po pandemii“ (22–02392S) poskytnutým Grantovou agenturou České republiky. Tyto granty nejenže umožnily rozsáhlý sběr dat, ale také podporovaly výzkumný tým při implementaci špičkových metod a technologií, což poskytlo pevný základ pro dosažení stanovených cílů.

4.1 Design výzkumu

Sběr dat probíhal v letech 2020–2023 v průběhu jarních, podzimních i zimních měsíců (potencionální sezónní rozdíly byly zahrnuty jako jeden z kovariátů pro statistické analýzy). Na sběru dat se podíleli jak pregraduální, tak postgraduální studenti Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého (FTK UP). Měření probíhalo na FTK UP v geriatrické poradně Fakultní nemocnice v Olomouci (FNOL) a během pravidelných setkání ve vybraných seniorských klubech. Výzkumu se zúčastnili především proaktivní jedinci, kteří měli zájem podílet se na výzkumu a dobrovolně se do něj přihlásili. Jedním z kritérií byl dobrý zdravotní stav, absence pomůcek pro chůzi a minimální věková hranice 65 let. Je potřeba brát v úvahu, že výzkumný vzorek není reprezentativní pro celou seniorskou populaci České republiky, nýbrž představuje dostupný soubor proaktivních jedinců.

Před zahájením výzkumu byli senioři seznámeni s výzkumným záměrem a náročností měření. Každý účastník při podpisu informovaného souhlasu (Příloha 1) obdržel unikátní číselný kód pro anonymní zpracování dat. Měření zahrnovalo provedení motorických testů, vysvětlení dotazníku (který účastníci vyplňovali v domácím prostředí) a nasazení ACM s instrukcemi k jejich nošení. Pro monitoring PB byly využity tři ACM, které zaznamenávaly surová data ve třech ortogonálních osách (x, y, z) a byly umístěny na odlišných tělesných segmentech: senzor Axivity AX3 byl umístěn na stehno a zápěstí a senzor Actigraph wGT3X-BT za pasem. Měření PB trvalo 7 dní a 18 hodin, od 18 h dne, kdy byly senzory nasazeny do 12 h devátého dne. Tato doba byla zvolena z důvodu záznamu surových dat z celého spánku před a po 7denním nepřetržitém monitoringu pro budoucí analýzu.

Všichni účastníci obdrželi zpětnou vazbu s popisem naměřených hodnot a informacemi o tom, zda plní či neplní zdravotní doporučení k PB. Sběr dat byl schválen Etickou komisí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci v rámci dílčích projektů pod jednacími čísly 8/2020, 10/2021 a 38/2021 (Příloha 2).

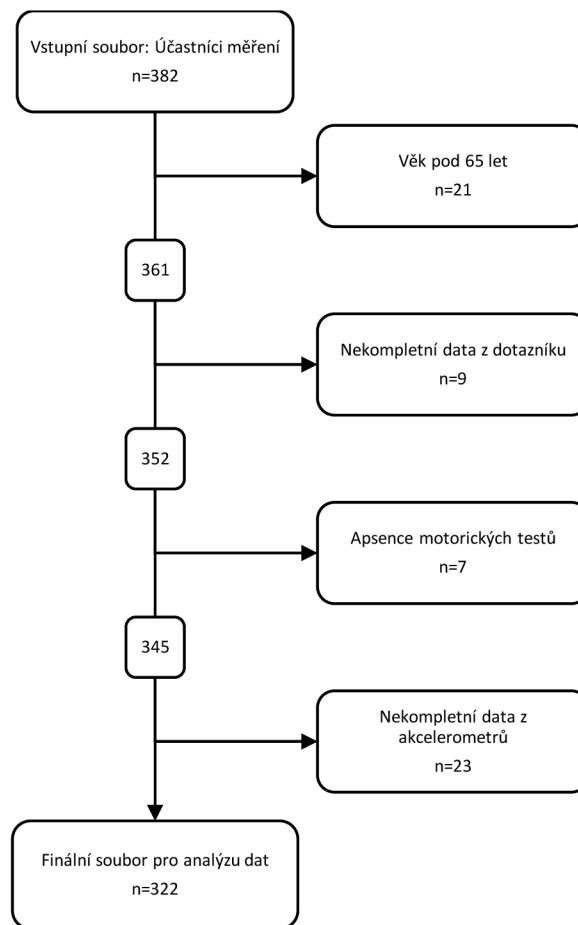
4.2 Účastníci měření

K účasti na výzkumném měření byli osloveni členové seniorských klubů (Olomoucký kraj, Zlínský kraj, Moravskoslezský kraj a kraj Vysočina), účastníci Univerzity třetího věku na Univerzitě Palackého v Olomouci, senioři, kteří se již v minulosti účastnili nejrůznějších výzkumů Centra kinantropologického výzkumu FTK UP a souhlasili s účastí na dalších výzkumech, a také pacienti geriatrické poradny FNOL. Oslovení těchto různorodých skupin mělo přispět k různorodosti výzkumného souboru s větší rozmanitostí ve zdravotních profilech jedinců.

Celkem bylo osloveno 426 seniorů, z nichž se samotného měření zúčastnilo 382 mužů a žen ve věku 60 a více let. Do studie nebyli zahrnuti jedinci, kteří používali lokomoční pomůcky, nebyli soběstační anebo trpěli pohybovým omezením, jež by mohlo ovlivnit naměřená data (např. období 12měsíčního pooperačního stavu, motorická dysfunkce). Vizualizace tvorby finálního souboru je znázorněna na Obrázku 9, který znázorňuje kroky a filtraci jedinců dle předem nastavených podmínek platného měření.

Obrázek 9

Proces tvorby finálního souboru



Mezi podmínky platného měření patřil:

- věk nejméně 65 let v roce účasti ve výzkumu,
- vyplněný dotazník Falls Efficacy Scale International (FES-I), dotazník obav z pádu,
- absolvování všech motorických testů,
- surová data ze všech ACM alespoň 3 pracovní dny a 1 víkendový den,
 - den byl považován za platný, pokud měl celkovou dobu bdění a spánku alespoň 16 hodin.

Zavedení podmínek platného měření zajistilo relevantní datový soubor a eliminovalo jedince, kteří neodpovídali podmínkám. Tyto podmínky splnilo celkem 322 seniorů, konkrétně 232 žen a 90 mužů ve věku 65–90 let.

Je potřeba mít na paměti, že výzkumný soubor není reprezentativní pro celou seniorskou populaci ČR a představuje dostupný soubor proaktivních jedinců, kteří se dobrovolně přihlásili k měření. Zároveň má tato skupina specifické charakteristiky, které je třeba brát v úvahu při interpretaci výsledků.

4.3 Sběr dat

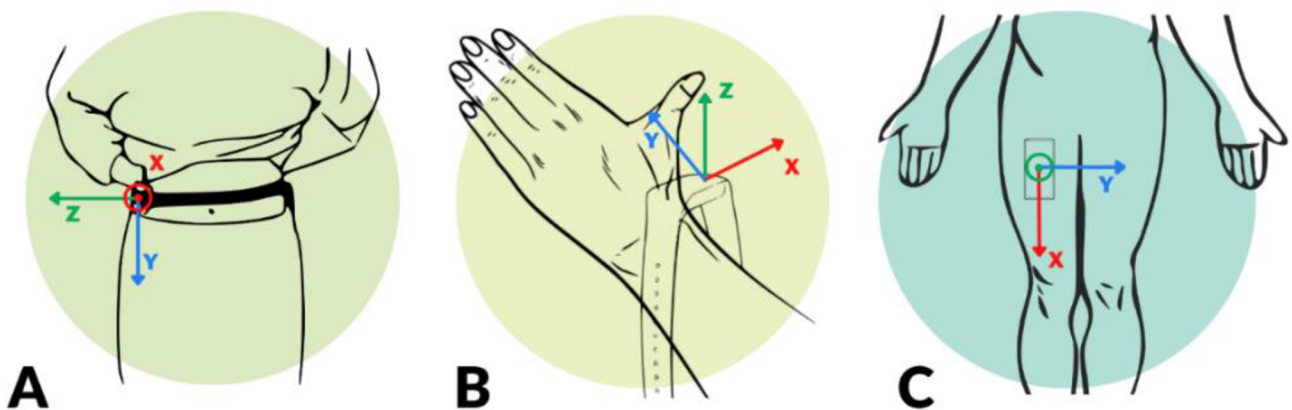
4.3.1 Monitoring pohybového chování

PB bylo monitorováno prostřednictvím tří ACM umístěných na odlišných tělesných segmentech (Obrázek 10). Konkrétně se jednalo o senzory Axivity AX3 (Axivity Ltd., Newcastle, UK) a ActiGraph wGT3X-BT (ActiGraph Ltd., Pensacola, Florida, USA). Oba typy senzorů se používají běžně ve velkých kohortových studiích, jako je např. The UK Biobank Study (Doherty et al., 2017), HUNT study (Asvold et al., 2023) nebo Copenhagen City Heart Study (Johansson et al., 2019).

Pro konfiguraci a exportu dat z ACM Axivity byl použit software OmGui 2.0.0.43 (Newcastle University, UK), pro ACM Actigraph byl použit software ActiLife 6.23 (Pensacola, Florida, USA). Všechny přístroje byly inicializovány na kompatibilní záznamovou frekvenci (nejbližší frekvence 30 Hz, na které dokáže přístroj zaznamenávat data): Actigraph = 30 Hz a Axivity = 25 Hz. Dynamický rozsah ACM byl $\pm 8 \text{ G}$ ($1 \text{ G} = 9,81 \text{ m/s}^2$). I přes nižší vzorkovací frekvence senzoru Axivity (25 Hz) bylo prokázáno, že senzor poskytuje validní data (Small et al., 2021). Tato volba vzorkovací frekvence respektuje Shannon-Nyquist teorém, který předpokládá, že obvyklé lidské pohyby nepřesahují 10 Hz. Z toho důvodu se doporučuje zaznamenávat surová data alespoň na hranici 20 Hz (Jerri, 1977; Khan et al., 2016).

Obrázek 10

Umístění senzorů na tělesných segmentech s vyznačením ortogonálních os



Poznámky: A – umístění za pasem, B – umístění na zápěstí, C – umístění na stehnu

Posouzení 24hodinového profilu PB z hlediska jeho intenzity

Pro posouzení 24hodinového PB z hlediska jeho intenzity byl využit ACM Axivity AX3, který byl umístěn na nedominantním zápěstí pomocí silikonového náramku ve formě hodinek. Surová data z ACM byla zpracována pomocí softwaru R 3.4.2 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) a datového balíčku GGIR pro zpracování dat z ACM (Migueles et al., 2019; van Hees et al., 2015; van Hees et al., 2018).

Získaná data byla transformována do výsledného vektoru zrychlení, který byl dále upraven pro korekci gravitační komponenty pomocí Euklidovské normy (ENMO - Euclidean Norm Minus One) (Cuberek, 2019). ENMO představuje komponentu dynamické akcelerace (Bakrania et al., 2016). Pro kategorizaci intenzity PB byly stanoveny hodnoty ENMO pro SB <42,5 mg, LPA 42,5–98 mg a MVPA \geq 98 mg (Frayse et al., 2021; Rowlands et al., 2018).

Algoritmus spánku definoval čas usnutí, probuzení a období trvalé nečinnosti jako období trvajících alespoň 5 min, kdy se úhel senzoru nezmění o více jak 5 °. Doba spánku pak byla definována jako čas mezi usnutím a probuzením detekovaným algoritmem (van Hees et al., 2018). Postup detekce non-wear time (časový interval, kdy přístroj nebyl nošen) podrobně popsali van Hees et al. (2013).

Výsledkem byl 24hodinový profil PB z hlediska jeho intenzity, který se skládal ze čtyř komponent, konkrétně z času tráveného spánkem, SB, LPA a MVPA.

Posouzení 24hodinového profilu PB z hlediska jeho postury

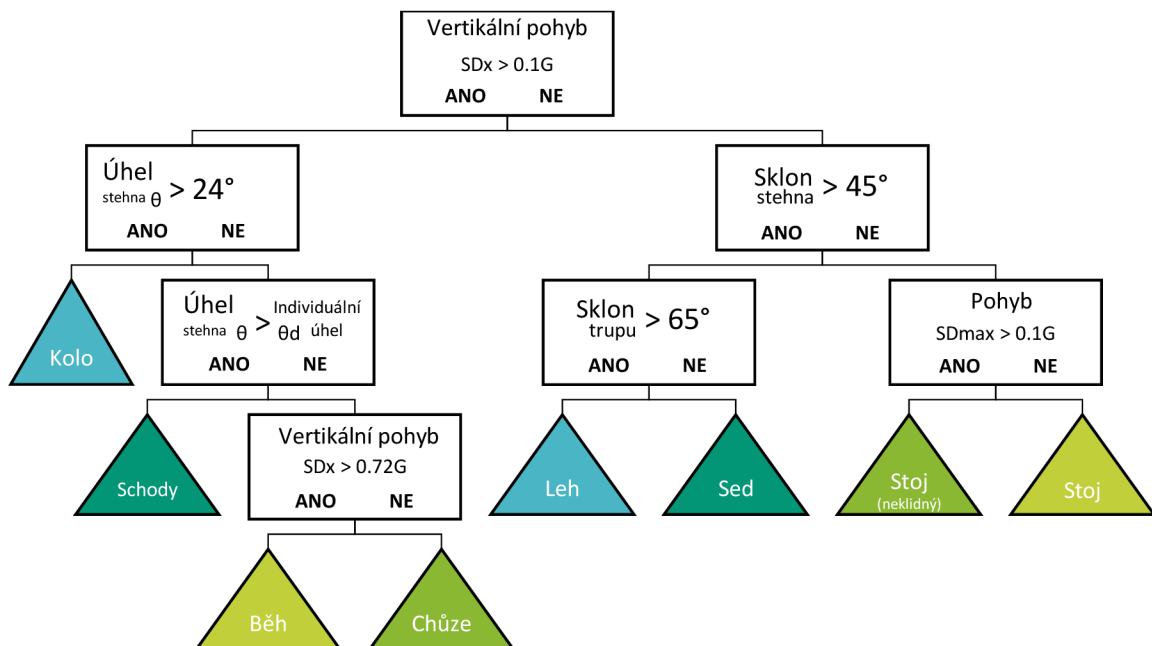
Pro hodnocení postury byly použity dva senzory. Prvním byl Axivity AX3, který byl umístěn na přední stranu pravého stehna, přibližně uprostřed mezi předním horním trnem kyčelním (*spina iliaca anterior superior*) a čéškou (*patella*) pomocí fixační hypoalergenní náplasti a druhý byl ActiGraph wGT3X-BT, který byl umístěný v kapsičce a upevněný na pravém boku (za kalhoty), zhruba v oblasti kyčelního hřebenu (*crista iliaca*). Senzor Actigraph se jako jediný ACM během dne odkládal, a to konkrétně na spánek a koupel, poté byl znovu nasazen.

Data z těchto dvou senzorů byla zpracována softwarem Acti4 (The National Research Centre for the Working Environment, Copenhagen, Denmark and BAuA, Berlin, Germany), který pracuje na principu změny rychlosti a úhlů vůči předem stanovenému umístění senzorů (Obrázek 11). Surová data byla nejprve konvertována do formátu acti4 a následně analyzována na základě úhlů a zrychlení ACM.

Výsledkem tohoto zpracování dat byl 24hodinový profil PB z hlediska jeho postury, který se skládal ze 4 komponent, konkrétně z času tráveného v poloze leh, sed, stoj a pohybem.

Obrázek 11

Algoritmus detekce pohybového chování softwaru Acti4 (Skotte et al., 2024)



Poznámky: SD_x – směrodatná odchylka zrychlení ve směru podélné osy x; SD_{max} – směrodatná odchylka maximálního zrychlení v ose x, y, a z; θ – předozadní úhel stehna; θ_d – individuální rozlišovací úhel.

4.3.2 Tělesná zdatnost

Krátká baterie pro testování tělesné zdatnosti

Pro hodnocení tělesné zdatnosti byla použita krátká baterie pro testování tělesné zdatnosti seniorů (SPPB – Short Physical Performance Battery). Dle systematického přehledu Kameniar et al. (2022) se jedná o spolehlivý a platný nástroj pro měření tělesné zdatnosti dospělých starších 60 let s vynikající spolehlivostí ICC 0,88 – 0,92 (Ostir et al., 2002). Tato baterie se skládá ze tří částí:

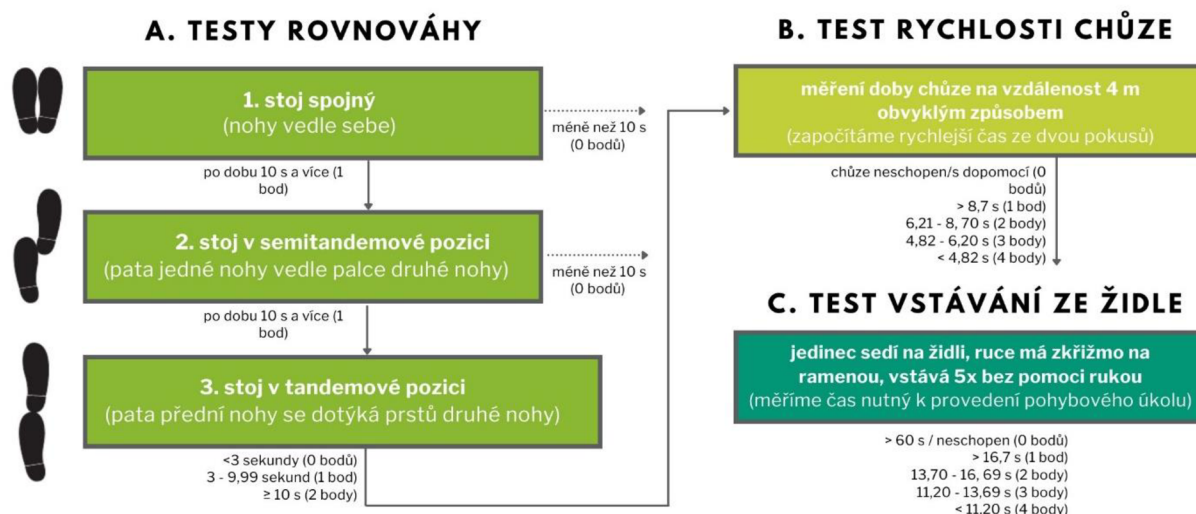
1. test rovnováhy (výdrž ve stoji spojném, semi-tandemovém a tandemovém),
2. test rychlosti chůze (doba chůze na vzdálenost 4 m),
3. test vstávání ze židle (5x za sebou).

Dobrá tělesná zdatnost byla klasifikována v případě, že pacient získal 10–12 bodů, snížená tělesná zdatnost byla v rozmezí 7–9 bodů a při nižším počtu bodů než je 7 byl pacient označen jako křehký senior s nízkou zdatností. Struktura testové baterie a způsob vyhodnocování jsou zobrazeny na Obrázku 12. Testovou baterii původně publikoval Guralnikov et al. v roce 1994, do češtiny byla

přeložena na geriatrické klinice 1. LF UK a VFN v Praze (Topinková et al., 2013). Za účelem statistické analýzy a vzhledem k nízkému počtu jedinců klasifikovaných jako křehcí senioři s nízkou zdatností byly skupiny křehcí senioři s nízkou zdatností a senioři se sníženou zdatností spojeny do jedné skupiny s názvem senioři se sníženou zdatností.

Obrázek 12

Vyhodnocení krátké baterie pro testování tělesné zdatnosti seniorů (Topinková et al., 2013)



Obvyklá rychlost chůze

Jako jeden z dalších prediktorů tělesné zdatnosti, byla hodnocena obvyklá rychlost chůze, která byla vypočtena z dílčího testu rychlosti chůze testové baterie SPPB. Tento test spočíval v absolvování 4 m úseku. Měření času bylo zahájeno prvním krokem a končilo poté, co jedinec překročil 4m čáru na konci dráhy. Výsledkem testu byl lepší čas ze dvou pokusů.

4.3.3 Riziko pádu

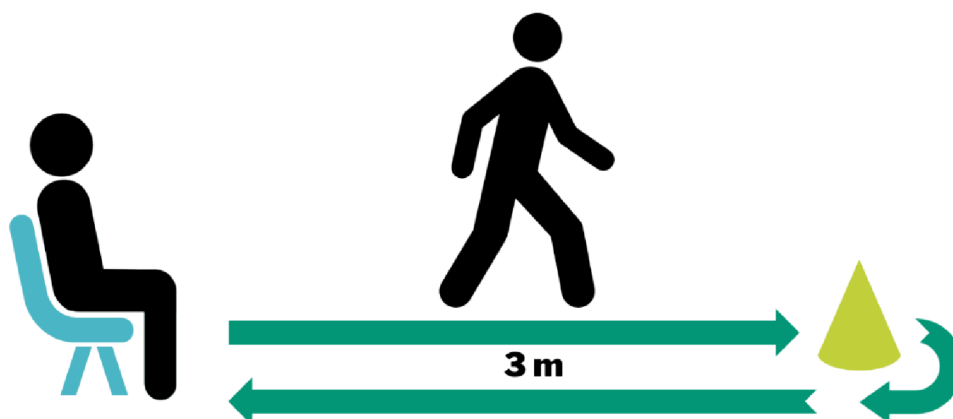
Test Timed up and go

Motorický test Time up and go (TUG) neslouží pouze k posuzování funkční mobility, jež bývá spojována se ztrátou rovnováhy a případným rizikem pádu (Richardson, 1991). Díky své všestrannosti, která zahrnuje změnu polohy sed-stoj, hodnocení statické a dynamické rovnováhy, síly dolních končetin a rychlosti chůze, může tento test predikovat budoucí riziko kardiovaskulárních onemocnění (Son et al., 2020). Reliabilita tohoto testu dosahuje hodnoty ICC=0.95 (Chan et al., 2017). Kriteriaální validita byla prokázána korelací TUG testu s Funkčním hodnocením chůze ($r = -0,84$) (Wrisley & Kumar, 2020).

Samotný test začíná tím, že se osoba posadí na židli s opřenými zády. Židle musí být stabilně umístěna, aby se zabránilo jejímu pohybu při vstávání. Ve vzdálenosti 3 m od židle je na zemi umístěna značka. Jedinec má následně za úkol vstát ze židle, dojít ke značce, obejít ji (180 °), vrátit se zpět k židli a posadit se (Obrázek 13). Celý test je prováděn normální tempem. Pro vyhodnocení zvýšeného rizika budoucího pádu a snížené funkční mobility byla zvolena hranice 12 s včetně (Bischoff et al., 2003).

Obrázek 13

Provedení Testu Timed up and go



4.3.4 Obava z pádu

Dotazník Falls Efficacy Scale – International

Pro hodnocení obavy z pádu byl využit mezinárodně uznávaný dotazník FES-I. Tento dotazník má velmi vysokou interní reliabilitu a také test-retest reliabilitu (Cronbach = 0,96; ICC = 0,96), což svědčí o jeho konzistentnosti a opakovatelnosti (Reguli & Svobodová, 2011). Současná verze FES-I byla vytvořena s ohledem na předchozí verzi, která byla kritizována kvůli metodickým nedostatkům, jako jsou kulturní neslučitelnost a absence sociální oblasti (Hauer et al., 2010). Nová verze zahrnuje nahrazení desetibodové škály za čtyřbodovou.

Celkově dotazník obsahuje 16 položek, z nichž má každá čtyři možnosti odpovědí od 1 do 4 (1 = vůbec nemám obavy, 2 = trochu se obávám, 3 = dost se obávám, 4 = velmi se obávám) (Příloha 3). Celkové skóre dotazníku se pohybuje od 26 (naprostá absence obav) do 64 (extrémní obavy z pádu). Na základě dosaženého skóre byli probandi zařazeni do jedné ze dvou skupin (Delbaere, Close, Mikolaizak, et al., 2010):

- nízká obava z pádu: 16–22,
- vysoká obava z pádu: 23–64.

4.4 Kovariáty

Pro kontrolu potencionálně matoucích vlivů byla do analýzy zahrnuta řada kovariátů, odvozená na základě předchozích výzkumů týkajících se asociací mezi PB a tělesnou zdatností, rizikem pádu a obavou z pádu. V tomto kontextu zahrnovaly demografické kovariáty věk (spojitá proměnná: roky), pohlaví (dichotomická proměnná: 0 – muž a 1 – žena) a BMI (spojitá proměnná: kg/m²). Dalším sledovaným kovariátem byla historie pádu v posledních 12 měsících (dichotomická proměnná: 0 – nepřítomnost pádu a 1 – přítomnost pádu). Byly zahrnuty také dva kovariáty týkající se doby sběru dat: identifikace období pandemických restrikcí spojených s COVID-19 (dichotomická proměnná: 0 – období mimo pandemii a 1 – období pandemie) a roční období (trichotomická proměnná: 1 – jaro, 3 – podzim a 4 – zima). Klasifikace demografických kovariátů a kovariátu pádu byla hodnocena na základě informací získaných prostřednictvím odpovědí na otázky účastníků výzkumu.

Výběr specifických kovariátů byl motivován snahou eliminovat možné vlivy těchto faktorů na vztahy mezi sledovanými proměnnými.

4.5 Statistické zpracování dat

Pro statistické zpracování dat byl využit software IBM SPSS verze 25.0 (IBM Corp. Released 2027; IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0; Armonk, NY: IBM Corp, Armonk, USA) a statistický software R, verze 4.2.3 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) s využitím balíčku robCompositions (Templ et al., 2011). Všechny hypotézy byly testovány na hladině statistické významnosti 5 %.

Pro spojitě proměnné nekompozičního charakteru byla normalita dat ověřena pomocí histogramu a prostřednictvím Shapiro-Wilkova testu. Popisná statistika zahrnovala průměr, směrodatnou odchylku nebo frekvenci (n, %). Kompoziční data byla prezentována pomocí kompozičního geometrického středu (průměru) a rozptylu (*var* – variance). Zároveň byla využita variační matice pro lepší porozumění vztahu mezi jednotlivými komponentami kompozice.

Pro porovnání hodnot dvou skupin byl využit t-test pro dva nezávislé výběry a pro porovnání hodnot v rámci věkových skupin seniorů byla použita analýza rozptylu (ANOVA) s následným post hoc Tukey HSD testem. V případě porovnání komponent PB a ověření statistických hypotéz byla použita vždy první pivotová souřadnice (pivotový logaritmický poměr), která vyjadřuje dominanci dané komponenty nad ostatními. Konkrétně pro MVPA platí vzorec: $\sqrt{\frac{3}{4}} \ln \frac{MVPA}{(SB*LPA*SLEEP)^{\frac{2}{3}}}$. Pro ostatní komponenty bylo vždy změněno jejich pořadí ve vzorci.

Pro t-test byl použit koeficient Cohenovo d (Cohen, 1988) k přesnější interpretaci věcné významnosti. Velikost účinku (effect size) byla klasifikována jako:

- $d \in (0,20-0,50) \rightarrow$ malý efekt,
- $d \in (0,50-0,80) \rightarrow$ střední efekt,
- $d \geq 0,80 \rightarrow$ velký efekt.

Věcná významnost velikosti účinku v rámci ANOVA analýzy byla testována s využitím koeficientu Partial eta square (η^2) (Sigmundová & Sigmund, 2012). Velikost účinku byla definována následovně:

- $\eta^2 \in (0,01-0,06) \rightarrow$ malý efekt,
- $\eta^2 \in (0,06-0,14) \rightarrow$ střední efekt,
- $\eta^2 \geq 0,14 \rightarrow$ velký efekt.

Přístup CoDA byl použit pro analýzu 24hodinových profilů PB u jedinců s odlišnou úrovní tělesné zdatnosti, rizika pádu a odlišnou obavou z pádu. Za tímto účelem byly vytvořeny dvě čtyřdílné kompozice. První kompozice (kompozice intenzity) zahrnovala komponenty relativního množství času tráveného spánkem, SB, LPA a MVPA a druhá kompozice (kompozice postury) obsahovala komponenty relativního času tráveného v poloze leh, sed, stoj a pohybem. Pro obě kompozice byl vypočítán robustní střed (tj. vektor kompozičních geometrických průměrů), eliminující vliv odlehlých pozorování (Štefelová et al., 2018). Relativní rozdíly ve složení kompozic byly vizualizovány pomocí sloupcových a ternárních grafů.

Pro porovnání naměřených 24hodinových profilů PB (kompozice intenzita a postura) byla použita analýza MANOVA, konkrétně Hotteling test pro dva nezávislé výběry. Součástí ověření hypotéz zahrnovalo také kompoziční regresní analýzy pro identifikaci vztahů mezi tělesnou zdatností, rizikem pádu, obavou z pádu a relativním množstvím času tráveného jednotlivými komponentami v rámci 24hodinových profilů PB. Tělesná zdatnost byla definována jako dichotomická proměnná s kategoriemi „snížená zdatnost“ a „dobrá zdatnost, riziko pádu jako dichotomická proměnná s kategoriemi „snížené riziko pádu“ a „zvýšené riziko pádu“ a obava z pádu jako dichotomická proměnná s kategoriemi „nízká obava z pádu“ a „zvýšená obava z pádu“.

V rámci statistického zpracování tělesné zdatnosti byl využit regresní model a následně izotemporální substituční analýza, která se zaměřovala na obvyklou rychlost chůze (jako spojitou závislou proměnnou). Substituce byla provedena s důrazem na analýzu přerozdělení času v rámci kompozice intenzity a postury. Přerozdělování probíhalo vždy mezi dvěma komponentami, přičemž čas byl odebrán jedné a přidán druhé.

Pro provedení analýzy byly zvoleny úseky o délce 10 min, pohybující se v intervalu od 10 min do 60 min. Výjimkou bylo přerozdělování spojené s proměnnou MVPA, kde byl zvolen interval pouze od 10 min do 50 min. Tato volba brala v potaz skutečnost, že kompoziční průměr souboru nedosahoval požadovaných 60 min, které by bylo možné přerozdělit.

5 VÝSLEDKY

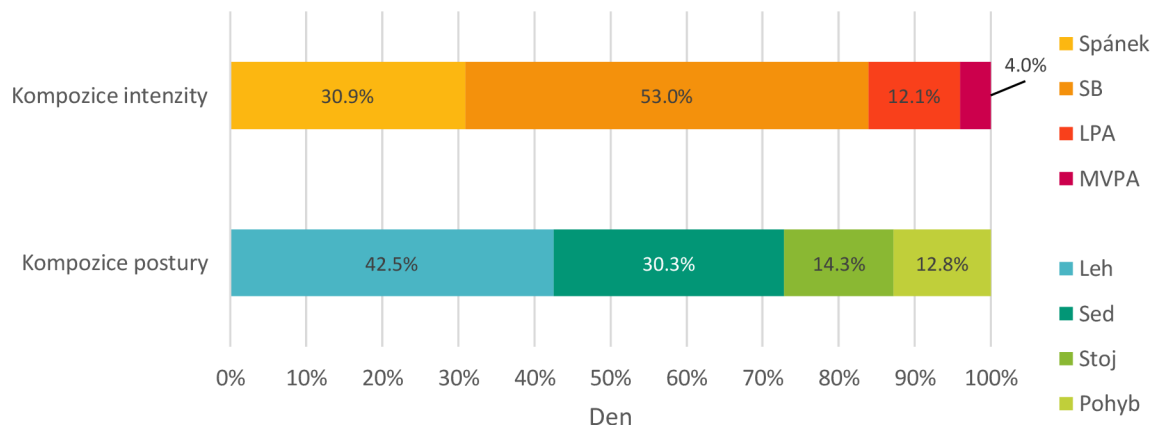
Pro popis výzkumného souboru byla provedena deskriptivní analýza, která zahrnovala demografické charakteristiky, antropometrické charakteristiky a komponenty 24hodinového PB z hlediska jeho intenzity a postury. Do analýzy bylo zařazeno 322 starších dospělých v průměrném věku 72,77 let. Konkrétně se jednalo o 232 žen a 90 mužů ve věku 65–90 let.

5.1 24hodinový profil pohybového chování seniorů

Průměrný 24hodinový profil PB sledovaného souboru (Tabulka 3) se z hlediska jeho intenzity skládal z 763 min SB, 174 min LPA, 58 min MVPA a přibližně 1/3 dne byla trávena spánkem (445 min). Obrázek 14 rovněž ukazuje, že kromě spánku tráví senioři v poloze leh dalších 11,6 % dne (167 min). Zajímavým zjištěním je, že čas trávený SB je tvořen jak s polohou v leže, sedě, tak i polohou ve stoji.

Obrázek 14

Procentuální složení 24hodinových kompozic PB u výzkumného souboru



Poznámka. SB – sedavé chování, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

Tabulka 3

Popis výzkumného souboru

| | Celkem n = 322 | | Ženy n = 232 | | Muži n = 90 | | t | p | d |
|-------------------------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|--------|-----------|------|
| | průměr ^a | var ^b | průměr ^a | var ^b | průměr ^a | var ^b | | | |
| Věk (v letech) | 71,77 | 5,34 | 72,69 | 5,35 | 71,98 | 5,34 | 0,428 | 0,669 | 0,13 |
| Výška (cm) | 167,25 | 8,46 | 163,46 | 6,12 | 176,67 | 5,82 | 17,606 | <0,001*** | 2,21 |
| Hmotnosti (kg) | 78,11 | 15,04 | 74,62 | 23,56 | 87,13 | 14,98 | 6,907 | <0,001*** | 0,63 |
| BMI (kg/m ²) | 27,94 | 5,04 | 27,97 | 5,23 | 27,89 | 4,54 | -0,128 | 0,898 | 0,02 |
| Hmotnostní statut, n (% z n) | | | | | | | | | |
| Normální tělesná hmotnost | 94 (29,2) | | 72 (31,1) | | 22 (24,4) | | | | |
| Nadváha | 140 (43,5) | | 91 (39,2) | | 49 (54,4) | | | | |
| Obezita | 88 (27,3) | | 69 (29,7) | | 19 (21,2) | | | | |
| PB – intenzita^d | | | | | | | | | |
| Spánek (min/den) | 444,82 | 38,05 | 447,92 | 38,23 | 438,61 | 36,97 | 0,486 | 0,627 | 0,24 |
| SB (min/den) | 763,22 | 48,28 | 753,28 | 47,84 | 776,25 | 48,09 | 1,154 | 0,249 | 0,48 |
| LPA (min/den) | 173,96 | 32,45 | 179,26 | 32,94 | 165,49 | 31,96 | -3,237 | 0,002* | 0,42 |
| MVPA (min/den) | 58,00 | 82,22 | 59,65 | 82,99 | 59,65 | 82,97 | -0,067 | 0,947 | 0,01 |
| PB – postura^d | | | | | | | | | |
| Leh (min/den) | 612,70 | 39,73 | 604,82 | 39,33 | 631,62 | 41,00 | 1,730 | 0,168 | 0,68 |
| Sed (min/den) | 436,48 | 58,94 | 430,79 | 58,04 | 451,38 | 63,85 | 2,728 | 0,007* | 0,38 |
| Stoj (min/den) | 206,54 | 51,29 | 221,23 | 49,29 | 169,73 | 47,10 | -6,135 | <0,001*** | 1,07 |
| Pohyb (min/den) | 184,28 | 50,05 | 183,26 | 53,34 | 187,27 | 48,05 | 0,342 | 0,736 | 0,08 |
| SPPB (rozsah 0-12) | | | | | | | | | |
| Obvyklá rychlost chůze (m/s) | 0,88 | 0,23 | 0,87 | 0,02 | 0,90 | 0,02 | 1,043 | 0,298 | 1,50 |
| Celkové skóre SPPB | 10,11 | 1,99 | 10,03 | 2,03 | 10,31 | 1,89 | 1,136 | 0,257 | 0,14 |
| Snížená zdatnost, n (% z n) | 97 (30,1) | | 73 (31,6) | | 24 (26,7) | | | | |
| Dobrá zdatnost, n (% z n) | 225 (69,9) | | 159 (68,4) | | 66 (73,3) | | | | |
| TUG (s) | 9,32 | 4,23 | 9,30 | 4,49 | 9,38 | 3,48 | 0,150 | 0,881 | 0,02 |
| FES-I (rozsah 16-64) | 23,02 | 8,41 | 23,41 | 8,05 | 22,02 | 9,27 | -1,325 | 0,286 | 0,16 |

Poznámka. BMI = index tělesné hmotnosti; PB = pohybové chování; SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity; SPPB = krátká testová baterie pro testování tělesné zdatnosti seniorů; TUG = Timed up and go test; FES-I = dotazník obav z pádu; t = testové kritérium; d = koeficient effect size

^a Geometrický průměr jednotlivých komponent 24hodinového profilu PB; aritmetický průměr pro ostatní proměnné; procenta pro kategorické proměnné.

^b Část celkového rozptylu související s danou komponentou 24hodinového profilu PB; směrodatná odchylka pro zbylé.

^c Před analýzou byly všechny komponenty přepočítány tak, aby celá kompozice tvořila 1440 min.

* p < 0,05. *** p < 0,01.

V Tabulce 4 a 5 jsou prezentovány variační matice jednotlivých kompozic, které ukazují variabilitu komponent. Hodnoty blízké nule naznačují, že dané dvě komponenty jsou vysoce závislé. Nejnížší hodnota byla pozorována mezi spánkem a SB (0,0956). Naopak nejvyšší rozptyly byly u komponenty MVPA, což naznačuje, že čas trávený MVPA byl nejméně závislý na ostatních

komponentách. U kompozice postury byl nejnižší rozptyl logaritmického podílu mezi komponentami stoj a pohyb (0,1542), zatímco nejvyšší byl mezi komponentami sed a pohyb (0,4895).

Tabulka 4

Variační matice kompozice intenzity

| | Spánek | SB | LPA | MVPA |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| Spánek | 0 | 0,0956 | 0,2112 | 1,0025 |
| SB | 0,0956 | 0 | 0,2624 | 1,1911 |
| LPA | 0,2112 | 0,2624 | 0 | 0,5027 |
| MVPA | 1,0025 | 1,1911 | 0,5027 | 0 |

Poznámka. Rozptyl blízký nule znamená, že dané dvě komponenty mají vysokou spoluzávislost ve smyslu proporcionality. SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

Tabulka 5

Variační matice kompozice postury

| | Leh | Sed | Stoj | Pohyb |
|-------|--------|--------|--------|--------|
| Leh | 0 | 0,3650 | 0,2302 | 0,2718 |
| Sed | 0,3650 | 0 | 0,4801 | 0,4895 |
| Stoj | 0,2302 | 0,4801 | 0 | 0,1542 |
| Pohyb | 0,2718 | 0,4895 | 0,1542 | 0 |

Poznámka. Rozptyl blízký nule znamená, že dané dvě komponenty mají vysokou spoluzávislost ve smyslu proporcionality.

5.2 Pohybové chování seniorů v kontextu věkových skupin

Při analýze 24hodinového PB mezi věkovými skupinami seniorů byly identifikovány statisticky významné rozdíly (Tabulka 6). Konkrétně v rámci kompozice intenzity byly nalezeny rozdíly u komponent spánek, SB a MVPA, což potvrdil i koeficient effect size, kde byl zjištěn střední efekt. Samotné rozdíly mezi skupinami byly testovány prostřednictvím post hoc Tukey HSD testu.

Nejstarší senioři (≥ 80 let) trávili signifikantně méně času MVPA ve srovnání se seniory ve věkových skupinách 65–69 let ($p < 0,001$) a 70–74 let ($p < 0,001$). Současně trávili více času SB než jednotlivé skupiny ve věkových kategoriích 65–69 let ($p < 0,001$) a 70–74 let ($p = 0,003$). Rozdíl v objemu jednotlivých komponent PB mezi skupinami seniorů ≥ 80 let a 75–80 let nebyl statisticky významný. Na základě těchto výsledků **hypotézu H_1 nelze zamítnout**.

V rámci analýzy kompozice postury byl detekován statisticky významný rozdíl s malým efektem koeficientu velikosti účinku pouze u komponenty pohyb (Tabulka 5). Věková skupina seniorů ≥ 80 let trávila méně času pohybem oproti skupinám ve věku 65–69 let ($p = 0,003$) a 70–74 let ($p = 0,015$). **Hypotézu H_2 , která usuzuje rozdílný objem pohybu mezi věkovými skupinami seniorů, nelze zamítnout.**

Procentuální složení 24hodinových profilů PB u věkových skupin seniorů je vyobrazeno na Obrázku 15. Z hlediska kompozice intenzity trávili všichni senioři alespoň 50 % času SB bez rozdílu věku.

Zároveň lze pozorovat, že čas trávený SB s věkem stoupá, zatímco čas trávený LPA a MVPA klesá. V oblasti spánku můžeme pozorovat rozdílné procentuální hodnoty mezi skupinami, přičemž není patrný jasný klesající nebo stoupající trend. Nejkratší dobu spánku mají nejstarší senioři (≥ 80 let), kteří tráví spánkem 30,2 % dne. Naopak nejdelší dobu spánku mají nejmladší senioři (65–69 let) s podílem 31,4 % dne.

Tabulka 6

24hodinové pohybové profily pohybového chování jednotlivých věkových skupin seniorů

| Věková skupina | 65-69 let (n = 127) | | 70-74 let (n = 110) | | 75-80 let (n = 66) | | ≥ 80 let (n = 19) | | F | p | η^2 |
|-----------------------------------|------------------------|------------------|------------------------|------------------|-----------------------|------------------|---------------------------|------------------|--------|-----------|----------|
| | průměr ^a | var ^b | průměr ^a | var ^b | průměr ^a | var ^b | průměr ^a | var ^b | | | |
| PB – intenzita^c | | | | | | | | | | | |
| Spánek (min/den) | 451,65 | 40,59 | 443,85 | 36,51 | 449,20 | 35,61 | 434,84 | 40,78 | 6,755 | <0,001*** | 0,060 |
| SB (min/den) | 726,67 | 45,01 | 765,90 | 48,36 | 783,20 | 53,37 | 828,00 | 46,14 | 7,496 | <0,001*** | 0,066 |
| LPA (min/den) | 187,72 | 34,08 | 169,21 | 33,48 | 163,43 | 29,64 | 150,17 | 29,56 | 0,881 | 0,451 | 0,008 |
| MVPA (min/den) | 73,96 | 80,32 | 61,04 | 81,66 | 44,17 | 81,37 | 26,99 | 83,53 | 10,674 | <0,001*** | 0,091 |
| PB – postura^c | | | | | | | | | | | |
| Leh (min/den) | 610,62 | 38,37 | 603,66 | 40,48 | 621,48 | 38,03 | 599,32 | 49,76 | 0,354 | 0,786 | 0,003 |
| Sed (min/den) | 427,24 | 57,86 | 453,01 | 58,57 | 428,99 | 65,06 | 436,40 | 44,07 | 1,011 | 0,388 | 0,009 |
| Stoj (min/den) | 206,36 | 53,25 | 200,75 | 51,90 | 212,35 | 48,71 | 239,85 | 43,46 | 0,824 | 0,481 | 0,008 |
| Pohyb (min/den) | 195,78 | 50,52 | 182,58 | 49,06 | 177,18 | 48,20 | 164,43 | 62,71 | 5,061 | 0,002* | 0,046 |

Poznámka. PB = pohybové chování; SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity; F = testové kritérium; η^2 = koeficient effect size

^a Geometrický průměr jednotlivých komponent 24hodinového profilu PB.

^b Část celkového rozptylu související s danou komponentou 24hodinového profilu PB.

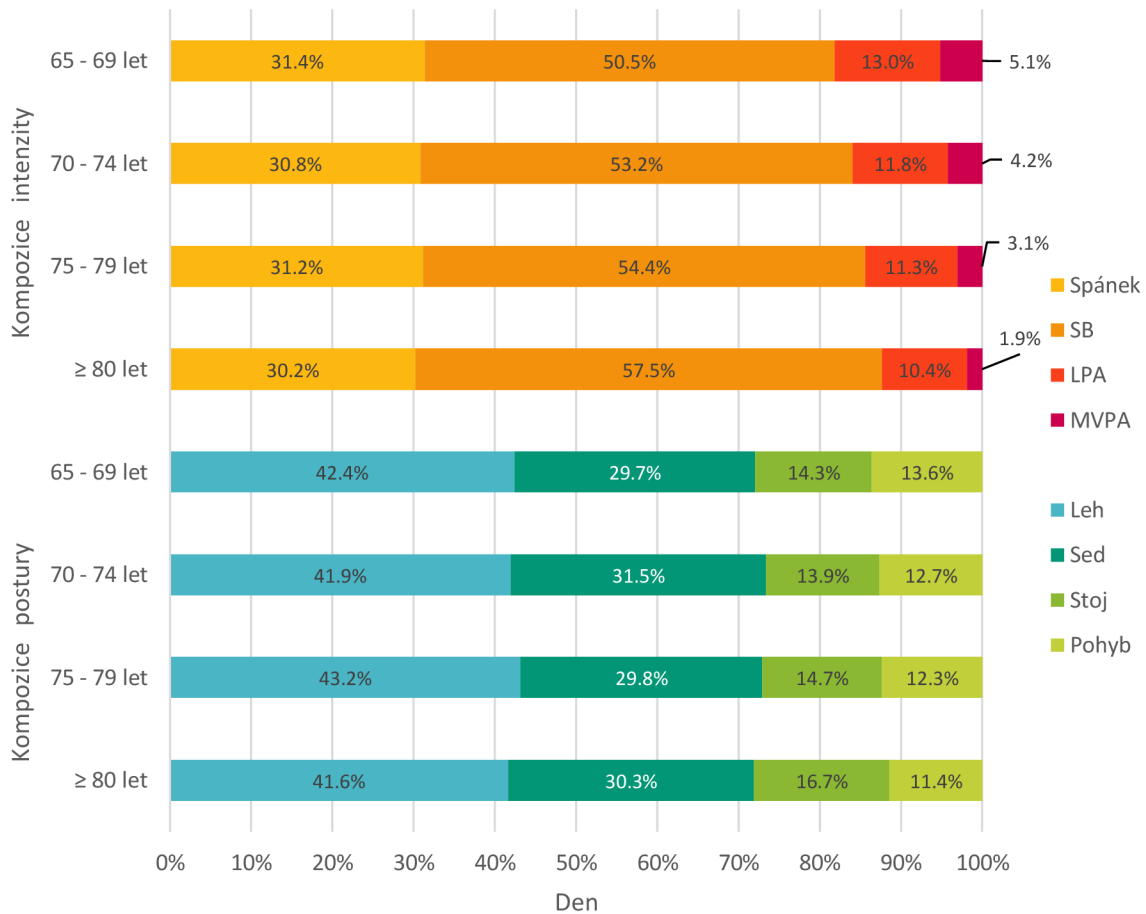
^c Před analýzou byly všechny komponenty přepočítány tak, aby celá kompozice tvořila 1440 min.

* p < 0,05. *** p < 0,01.

Rozdíl ve struktuře 24hodinového profilu PB je rovněž patrný v rámci kompozice postury. Konkrétně klesající trend pozorujeme u komponenty pohyb, jejíž procentuální zastoupení v rámci dne s věkem klesá. Ve stoje tráví nejvíce času skupina seniorů ≥ 80 let, kteří stojí 16,7 % dne, zatímco nejmenší část dne stojí skupina seniorů ve věku 70–74 let, konkrétně 13,9 % dne. V času tráveným v poloze leh dominuje skupina seniorů ve věku 75–79 let s podílem 43,2 % dne, zatímco nejstarší skupina seniorů (≥ 80 let) vykazuje nejnižší podíl času tráveného v poloze leh (41,6 % dne). Nejmladší skupina seniorů (65–69 let) trávila ze všech skupin nejméně času v poloze sed (29,7 % dne). Naopak nejvíce času v sedě trávila skupina seniorů ve věku 70–75 let, kteří v sedě trávili 31,5 % dne.

Obrázek 15

Procentuální složení 24hodinových kompozic PB u seniorů odlišných věkových skupin



Poznámka. SB – sedavé chování, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

5.3 Pohybové chování seniorů v kontextu pohlaví

Mezi muži a ženami nebyl zjištěn rozdíl v jejich kalendářním věku ($p=0,669$). Naopak významné rozdíly byly v antropometrických charakteristikách. Muži byli průměrně vyšší o 13,21 cm ($p<0,001$) a vážili v průměru o 12,45 kg více ($p<0,001$) ve srovnání se ženami. Rozdělení dle BMI ukázalo, že většina jedinců měla nadváhu, konkrétně 140 jedinců (43,5 % mužů, 39,2 % žen), přičemž 88 mělo obezitu a 94 normální tělesnou hmotnost (Tabulka 3).

V rámci 24hodinového PB byly zaznamenány statisticky významné rozdíly potvrzené malým koeficientem efekt size v čase tráveném LPA mezi muži a ženami ($p=0,002$), kdy muži trávili touto aktivitou v průměru o 24 min/den méně. V ostatních komponentách, včetně spánku, SB a MVPA nebyly zjištěny signifikantní rozdíly mezi muži a ženami (Tabulka 3). **Zamítáme** proto **hypotézu H₃**. Analýza kompozice postury odhalila významné statistické rozdíly v čase tráveném v poloze sed ($p=0,007$), potvrzené malým koeficientem efekt size, a poloze stoj ($p<0,001$), potvrzené velkým koeficientem

efekt size, mezi muži a ženami. Na základě těchto výsledků **nelze zamítnout hypotézu H₄**. Muži trávili v průměru o 20 min/den více v poloze sed, a naopak ženy trávily v průměru o 52 min/den více v poloze stoj.

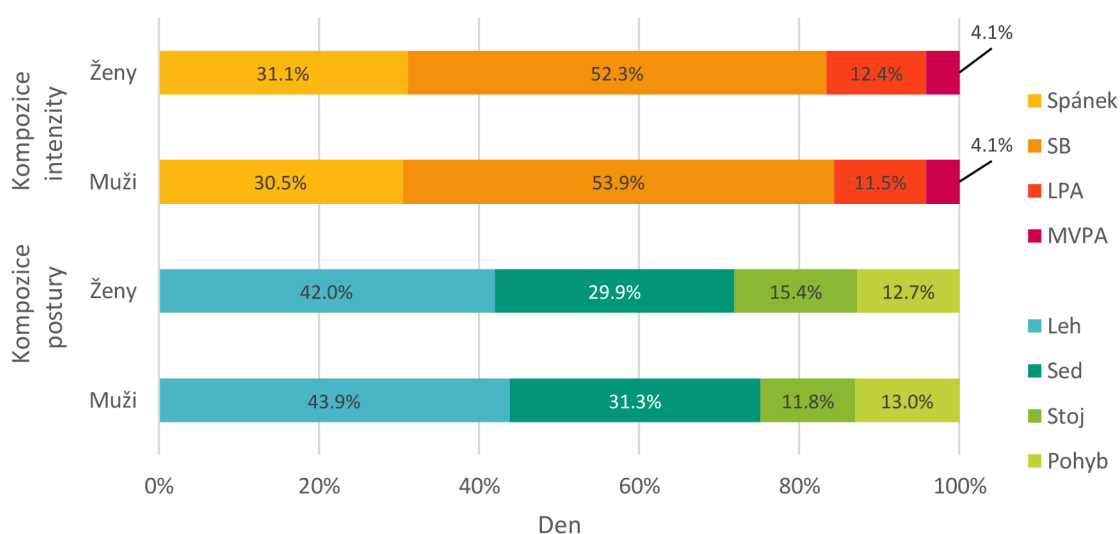
Jak ženy, tak muži trávili více jak 50 % dne SB (Obrázek 16). Přesto ženy trávily méně času v poloze leh (42 %) a sed (29,9 %) a více času v poloze stoj (15.4 %) než muži. Množství MVPA bylo z hlediska procentuálního srovnání u mužů a žen shodné.

V rámci sledování ukazatelů tělesné zdatnosti nebyly zjištěny významné rozdíly mezi muži a ženami. Taktéž nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi muži a ženami v čase potřebném na dokončení TUG testu ani ve výsledném skoré dotazníku FES-I predikujícím míru obavy z pádu.

Vzhledem k velmi malým rozdílům ve 24hodinovém PB mezi muži a ženami bude v následujících kapitolách brán výzkumný soubor jako celek. V následujících podkapitolách bude PB detailně popsáno ve vztahu k tělesné zdatnosti, riziku pádu a obavě z pádu.

Obrázek 16

Procentuální složení 24hodinových kompozic PB u žen a mužů seniorského věku



Poznámka. SB – sedavé chování, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

5.4 Pohybové chování seniorů v kontextu tělesné zdatnosti

Záměrem čtvrtého dílčího cíle práce bylo důkladně popsat 24hodinové profily PB z hlediska jeho intenzity a postury u seniorů s odlišnou úrovní tělesné zdatnosti. Analýza odhalila výrazné rozdíly ve 24hodinových profilech PB mezi seniory s dobrou tělesnou zdatností (n=225) a seniory se sníženou tělesnou zdatností (n=95).

Průměrné bodové skoré celého souboru z testové baterie SPPB činilo 10,11 bodů, přičemž seniory se sníženou zdatností měli v průměru 7,61 bodů a seniory s dobrou zdatností měli 11,19 bodů.

Tento rozdíl byl patrný i při pohledu na jednotlivé složky testové baterie. Tabulka 7 shrnuje výsledky testové baterie a srovnává komponenty 24hodinových profilů PB mezi seniory se sníženou a dobrou zdatností. Průměrná rychlost obvyklé chůze seniorů se sníženou zdatností byla 0,65 m/s, zatímco u seniorů s dobrou zdatností byla 0,97 m/s ($p < 0,001$).

Tabulka 7

24hodinové profily pohybového chování seniorů se sníženou a dobrou tělesnou zdatností

| | Snížená zdatnost n = 97 | | Dobrá zdatnost n = 225 | | t | p | d |
|---------------------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------|------------------|---------|-----------|------|
| | průměr ^a | var ^b | průměr ^a | var ^b | | | |
| SPPB skóre (rozmězí 0-12) | 7,61 | 1,67 | 11,19 | 0,79 | -20,186 | <0,001*** | 3,18 |
| Skóre rovnováhy (rozmězí 0-4) | 3,44 | 0,88 | 3,94 | 0,27 | -5,489 | <0,001*** | 0,94 |
| Skóre chůze (rozmězí 0-4) | 2,48 | 0,94 | 3,79 | 0,42 | -23,232 | <0,001*** | 2,09 |
| Chůze na 4 m (s) | 6,64 | 2,02 | 4,25 | 0,81 | 11,238 | <0,001*** | 1,84 |
| Obvyklá rychlost chůze (m/s) | 0,65 | 0,18 | 0,97 | 0,18 | 14,570 | <0,001*** | 1,78 |
| Skóre vstávání ze židle (rozmězí 0-4) | 1,68 | 0,87 | 3,47 | 0,67 | -28,022 | <0,001*** | 2,43 |
| 5x sed-stoj (s) | 20,01 | 11,34 | 11,18 | 2,04 | 7,607 | <0,001*** | 1,37 |
| PB – intenzita^c | | | | | | | |
| Spánek (min/den) | 432,73 | 36,53 | 447,56 | 38,21 | 3,586 | <0,001*** | 0,48 |
| SB (min/den) | 799,35 | 49,58 | 748,33 | 47,53 | 4,676 | <0,001*** | 0,62 |
| LPA (min/den) | 164,04 | 33,89 | 179,28 | 31,09 | 1,075 | 0,283 | 0,13 |
| MVPA (min/den) | 43,88 | 80,0 | 64,84 | 83,17 | -5,573 | <0,001*** | 0,68 |
| PB – postura^c | | | | | | | |
| Leh (min/den) | 633,09 | 41,11 | 604,52 | 39,1 | 3,045 | 0,003* | 0,42 |
| Sed (min/den) | 446,51 | 62,67 | 429,92 | 59,98 | 0,142 | 0,888 | 0,02 |
| Stoj (min/den) | 199,85 | 50,86 | 210,47 | 51,7 | 0,972 | 0,333 | 0,13 |
| Pohyb (min/den) | 160,55 | 46,36 | 194,20 | 49,22 | -4,021 | <0,001*** | 0,79 |

Poznámka. PB = pohybové chování; SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity; SPPB = krátká testová baterie pro testování tělesné zdatnosti seniorů; t = testové kritérium; d=koeficient effect size

^a Geometrický průměr jednotlivých komponent 24hodinového profilu PB; aritmetický průměr pro ostatní proměnné.

^b Část celkového rozptylu související s danou komponentou 24hodinového profilu PB; směrodatná odchylka pro ostatní proměnné.

^c Před analýzou byly všechny komponenty přepočítány tak, aby celá kompozice tvořila 1440 min.

* $p < 0,05$. *** $p < 0,01$.

5.4.1 24hodinové profily pohybového chování ve vztahu k tělesné zdatnosti

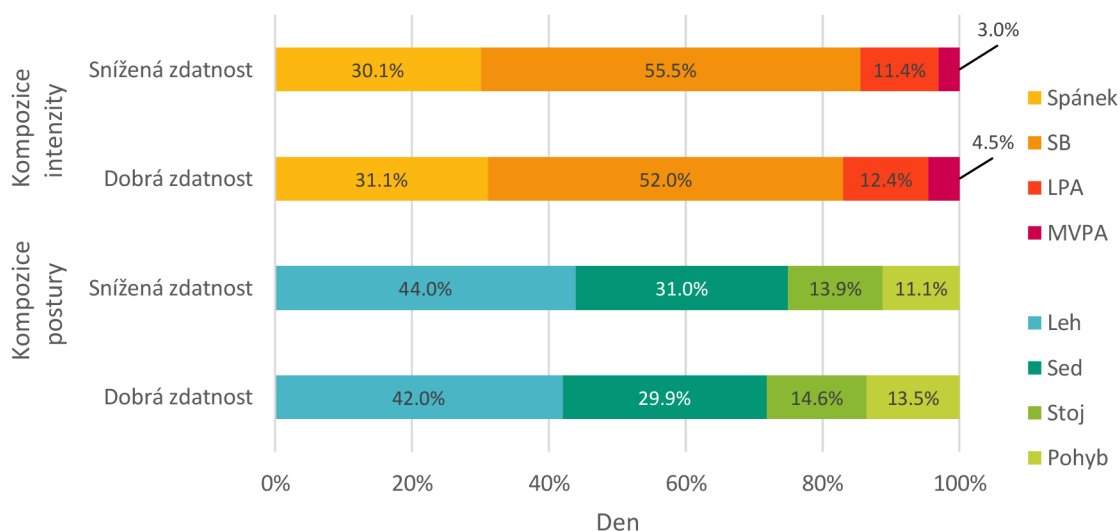
Významné rozdíly mezi seniory s odlišnou zdatností v objemu jednotlivých komponent PB z hlediska jeho intenzity byly nalezeny u spánku ($p < 0,001$), potvrzené malým koeficientem effect size, SB ($p < 0,001$) a MVPA ($p < 0,001$), potvrzené středním koeficientem effect size. Konkrétně senioři se sníženou zdatností trávili o 24,8 min méně času spánkem a o 22 min méně MVPA a zároveň o 52 min

více SB. Významné rozdíly mezi seniory s odlišnou zdatností byly identifikovány také u komponent 24hodinového profilu PB z hlediska jeho postury. Přesněji v objemu času tráveného v poloze leh ($p=0,003$), který byl potvrzen malým koeficientem effect size, a času tráveného pohybem ($p<0,001$), jenž byl potvrzen středním koeficientem effect size. Senioři s dobrou zdatností trávili o 28,6 min méně v poloze leh a o 33,6 min více pohybem.

Obrázek 17 ukazuje procentuální zastoupení jednotlivých komponent 24hodinových profilů PB z hlediska jeho intenzity a postury u seniorů se sníženou a dobrou zdatností. Senioři se sníženou zdatností trávili o 2 % více času v poloze leh, ale měli o 2 % méně času stráveného spánkem. Zároveň trávili o 3,5 % více času SB, což se odráželo i v poloze sed, ve které strávili o 2,2 % více času. Senioři s dobrou zdatností trávili o 2,4 % více času pohybem, konkrétně o 2 % více LPA a o 2,5 % více MVPA.

Obrázek 17

Procentuální složení 24hodinových kompozic PB u seniorů se sníženou a dobrou tělesnou zdatností



Poznámka. SB – sedavé chování, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

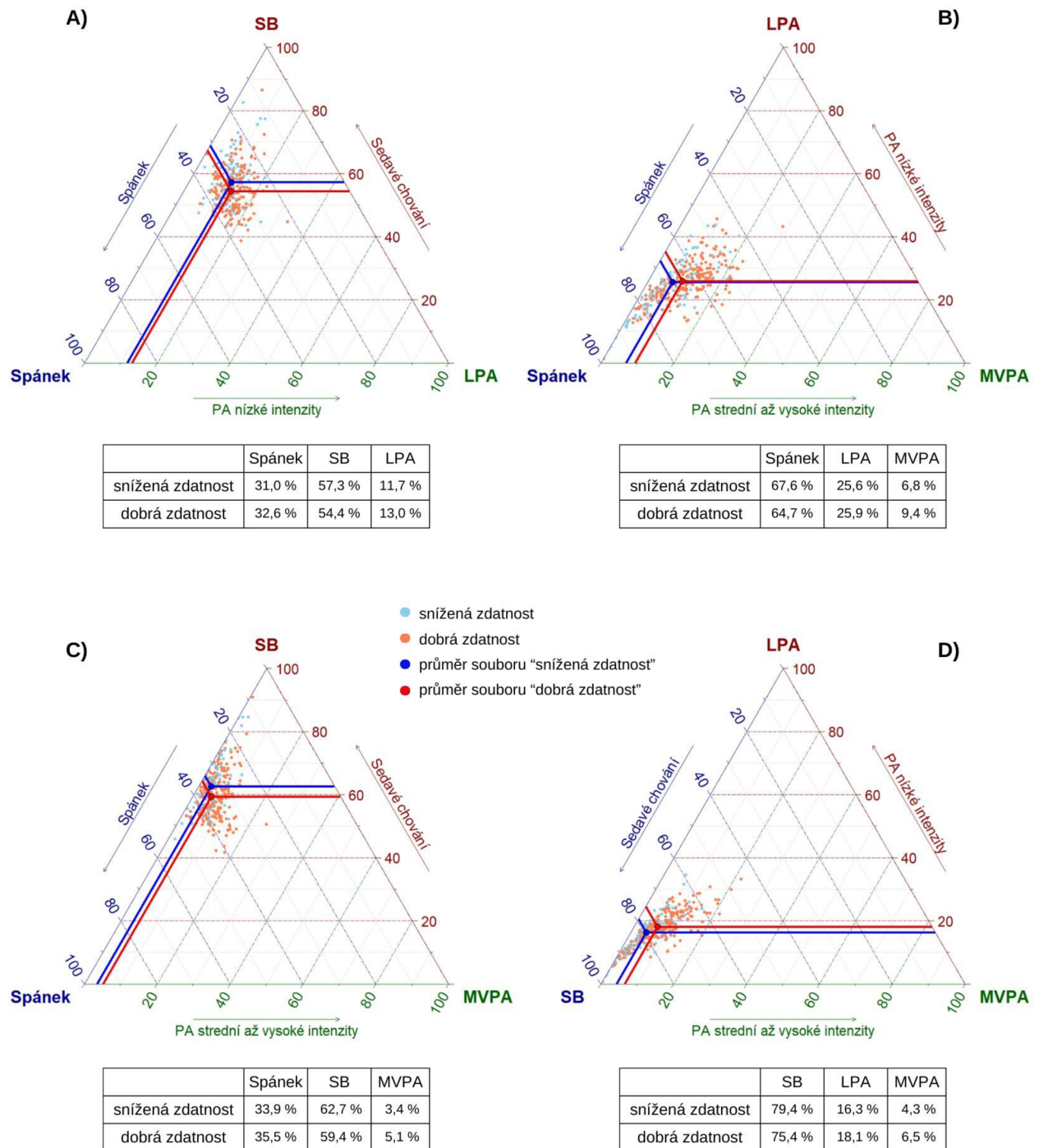
Na Obrázku 18 jsou znázorněny ternární grafy prezentující složení tříložkových sub-kompozic, jež obsahují čtyři kombinace komponent PB z hlediska jeho intenzity. Každý vrchol grafu reprezentuje jednu komponentu, což znamená, že body blízko daného vrcholu mají vysoké procento této komponenty. Naopak body uprostřed grafu vykazují stejné procentuální zastoupení vše tří komponent.

V sub-kompozici D (Obrázek 18) se projeví nejvýraznější rozdíly mezi skupinami. Senioři se sníženou tělesnou zdatností vykazovali složení 79,4 % SB, 16,3 % LPA a 4,3 % MVPA. Naopak senioři s dobrou tělesnou zdatností měli 75,4 % SB, 18,1 % LPA a 6,5 % MVPA.

Sub-kompozice A (Obrázek 19), jež prezentuje ternární grafy PB z hlediska jeho postury, odhalila podobné složení kompozičních průměru u obou skupin seniorů. Naopak ve zbývajících sub-kompozicích (B, C, D) se projevil významný vliv komponenty pohybu na rozdíly v kompozičním středu.

Obrázek 18

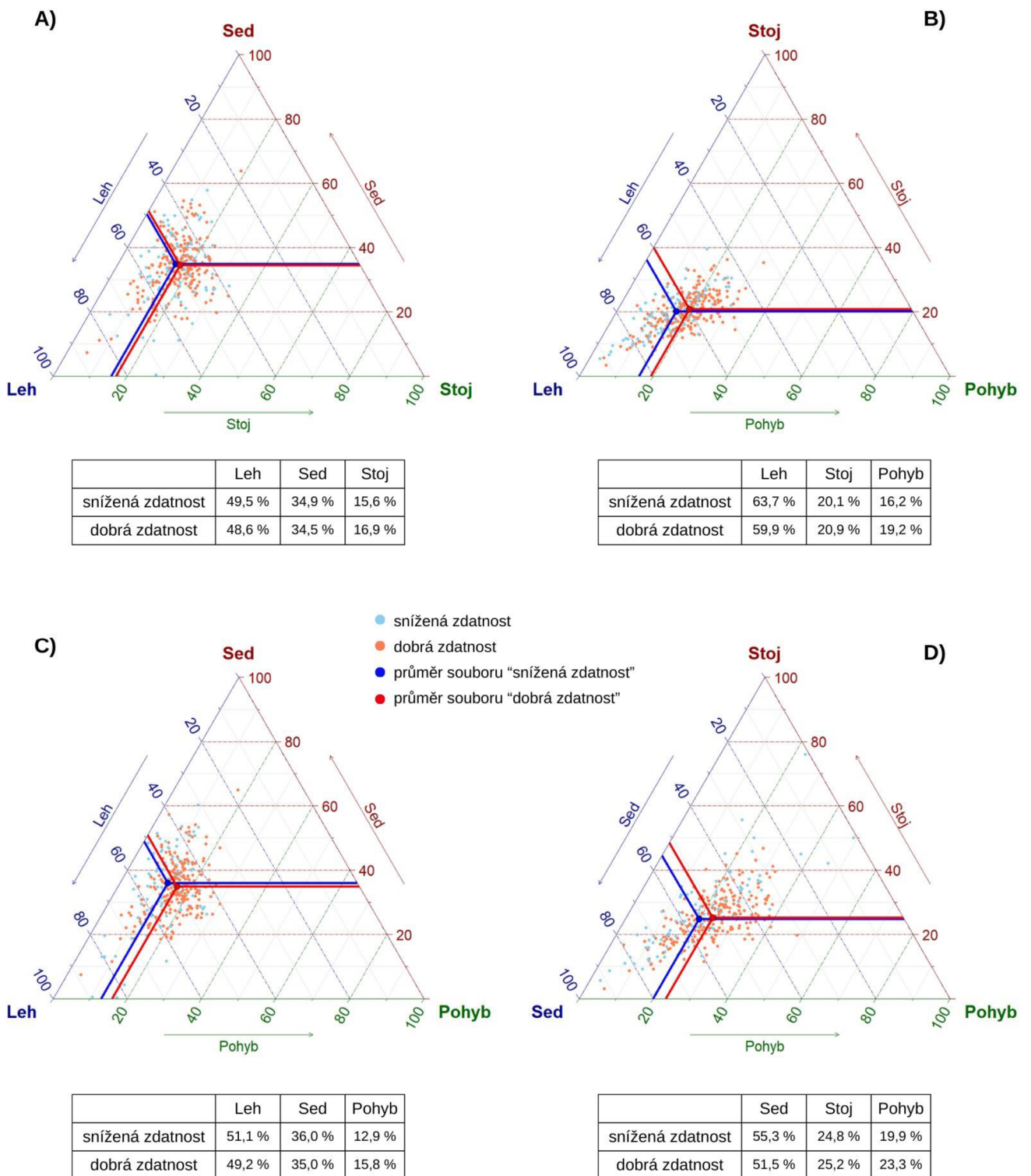
Ternární grafy pohybového chování z hlediska jeho intenzity u seniorů s odlišnou tělesnou zdatností



Poznámka. Ternární grafy kompozičních rozdílů mezi seniory se sníženou a dobrou zdatností. Každý graf (A–D) zobrazuje složení tříložkové sub-kompozice 24hodinového pohybového chování z hlediska jeho intenzity. SB – sedavé chování, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity.

Obrázek 19

Ternární grafy pohybového chování z hlediska jeho postury u seniorů s odlišnou tělesnou zdatností

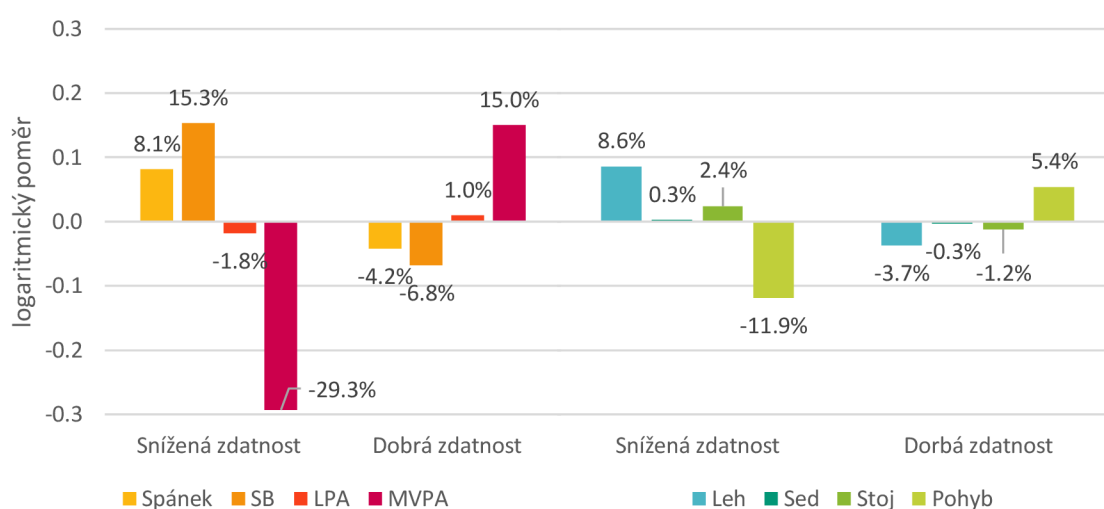


Poznámka. Ternární grafy kompozičních rozdílů mezi seniory se sníženou a dobrou zdatností. Každý graf (A–D) zobrazuje složení tříšložkové sub-kompozice 24hodinového pohybového chování z hlediska jeho postury.

Kompozice 24hodinových profilů PB u seniorů se sníženou a dobrou zdatností jsou vyobrazeny na Obrázku 20. V kompozici intenzity ($p < 0,001$) a postury ($p < 0,001$) byly nalezeny signifikantní rozdíly mezi oběma skupinami seniorů. Nejvýraznější logaritmické podíly byly pozorovány u kompozice intenzity, kdy skupina seniorů se sníženou zdatností měla více spánku a SB a výrazně méně MVPA ve srovnání s celým souborem. U kompozice postury pak skupina s dobrou zdatností měla snížený logaritmický podíl času tráveného v poloze leh a zvýšený podíl času tráveného pohybem ve srovnání s geometrickým průměrem celého souboru.

Obrázek 20

Relativní 24hodinové profily PB seniorů s odlišnou tělesnou zdatností



Poznámka. Kompozice prezentují rozdíly v časech trávených jednotlivými komponentami vůči hodnotě geometrického průměru celého souboru. Každý sloupec vyjadřuje poměr na logaritmické stupnici (osa y) mezi geometrickým průměrem skupiny a geometrickým průměrem souboru. Poměr 0 vyjadřuje, že geometrický průměr skupiny a celého souboru je shodný. Kladné a záporné hodnoty ukazují, že je geometrický průměr skupiny větší, resp. menší než geometrický průměr celého souboru. SB – sedavé chování, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

Odhady beta pro pivotové souřadnice Modelu 1 – kompozice intenzity (Tabulka 8) naznačují pozitivní asociaci mezi MVPA a tělesnou zdatností. Jak se MVPA zvyšuje (spánek, SB a LPA se snižují), tělesná zdatnost roste ($p = 0,002$). Na základě těchto výsledků **nelze zamítnout hypotézu H_5** , která předpokládala asociaci mezi MVPA a tělesnou zdatností. Na druhé straně nebyla zjištěna významná asociace mezi spánkem, SB a LPA a tělesnou zdatností.

Regresní koeficienty Modelu 2 – kompozice postury naznačují (Tabulka 8) negativní asociaci mezi časem tráveným v poloze leh ($p = 0,018$) a stoj ($p = 0,047$) a tělesnou zdatností, jež se projevuje nárůstem tělesné zdatnosti v důsledku snížení množství času tráveného v poloze leh nebo stoj. Zároveň se ukazuje pozitivní asociace mezi časem tráveným pohybem a tělesnou zdatností ($p < 0,001$).

Tabulka 8

Asociace mezi tělesnou zdatností a jednotlivými komponentami pohybového chování

| Pivotová souřadnice | β | SE | t | p |
|--|---------|------|-------|-----------|
| Model 1 – kompozice intenzita^a | | | | |
| Spánek vs zbývající komponenty | -0,033 | 0,11 | -0,31 | 0,760 |
| SB vs zbývající komponenty | 0,002 | 0,11 | 0,02 | 0,983 |
| LPA vs zbývající komponenty | -0,127 | 0,11 | -1,16 | 0,247 |
| MVPA vs zbývající komponenty | 0,158 | 0,05 | 3,09 | 0,002* |
| Model 2 – kompozice postura^a | | | | |
| Leh vs zbývající komponenty | -0,178 | 0,08 | -2,37 | 0,018* |
| Sed vs zbývající komponenty | 0,061 | 0,05 | 1,27 | 0,206 |
| Stoj vs zbývající komponenty | -0,174 | 0,09 | -1,99 | 0,047* |
| Pohyb vs zbývající komponenty | 0,290 | 0,08 | 3,49 | <0,001*** |

Poznámka. SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity; β = regresní koeficient; SE = standardní chyba; t = testové kritérium

^a Modely byly kontrolovány pro pohlaví, BMI, věk, roční období, období během pandemie COVID, zkušenost s pádem za posledních 12 měsíců.

* p < 0,05. *** p < 0,01.

5.4.2 Predikce změny obvyklé rychlosti chůze

Vzhledem k tomu, že se úroveň tělesné zdatnosti odráží v obvyklé rychlosti chůze, byla provedena izotemporální substituční analýza, jejímž cílem bylo odhadnout velikost změny obvyklé rychlosti chůze spojené s přesunem času z jedné komponenty do jiné.

Významný odhad změny obvyklé rychlosti chůze spojený s 30 min přerozdělením času jedna ku jedné byl nalezen u přerozdělení času ze spánku, SB a LPA do času tráveného MVPA (Tabulka 9). Konkrétně při přesunu 30 min ze spánku, SB nebo LPA do komponenty MVPA se zvyšuje obvyklá rychlost chůze. Při této změně bylo zjištěno, že při přesunu ze spánku nebo SB se obvyklá rychlost chůze zvýší o 0,06 m/s (95% CI pro Spánek: 0,02; 0,10; pro SB: 0,02; 0,09) a při přesunu z LPA se zvýší o 0,08 m/s (95% CI: 0,01; 0,14).

Naopak při přesunu 30 min z MVPA do ostatních komponent došlo ke snížení obvyklé rychlosti chůze. Při přesunu z MVPA do spánku nebo SB se snížila rychlost o 0,1 m/s (95% CI pro spánek a SB: -0,16; -0,04), zatímco při přesunu z MVPA do LPA by obvyklá rychlost chůze teoreticky poklesla o 1,2 m/s (95% CI: -0,20; -0,03).

Tabulka 9*Odhadované změny obvyklé rychlosti chůze spojené s přerozdělením 30 min mezi komponentami PB*

| | kompozice intenzita – změna (95% CI) ^a | | | | | | | |
|----------|---|----------------|-------|----------------|--------|----------------|---------|--------------|
| | ↑ Spánek | | ↑ SB | | ↑ LPA | | ↑ MVPA | |
| ↓ Spánek | | | -0,01 | (-0,02; 0,01) | -0,02 | (-0,05; 0,02) | 0,06 | (0,02; 0,10) |
| ↓ SB | 0,01 | (-0,01; 0,02) | | | -0,02 | (-0,05; 0,02) | 0,06 | (0,02; 0,09) |
| ↓ LPA | 0,02 | (-0,02; 0,06) | 0,02 | (-0,02; 0,06) | | | 0,08 | (0,01; 0,14) |
| ↓ MVPA | -0,10 | (-0,16; -0,04) | -0,10 | (-0,16; -0,04) | -0,12 | (-0,20; -0,03) | | |
| | kompozice postura – změna (95% CI) ^a | | | | | | | |
| | ↑ Leh | | ↑ Sed | | ↑ Stoj | | ↑ Pohyb | |
| ↓ Leh | | | 0,01 | (0,01; 0,02) | -0,01 | (-0,04; 0,01) | 0,05 | (0,02; 0,07) |
| ↓ Sed | -0,01 | (-0,02; -0,01) | | | -0,02 | (-0,05; -0,01) | 0,03 | (0,01; 0,06) |
| ↓ Stoj | 0,02 | (-0,01; 0,04) | 0,03 | (0,01; 0,05) | | | 0,06 | (0,02; 0,10) |
| ↓ Pohyb | -0,05 | (-0,08; -0,03) | -0,04 | (-0,07; -0,02) | -0,07 | (-0,10; -0,02) | | |

Poznámka. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula. Příznivé změny jsou zvýrazněny zeleně, nepříznivé změny jsou zvýrazněny červeně. SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

^a Změna obvyklé rychlosti chůze (m/s).

O něco menší změny byly detekovány u redistribuce 30 min mezi komponentami kompozice postury. Negativní změny byly pozorovány při přerozdělení 30 min z komponenty pohyb do jedné ze zbývajících komponent. Zajímavým zjištěním byla pozitivní změna (0,03 m/s) při přerozdělení 30 min z komponenty stoj do komponenty sed (95% IC: 0,01; 0,05).

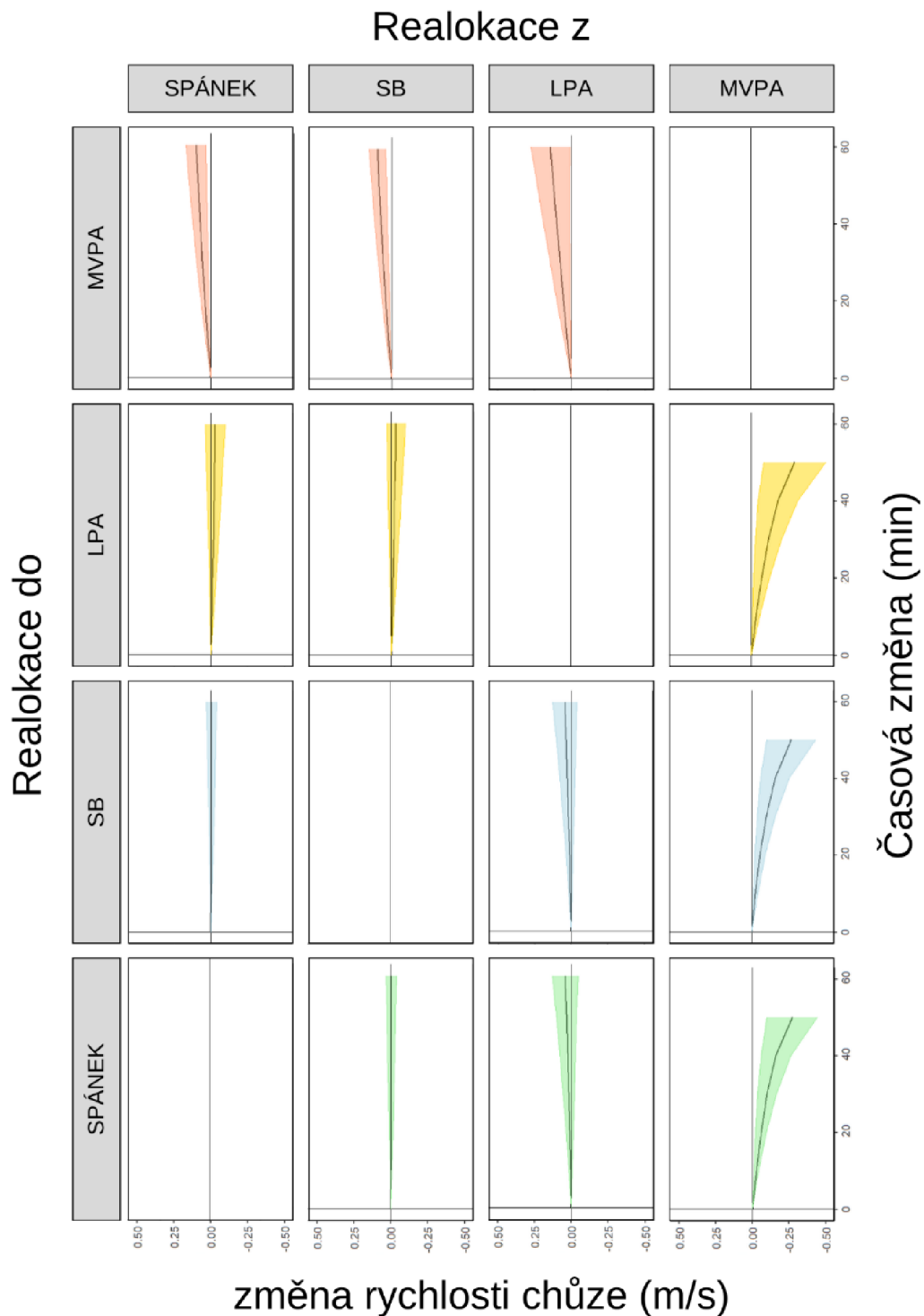
Obrázek 21 detailně prezentuje odhadované změny v obvyklé rychlosti chůze v závislosti na redistribuci času v rozmezí 0–60 min mezi komponentami kompozice intenzity (0–50 min pro přerozdělení z MVPA). Tyto redistribuce byly analyzovány po 10 min. Významné změny byly identifikovány při přesunu času mezi časem tráveným MVPA a zbylými jednotlivými komponentami. Výsledky ukázaly, že ostatní redistribuce nevykazovaly významné odhady změn.

Odhady změn při přerozdělení času mezi komponentami kompozice postury jsou graficky znázorněny na Obrázku 22. Všechny identifikované změny byly významné, s výjimkou přerozdělení času mezi komponentami leh a stoj v obou směrech.

Konkrétní odhady všech přerozdělení mezi komponentami jsou zobrazeny v Příloze 4.

Obrázek 21

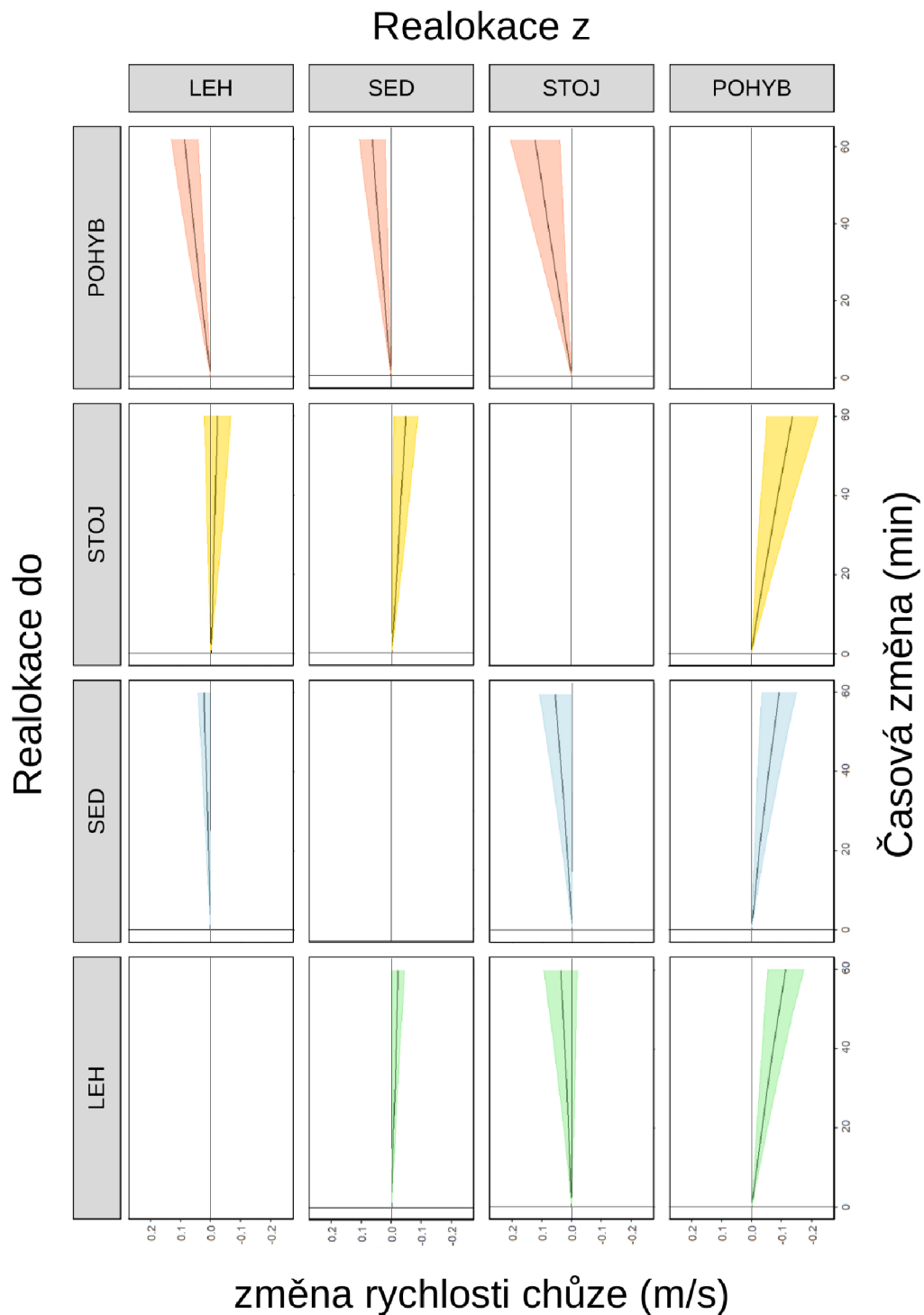
Odhadované změny v obvyklé rychlosti chůze související s přerozdělením PB z hlediska jeho intenzity



Poznámka. Odhadované změny s párovým přerozdělením času z jedné komponenty (sloupec) do jiné (řádek) [např. druhý řádek, čtvrtý sloupec představuje odhadovanou změnu obvyklé rychlosti chůze při přerozdělení času z SB do MVPA, ve srovnání s obvyklou rychlostí chůze při průměrném složení, tzn. že obvyklá rychlost chůze se zvyšuje]. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula. SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

Obrázek 22

Odhadované změny v obvyklé rychlosti chůze související s přerozdělením PB z hlediska jeho postury



Poznámka. Odhadované změny s párovým přerozdělením času z jedné komponenty (sloupec) do jiné (řádek) [např. druhý řádek, čtvrtý sloupec představuje odhadovanou změnu obvyklé rychlosti chůze při přerozdělení času z času tráveného v pozici sedu do času tráveného pohybem, ve srovnání s obvyklou rychlostí chůze při průměrném složení, tzn. že obvyklá rychlost chůze se zvyšuje]. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula.

5.5 Pohybové chování seniorů v kontextu rizika pádu

Na základě výsledku TUG testu byli senioři rozděleni do dvou skupin. Skupina seniorů se sníženým rizikem pádu (n=280) dosahovala průměrného času 8,2 s, zatímco skupina seniorů se zvýšeným rizikem pádu (n=42) měla průměrný čas dokončení TUG testu 16,81 s (Tabulka 10).

5.5.1 24hodinové profily pohybového chování ve vztahu k riziku pádu

Tabulka 10 prezentuje 24hodinové profily PB obou skupin seniorů. Významné rozdíly, potvrzené velkým koeficientem effect size, byly zjištěny u komponent kompozice intenzity, konkrétně v množství času tráveného spánkem ($p < 0,001$), SB ($p < 0,001$) a MVPA ($p < 0,001$).

Výsledky ukázaly, že senioři se sníženým rizikem pádu spali v průměru o 24 min/den více, vykazovali o 73 min/den méně SB a vykonávali o 32 min/den více MVPA. U kompozice postury byly zjištěny statisticky významné rozdíly v množství času tráveného v poloze sed ($p = 0,003$), potvrzené středním koeficientem effect size a v množství času tráveného pohybem ($p < 0,001$) potvrzené velkým koeficientem effect size.

Tabulka 10

Riziko pádu a 24hodinové profily pohybového chování seniorů s odlišným rizikem pádu

| | Snížené riziko pádu n = 280 | | Zvýšené riziko pádu n = 42 | | t | p | d |
|-----------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|--------|-----------|--------|
| | průměr ^a | var ^b | průměr ^a | var ^b | | | |
| TUG test (s) | 8,20 | 1,38 | 16,81 | 7,80 | -7,136 | <0,001*** | -2,802 |
| PB – intenzita^d | | | | | | | |
| Spánek (min/den) | 445,09 | 37,93 | 431,08 | 43,54 | -3,639 | <0,001*** | 0,86 |
| SB (min/den) | 758,55 | 47,87 | 831,79 | 50,83 | -4,417 | <0,001*** | 1,05 |
| LPA (min/den) | 275,66 | 31,58 | 148,76 | 30,79 | -0,918 | 0,363 | 0,18 |
| MVPA (min/den) | 60,70 | 82,62 | 28,36 | 74,84 | 4,944 | <0,001*** | 1,17 |
| PB – postura^d | | | | | | | |
| Leh (min/den) | 610,39 | 39,61 | 635,03 | 40,52 | -2,003 | 0,052 | 0,37 |
| Sed (min/den) | 431,61 | 60,20 | 513,72 | 53,17 | -3,018 | 0,003* | 0,50 |
| Stoj (min/den) | 207,60 | 51,26 | 173,87 | 52,79 | 0,174 | 0,863 | 0,04 |
| Pohyb (min/den) | 190,40 | 48,93 | 117,38 | 53,52 | 5,130 | <0,001*** | 1,07 |

Poznámka. PB = pohybové chování; SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity; TUG – timed up and go test; t = testové kritérium; d = koeficient effect size

^a Geometrický průměr jednotlivých komponent 24hodinového profilu PB; aritmetický průměr pro ostatní proměnné.

^b Část celkového rozptylu související s danou komponentou 24hodinového profilu PB; směrodatná odchylka pro ostatní proměnné.

^c Před analýzou byly všechny komponenty přepočítány tak, aby celá kompozice tvořila 1440 min.

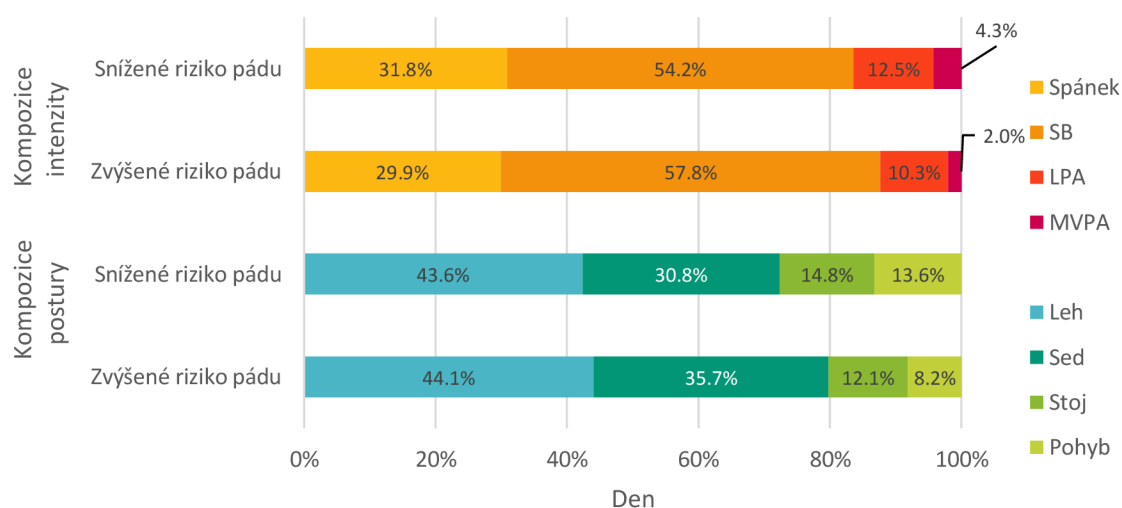
* $p < 0,05$. *** $p < 0,01$.

Senioři se zvýšeným rizikem pádu trávili v průměru o 82 min/den více v poloze sed a o 73 min/den méně pohybem oproti skupině seniorů se sníženým rizikem pádu. Rozdíl v čase tráveném v poloze leh nebyl statisticky významný ($p=0,052$), přesto senioři se zvýšeným rizikem pádu trávili v leže v průměru o 25 min/den více oproti seniorům se sníženým rizikem pádu.

Obrázek 23 graficky znázorňuje procentuální zastoupení jednotlivých komponent 24hodinových profilů PB z hlediska jeho intenzity a postury u seniorů se sníženým a zvýšeným rizikem pádu. Senioři se sníženým rizikem pádu trávili o 2,9 % více času spánkem, o 3,6 % méně času SB a o 2,3 % více času MVPA než skupina seniorů se zvýšeným rizikem pádu. Z hlediska kompozice postury trávili senioři se zvýšeným rizikem pádu o 0,5 % více času v poloze leh, o 4,9 % více času v poloze sed a o 2,7 % méně času v poloze stoj.

Obrázek 23

Procentuální složení 24hodinových profilů PB u seniorů s odlišným rizikem pádu



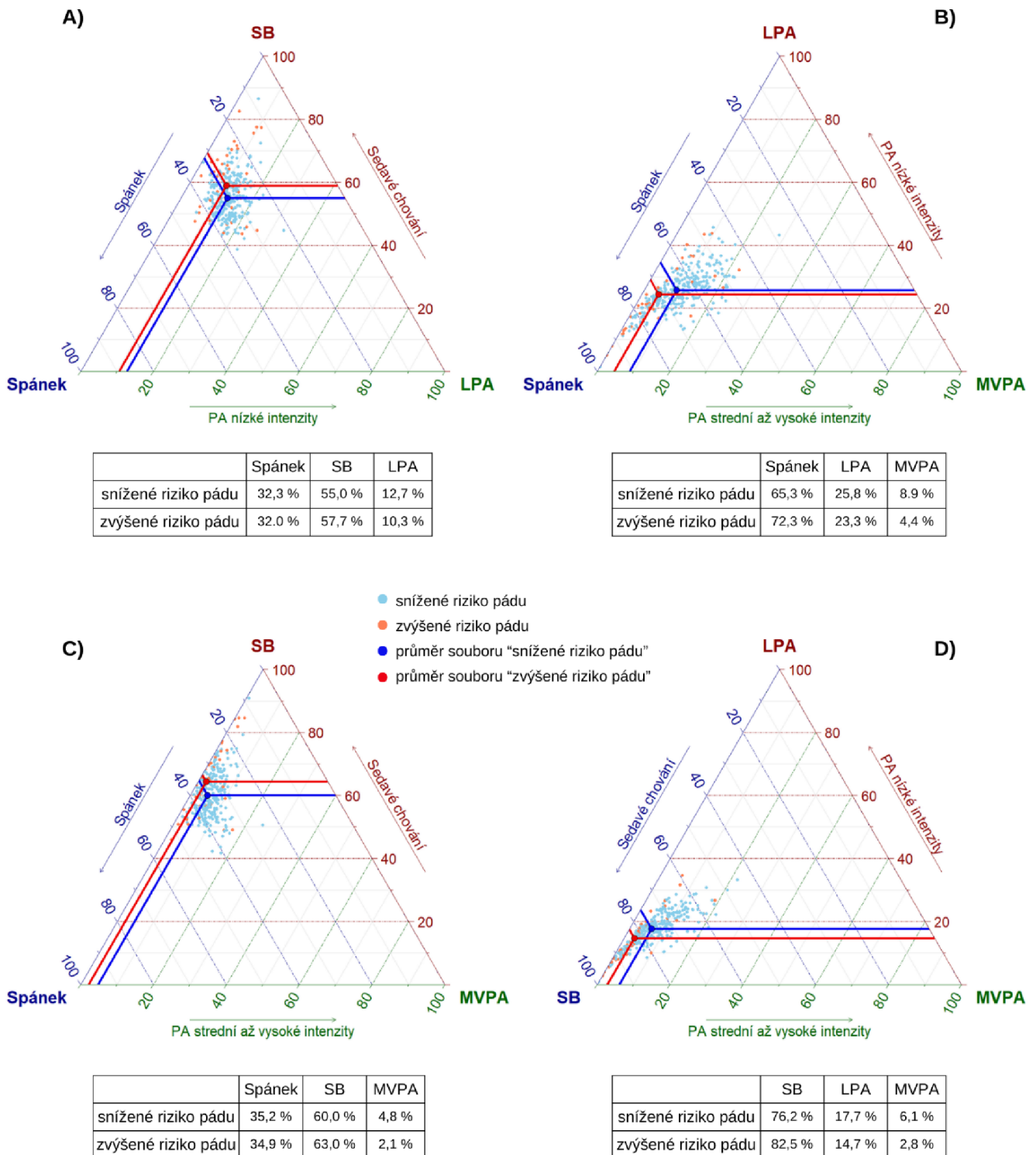
Poznámka. SB – sedavé chování, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity.

Ternární grafy znázorňující složení tříložkových kompozic PB ve vztahu k riziku pádu jsou vyobrazeny na Obrázku 24. Nejmenší rozdíly v kompozičních průměrech skupin seniorů s odlišným rizikem pádu se ukázaly v sub-kompozici A (obrázek 24), kde obě skupiny seniorů vykazovaly obdobné procentuální zastoupení času tráveného spánkem. Naopak rozdíly byly ve dvou zbývajících komponentách (SB a LPA), kdy senioři se sníženým rizikem trávili o 2,7 % méně času SB a o 2,4 % více času LPA oproti seniorům se zvýšeným rizikem pádu.

Největší rozdíly v kompozičním středu byly pozorovány u sub-kompozice B. Senioři se sníženým rizikem pádu vykazovali složení sub-kompozice ve zastoupení 65,3 % spánku, 25,8 % LPA a 8,9 % MVPA. Naopak senioři se zvýšeným rizikem pádu měli sub-kompozici složenou ze 72,3 % spánku, 23,3 % LPA a 4,4 % MVPA.

Obrázek 24

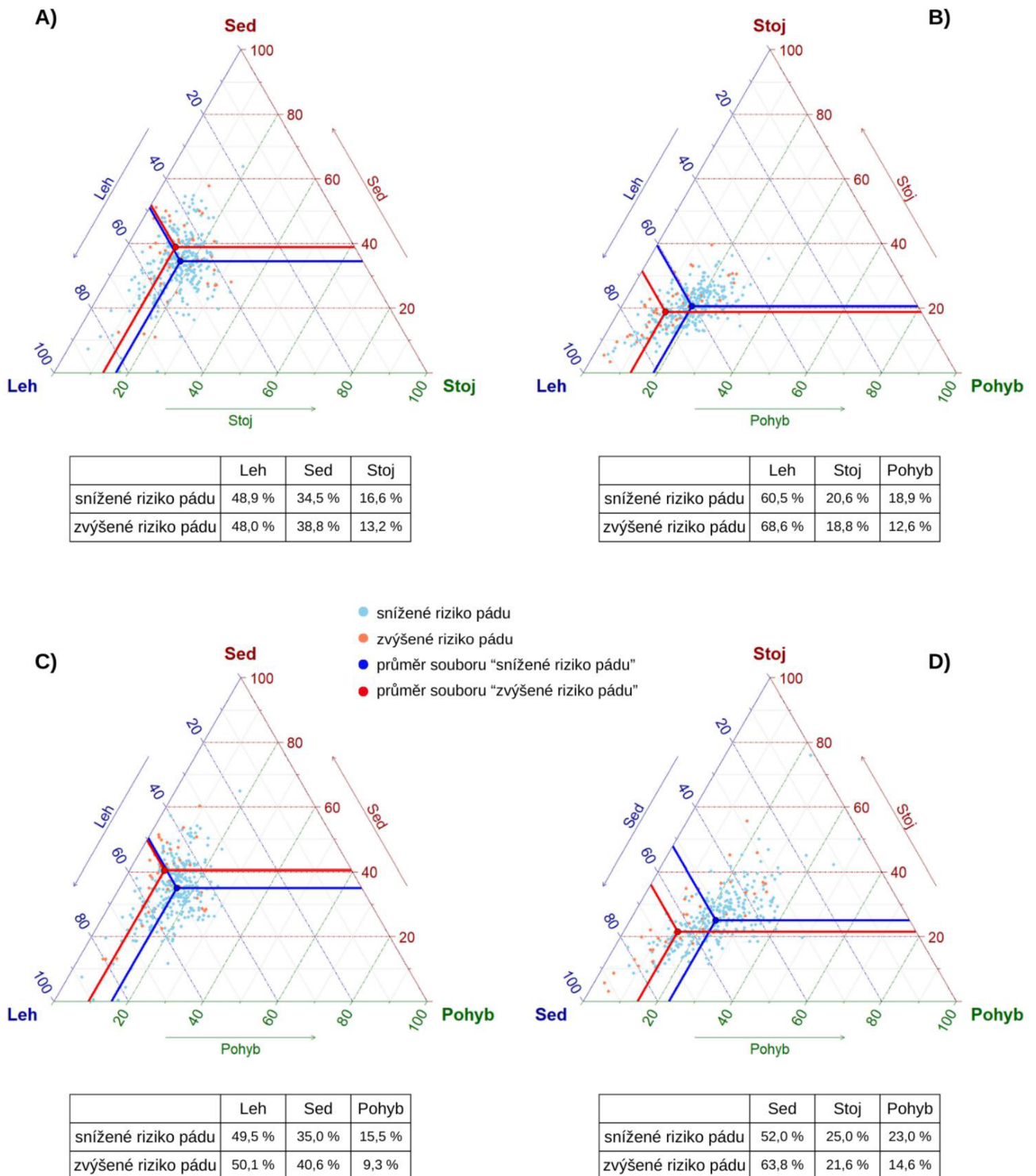
Ternární grafy pohybového chování z hlediska jeho intenzity u seniorů s odlišným rizikem pádu



Poznámka. Ternární grafy kompozičních rozdílů mezi seniory se sníženou a dobrou zdatností. Každý graf (A–D) zobrazuje složení tříšlůžkové sub-kompozice 24hodinového pohybového chování z hlediska jeho intenzity. SB – sedavé chování, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

Obrázek 25

Ternární grafy pohybového chování z hlediska jeho postury u seniorů s odlišným rizikem pádu



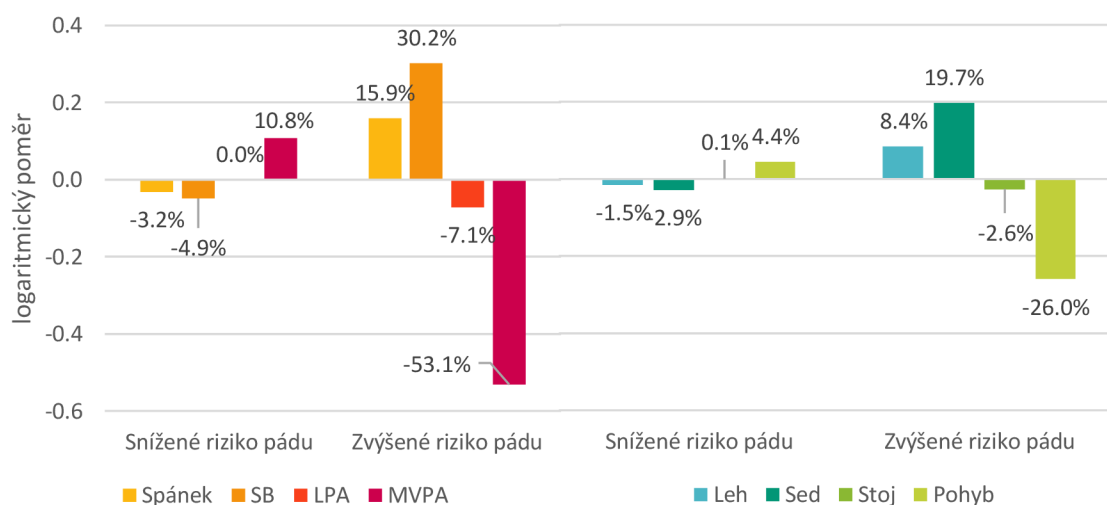
Poznámka. Ternární grafy kompozičních rozdílů mezi seniory se sníženou a dobrou zdatností. Každý graf (A–D) zobrazuje složení tříšložkové sub-kompozice 24hodinového pohybového chování z hlediska jeho postury.

V případě sub-kompozic vztahujících se ke kompozici postury byl nejmenší rozdíl v kompozičních průměrech skupin seniorů s odlišnou úrovní rizika pádu u sub-kompozici A. Největší podíl na odlišném kompozičním středu skupin s odlišným rizikem pádu měla komponenta pohybu. Což můžeme vidět na sub-kompozicích B, C a D (Obrázek 25). Největší rozdíl byl zjištěn u sub-kompozice D, kdy senioři se sníženým rizikem pádu měli zastoupení tříšložkové kompozice (sed, stoj, pohyb) 52 % času v poloze sed, 25 % času v poloze stoj a 23 % času tráveného pohybem, zatímco senioři se zvýšeným rizikem pádu měli 63,8 % v poloze sedu, 21,6 % v poloze stoje a 14,6 % času trávili pohybem.

Obrázek 26 detailně prezentuje kompozice 24hodinových profilů PB u seniorů se zvýšeným a sníženým rizikem pádu. Jak v kompozici intenzity ($p < 0,001$), tak v kompozici postury ($p < 0,001$) byly nalezeny signifikantní rozdíly. Zvláště výrazné rozdíly logaritmických podílů byly zjištěny u kompozice intenzity, kde skupina seniorů se zvýšeným rizikem pádu vykazovala více času tráveného spánkem a SB a výrazně méně MVPA ve srovnání s celým souborem.

Obrázek 26

Relativní 24hodinové profily PB seniorů s odlišným rizikem pádu



Poznámka. Kompozice prezentují rozdíly v časech trávených jednotlivými komponentami vůči hodnotě geometrického průměru celého souboru. Každý sloupec vyjadřuje poměr na logaritmické stupnici (osa y) mezi geometrickým průměrem skupiny a geometrickým průměrem souboru. Poměr 0 vyjadřuje, že geometrický průměr skupiny a celého souboru je shodný. Kladné a záporné hodnoty ukazují, že je geometrický průměr skupiny větší, resp. menší než geometrický průměr celého souboru. SB – sedavé chování, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

V rámci kompozice postury měla skupina seniorů se zvýšeným rizikem pádu vyšší podíl času tráveného v poloze leh a sed a nižší podíl času tráveného pohybem ve srovnání s geometrickým průměrem celého souboru.

Výsledky regresní analýzy Modelu 1 – kompozice intenzity (Tabulka 11) naznačují negativní asociaci mezi MVPA a rizikem pádu. Se zvyšující se MVPA na úkor spánku, SB a LPA se snižuje riziko pádu ($p < 0,001$). Proto **hypotézu H₆ nelze zamítnout**. Beta odhady pro ostatní komponenty nenaznačují statisticky významné asociace s mírou rizika pádu.

Koeficienty beta Modelu 2 – kompozice postury naznačují pozitivní asociaci mezi časem tráveným v poloze stoj a rizikem pádu, což znamená že při snížení času tráveného v poloze stoj, na úkor zbylých komponent, klesá riziko pádu ($p = 0,011$). Zároveň se ukazuje negativní asociace mezi časem tráveným pohybem a rizikem pádu ($p < 0,001$), kdy zvýšený čas trávený pohybem, na úkor zbývajících komponent, snižuje rizika pádu.

Tabulka 11

Asociace mezi rizikem pádu a jednotlivými komponentami pohybového chování

| Pivotová souřadnice | β^b | SE ^c | t ^d | p ^e |
|--|-----------|-----------------|----------------|----------------|
| Model 2 - intenzita^a | | | | |
| Spánek vs zbývajících komponenty | -0,028 | 0,08 | 0,36 | 0,722 |
| SB vs zbývajících komponenty | 0,041 | 0,08 | 0,53 | 0,597 |
| LPA vs zbývajících komponenty | 0,153 | 0,08 | 1,95 | 0,052 |
| MVPA vs zbývajících komponenty | -0,166 | 0,04 | -4,54 | <0,001*** |
| Model 2 - postura^a | | | | |
| Leh vs zbývajících komponenty | 0,07 | 0,05 | 1,28 | 0,201 |
| Sed vs zbývajících komponenty | 0,061 | 0,04 | 1,73 | 0,085 |
| Stoj vs zbývajících komponenty | 0,162 | 0,06 | 2,57 | 0,011* |
| Pohyb vs zbývajících komponenty | -0,293 | 0,06 | -4,86 | <0,001*** |

Poznámka. SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity; β = regresní koeficient; SE = standardní chyba; t = testové kritérium

^a Modely byly kontrolovány pro pohlaví, BMI, věk, roční období, období během pandemie COVID, zkušenost s pádem za posledních 12 měsíců.

* $p < 0,05$. *** $p < 0,01$.

5.6 Pohybové chování seniorů v kontextu obavy z pádu

Míra obavy z pádu vycházela z bodového součtu dotazníku FES-I. Z celkového souboru má 213 seniorů nízkou obavu z pádu s průměrnou hodnotou 18,77 bodů v dotazníku FES-I a 109 seniorů zvýšenou obavou z pádu s průměrnou hodnotou 31,33 bodů v dotazníku (Tabulka 12).

5.6.1 24hodinové profily pohybového chování ve vztahu k obavě z pádu

Statisticky významný rozdíl, potvrzený malým koeficientem effect size, se ukázal u komponent spánku ($p < 0,001$), SB ($p < 0,001$), LPA ($p = 0,02$) a času tráveném v poloze leh ($p = 0,042$). U komponent MVPA ($p < 0,001$) a času tráveného pohybem ($p < 0,001$) byly významné rozdíly potvrzeny středním koeficientem effect size.

Při porovnání procentuálního zastoupení jednotlivých komponent v průměrném dni měli senioři se zvýšenou obavou o 0,5 % méně spánku, o 3,8 % více SB, o 1 % méně LPA a o 2,4 % méně MVPA. Při pohledu na druhou kompozici vidíme, že senioři s nízkou obavou z pádu trávili o 0,7 % méně času v poloze leh, o 2,2 % méně času v poloze sed a o 2,9 % více času pohybem oproti skupině seniorů s vysokou obavou z pádu. Dle procentuální zastoupení trávily obě skupiny v průměru stejně času v poloze stoj.

Tabulka 12

Obava z pádu a 24hodinové profily pohybového chování seniorů s nízkou a vysokou obavou z pádu

| | Nízká obava z pádu n = 223 | | Zvýšená obava z pádu n = 109 | | t | p | d |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|---------|-----------|--------|
| | průměr ^a | var ^b | průměr ^a | var ^b | | | |
| FES – I (škála 16–64) | 18,77 | 1,87 | 31,33 | 9,90 | -13,126 | <0,001*** | -2,111 |
| PB – intenzita^d | | | | | | | |
| Spánek (min/den) | 446,18 | 40,52 | 438,80 | 40,35 | -3,362 | <0,001*** | 0,43 |
| SB (min/den) | 738,44 | 44,24 | 794,00 | 47,79 | -3,894 | <0,001*** | 0,49 |
| LPA (min/den) | 180,85 | 37,67 | 166,79 | 28,75 | -2,337 | 0,020* | 0,28 |
| MVPA (min/den) | 74,53 | 77,57 | 40,41 | 83,10 | 4,863 | <0,001*** | 0,62 |
| PB – postura^d | | | | | | | |
| Leh (min/den) | 610,43 | 41,13 | 620,77 | 39,79 | -2,046 | 0,042* | 0,24 |
| Sed (min/den) | 429,16 | 58,60 | 460,31 | 55,06 | -1,858 | 0,064 | 0,22 |
| Stoj (min/den) | 205,73 | 54,93 | 205,63 | 43,83 | -1,233 | 0,218 | 0,15 |
| Pohyb (min/den) | 194,68 | 45,34 | 153,29 | 61,32 | 5,352 | <0,001*** | 0,71 |

Poznámka. PB = pohybové chování; SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity; FES - I – mezinárodní dotazník obavy z pádu; t = testové kritérium; d = koeficient effect size

^a Geometrický průměr jednotlivých komponent 24hodinového profilu PB; aritmetický průměr pro ostatní proměnné.

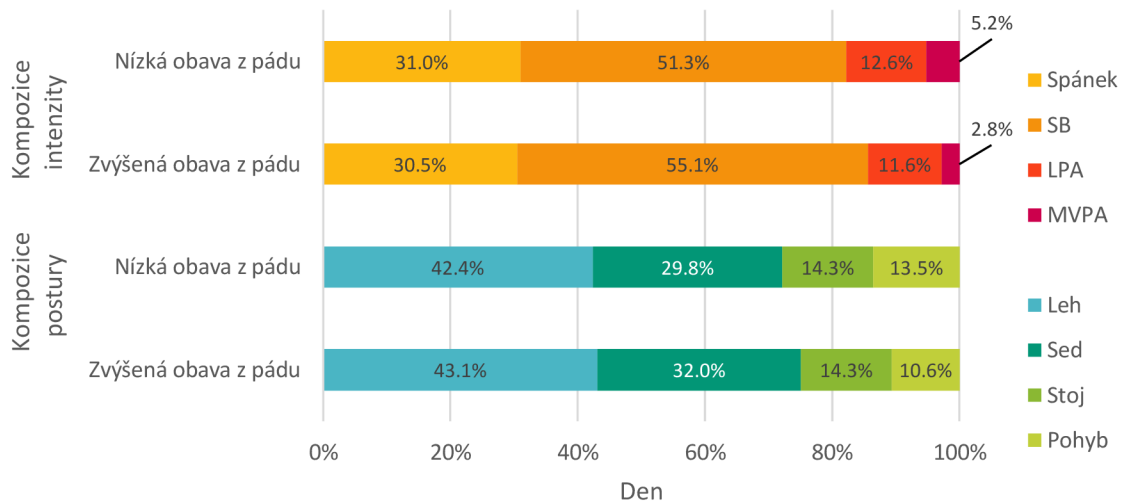
^b Část celkového rozptylu související s danou komponentou 24hodinového profilu PB; směrodatná odchylka pro ostatní proměnné.

^c Před analýzou byly všechny komponenty přepočítány tak, aby celá kompozice tvořila 1440 min.

* $p < 0,05$. *** $p < 0,01$.

Obrázek 27

Procentuální složení 24hodinových profilů PB u seniorů s odlišnou obavou z pádu



Poznámka. SB – sedavé chování, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

Na Obrázku 28 jsou znázorněny ternární grafy znázorňující složení tříložkových sub-kompozic (A–D), jež obsahují kombinace všech čtyř komponent PB z hlediska jeho intenzity.

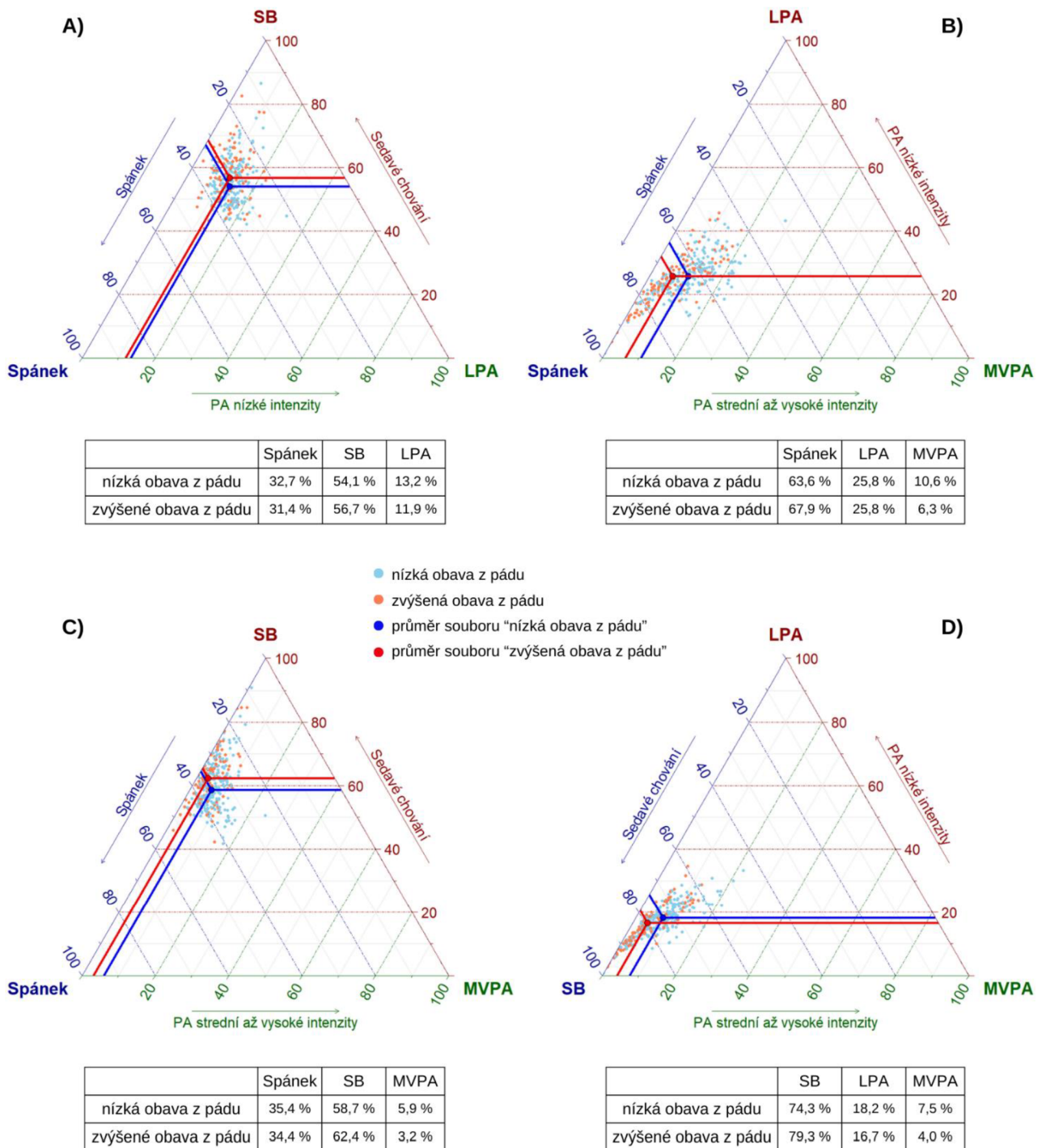
V sub-kompozici B (Obrázek 28) se projevily nejvýraznější rozdíly mezi skupinami. Seniori s nízkou obavou z pádu vykazovali 63,6 % spánku, 25,8 % LPA a 10,6 % MVPA. Naopak seniori se zvýšenou obavou měli 67,9 % spánku, 25,8 % LPA a 6,3 % MVPA. U sub-kompozice A byly rozdíly v kompozičním středu skupin velmi malé, což naznačuje největší vliv MVPA. To bylo potvrzeno také u zbývajících sub-kompozic (B–D).

Ternární grafy PB z hlediska jeho postury jsou zobrazeny na Obrázku 29. Sub-kompozice A (Obrázek 29) odhalila podobné složení kompozičních průměru u obou skupin seniorů. Naopak ve zbývajících sub-kompozicích (B, C, D) se projevila významná vliv komponenty pohybu na rozdíly v kompozičním středu skupin seniorů s odlišnou obavou z pádu.

Nejvýraznější rozdíl v kompozičním středu se ukázal u sub-kompozice D (Obrázek 29), kdy seniori s nízkou obavou z pádu měli kompozici složenou z 51,7 % času tráveného v poloze sed, 24,8 % času tráveného v poloze stoj a 23,5 % času tráveného pohybem, zatímco seniori se zvýšenou obavou z pádu měli 56,2 % času tráveného v poloze sed, 25,1 % času tráveného v poloze stoj a 18,7 % času tráveného pohybem.

Obrázek 28

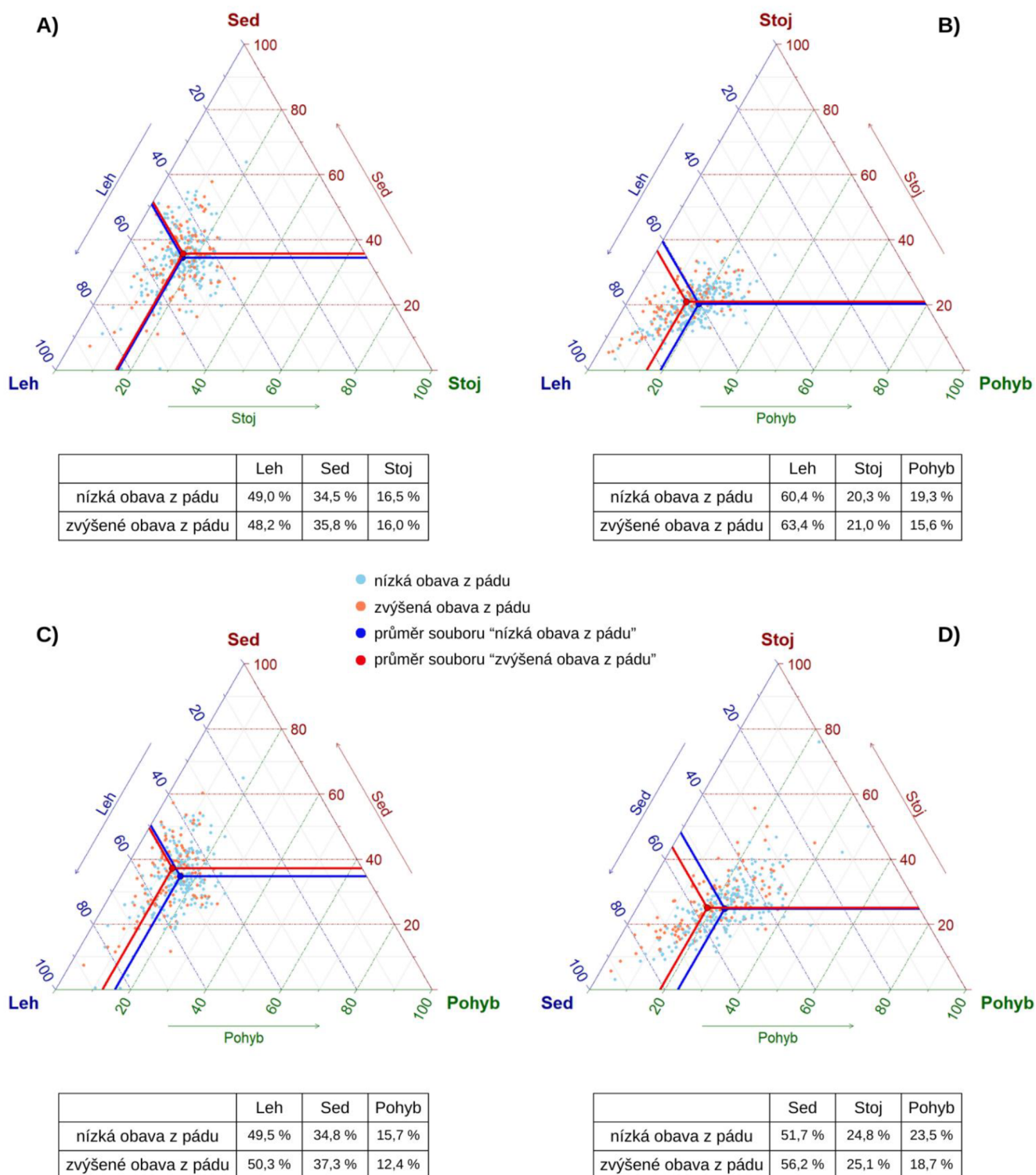
Ternární grafy pohybového chování z hlediska jeho intenzity u seniorů s odlišnou obavou z pádu



Poznámka. Ternární grafy kompozičních rozdílů mezi seniory s nízkou a zvýšenou obavou z pádu. Každý graf (A–D) zobrazuje složení tříšložkové sub-kompozice 24hodinového pohybového chování z hlediska jeho intenzity. SB – sedavé chování, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

Obrázek 29

Ternární grafy pohybového chování z hlediska jeho postury u seniorů s odlišnou obavou z pádu

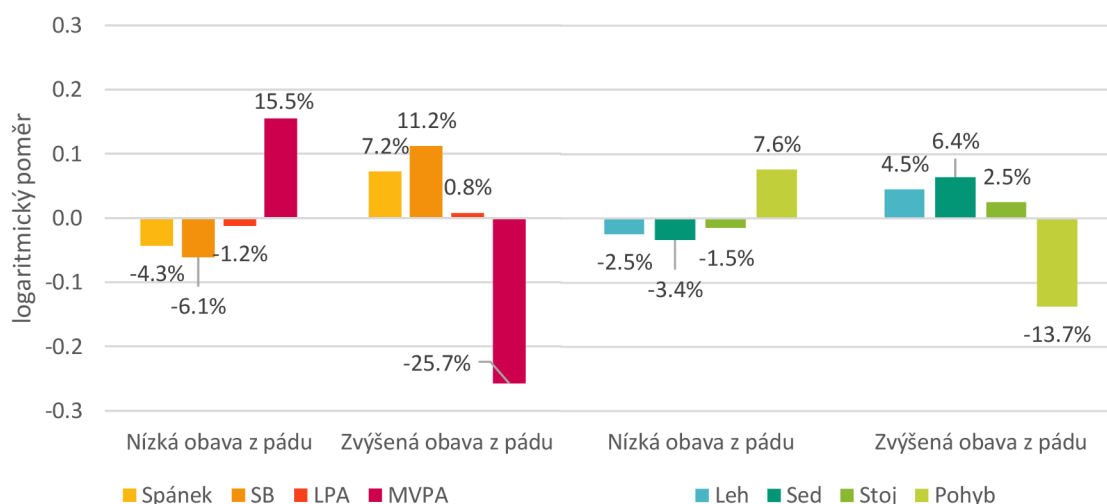


Poznámka. Ternární grafy kompozičních rozdílů mezi seniory s nízkou a zvýšenou obavou z pádu. Každý graf (A–D) zobrazuje složení tříšložkové sub-kompozice 24hodinového pohybového chování z hlediska jeho postury.

Kompoziční charakter naměřených dat je prezentován na Obrázku 30. Mezi skupinami s odlišnou mírou obavy z pádu byl pomocí Hottelingova testu zjištěn statisticky významný rozdíl jak u kompozice intenzity ($p < 0,001$), tak u kompozice postury ($p < 0,001$). V případě kompozice intenzity měli senioři s nízkou obavou z pádu méně spánku, SB a LPA a výrazně více MVPA. Zatímco v případě kompozice postury měli senioři se zvýšenou obavou z pádu více času stráveného v poloze leh, sed i stoj a výrazně méně času tráveného pohybem.

Obrázek 30

Relativní 24hodinové profily PB seniorů s odlišnou obavou z pádu



Poznámka. Kompozice prezentují rozdíly v časech trávených jednotlivými komponentami vůči hodnotě geometrického průměru celého souboru. Každý sloupec vyjadřuje poměr na logaritmické stupnici (osa y) mezi geometrickým průměrem skupiny a geometrickým průměrem souboru. Poměr 0 vyjadřuje, že geometrický průměr skupiny a celého souboru je shodný. Kladné a záporné hodnoty ukazují, že je geometrický průměr skupiny větší, resp. menší než geometrický průměr celého souboru. SB – sedavé chování, LPA – pohybová aktivita nízké intenzity, MVPA – pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

Beta koeficienty Modelu 1 – kompozice intenzity (Tabulka 13) naznačují negativní asociaci mezi MVPA a obavou z pádu. Jak se MVPA zvyšuje na úkor spánku, SB a LPA, obava z pádu klesá ($p = 0,011$). **Hypotézu H₇**, která předpokládala asociaci mezi MVPA a obavou z pádu, **nelze zamítnout**. Na druhé straně nebyla zjištěna významná asociace mezi spánkem, SB, LPA a obavou z pádu.

Regresní koeficienty Modelu 2 – kompozice postury signalizují pozitivní asociaci mezi časem tráveným v poloze leh a obavou z pádu ($p = 0,01$) a negativní asociaci mezi časem tráveným pohybem a obavou z pádu ($p < 0,001$). Což znamená, že při snížení času tráveného v poloze leh na úkor zbývajících komponent nebo zvýšení času tráveného pohybem na úkor zbývajících komponent, obava z pádu klesá.

Tabulka 13

Asociace mezi obavou z pádu a jednotlivými komponentami pohybového chování

| Pivotová souřadnice | β^b | SE ^c | t ^d | p ^e |
|--|-----------|-----------------|----------------|----------------|
| Model 1 - intenzita^a | | | | |
| Spánek vs zbývající komponenty | 0,172 | 0,16 | 1,05 | 0,293 |
| SB vs zbývající komponenty | -0,097 | 0,16 | -0,6 | 0,548 |
| LPA vs zbývající komponenty | 0,122 | 0,16 | 0,74 | 0,460 |
| MVPA vs zbývající komponenty | -0,197 | 0,08 | -2,56 | 0,011* |
| Model 2 - postura^a | | | | |
| Leh vs zbývající komponenty | 0,291 | 0,11 | 2,58 | 0,010* |
| Sed vs zbývající komponenty | 0,02 | 0,07 | 0,28 | 0,783 |
| Stoj vs zbývající komponenty | 0,103 | 0,13 | 0,79 | 0,429 |
| Pohyb vs zbývající komponenty | -0,424 | 0,12 | -3,32 | <0,001*** |

Poznámka. SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity; β = regresní koeficient; SE = standardní chyba; t = testové kritérium

^a Modely byly kontrolovány pro pohlaví, BMI, věk, roční období, období během pandemie COVID, zkušenost s pádem za posledních 12 měsíců.

* p < 0,05. *** p < 0,01.

6 DISKUSE

Hlavním záměrem práce bylo charakterizovat 24hodinové profily PB českých proaktivních seniorů z hlediska jejich intenzity a postury a analyzovat jejich vztah k tělesné zdatnosti, riziku pádu a obavě z pádu. Smyslem práce bylo komplexně popsat strukturu 24hodinového PB českých proaktivních seniorů a získat smysluplnou informaci o tom, zdali se liší profily PB nejen mezi věkovými skupinami a pohlavím, ale hlavně mezi skupinami seniorů v souvislosti s jejich úrovní tělesné zdatnosti, rizika pádu a obavy z pádu.

Metodika práce vycházela převážně z dílčích institucionálních studentských projektů a taktéž z výzkumného grantu GAČR. Výsledky výzkumu přináší komplexní pohled na strukturu PB z hlediska 24 hodin. Dosavadní výzkumy PB seniorů v České republice se zaměřovaly pouze na monitoring PB v bdělém stavu jedinců bez ohledu na 24hodinový přístup. Zároveň se doposud k popisu PB využívalo pouze rozdělení proměnných dle intenzity na SB, LPA a MVPA. S příchodem 24hodinové přístupu bylo možné v kompozici zohlednit i komponentu spánku.

Diskuse je rozdělena do podkapitol podle struktury dílčích cílů práce.

6.1 Pohybové chování seniorů

Předkládaná práce je první prací u seniorské populace zohledňující 24hodinový přístup PB, proto nelze srovnávat s předchozími tuzemskými studii. Nicméně longitudinální výzkum Pelclové et al. (2020) se zaměřoval na monitoring PB (pouze v bdělém stavu, kompozice uzavřena na 16 hodin) žen seniorského věku. Závěrem výzkumu bylo, že seniorky tráví 505 min/den SB, 415 min/den LPA a 40 min/den MVPA. Naopak výsledky této práce naznačují, že senioři tráví 763,2 min/dne SB, 174 min/den LPA a 58 min/den MVPA. Tato rozdílnost může vycházet z odlišného umístění ACM. V této práci byl využit tříosý ACM umístěný na zápěstí, zatímco ve studii Pelclová et al. (2020) byl použit pouze jednoosý ACM umístěný za pasem a nošený pouze v bdělém stavu. Jako další důvod rozdílných výsledků je třeba zmínit odlišné vyhodnocení surových dat včetně jiných cut-pointů.

Porovnání se světovými studii je výrazně jednodušší, jelikož se ve světě již využívá 24hodinový přístup k monitoringu PB od roku 2017. Španělská studie ENRICA-2 byla zaměřena na popis PB seniorů ve věku $71,8 \pm 4,5$ let. Výsledky studie ukazují, že tito senioři tráví 32,3 % dne spánkem, 53,2 % SB, 10,4 % LPA a 4,1 % MVPA (Cabanas-Sánchez et al., 2020). Tyto výsledky odpovídají zjištěním v této práci, kdy se 24hodinový profil PB seniorů z hlediska jeho intenzity skládal z 30,9 % spánku, 53 % SB, 12,1 % LPA a 4 % MVPA. K obdobným výsledkům došli také Koolhaas et al. (2017), kteří uvádějí, že průměrný 24hodinový profil PB nizozemské seniorské populace se skládá z 28,1 % spánku, 55,9 % SB, 10,5 % LPA a 5,5 % MVPA. Také australská studie ACTIVATE uvádí, že průměrný den seniorů obsahuje 35 % spánku,

46,5 % SB, 12,3 % LPA a 6,2 % MVPA (Mellow, Dumuid, et al., 2022). Naopak odlišné výsledky byly zjištěny ve studii IMPACT65+, kde senioři dosahovali 35,8 % spánku, 30,7 % SB, 31,5 % LPA a 2 % MVPA (Cabanas-Sánchez et al., 2019). Rozdílné hodnoty mezi studii v množství SB a LPA mohly být způsobeny tím, že ve studii IMPACT65+ bylo stání (21,9 % dne) započítáno do času LPA, přičemž některé studie tento čas přisuzují SB (Cabanas-Sánchez et al., 2020). Kvůli hranici mezi SB a LPA je obtížné v kompozici analyzovat stání, což vysvětluje, proč jsme přistoupili ke dvěma kompozicím, a to intenzity a postury, zvláště.

Rozdíly mezi studii se projevily i při porovnání kompozice postury. Výsledky této práce ukazují, že 24hodinový profil PB seniorů se skládá z 42,5 % času v poloze leh, 30,3 % času v poloze sed, 14,3 % v poloze stoj a 12,8 % v pohybu. Naše zjištění se ale liší od výsledků studie IMPACT65+, kde se profil PB skládal z 28,8 % času v poloze leh, 40,2 % v poloze sed, 21,9 % času v poloze stoj a 9,1 % pohybu (Cabanas-Sánchez et al., 2019). Rozdíly mezi studii mohou být způsobeny odlišnou metodikou zpracování surových dat z akcelerometru pro rozeznání postury. V rámci této práce byl uplatněn přístup Acti4, zatímco ve studii IMPACT65+ byl použit přístup IDEEA. Naopak ve studii Copenhagen City Heart Study byla použita taktéž metoda Acti4 jejíž výsledky ukazují, že dánští senioři tráví 76 % dne v poloze leh a sed (včetně spánku), 13 % v poloze stoj a 10,7 % v pohybu (Johansson et al., 2020), což se velmi blíží výsledkům této práce, kdy senioři trávili 72,8 % dne v poloze leh a sed, 14,3 % dne v poloze stoj a 12,8 % dne v pohybu.

6.2 Pohybové chování v kontextu věkových skupin

V rámci toho výzkumu byly porovnávány 24hodinové profily PB mezi věkovými skupinami. S narůstajícím věkem dochází k poklesu času tráveného spánkem, LPA, MVPA a naopak k nárůstu času tráveného SB. Obdobný trend potvrdily i studie u seniorské populace ze Španělska (Cabanas-Sánchez et al., 2020), Nizozemska (Koolhaas et al., 2017), USA (Rosenberg et al., 2020) a Japonska (Yatsugi et al., 2021).

Přestože jsme našli snižující, resp. zvyšující se trend ve všech proměnných kompozice intenzity vzhledem k věku, signifikantní rozdíly se ukázaly pouze u času tráveného spánkem, SB a MVPA. V kompozici postury se naopak ukázal významný rozdíl mezi věkovými skupinami pouze u komponenty pohybu, stejně jako ve studii IMPACT65+, kde však byly porovnávány pouze dvě věkové skupiny, a to skupiny ≤70 let a >70 let (Cabanas-Sánchez et al., 2019). Z hlediska 24hodinového profilu PB tráví nejmladší senioři (65–69 let) 31,4 % dne spánkem, 50,5 % dne SB, 13 % dne LPA a 5,1 % dne MVPA. K obdobným výsledkům došli výzkumníci i ve studii Cabanas-Sánchez et al. (2020).

6.3 Pohybové chování v kontextu pohlaví

Řada studií identifikuje statisticky významné rozdíly v množství času tráveného jednotlivými komponentami 24hodinového PB z hlediska jeho intenzity u seniorské populace mezi muži a ženami (Cabanas-Sánchez et al., 2019; Cabanas-Sánchez et al., 2020; Hofman et al., 2022; Koolhaas et al., 2017). Studie Koolhaas et al. (2017) konkrétně uvádí, že muži tráví 27,6 % dne spánkem (396 min/den), 57,6 % dne SB (828 min/den), 9,8 % dne LPA (140,5 min/den) a 5 % MVPA dne (71,5 min/den), zatímco ženy tráví 28,2 % dne (402 min/den) spánkem, 56,1 % dne SB (798 min/den), 10,4 % dne (147,5 min/den) LPA a 5,3 % dne MVPA (75 min/den). Podobně tomu tak je u studie ENRICA-2, která zdůrazňuje rozdíly ve 24hodinových profilech PB mužů a žen seniorského (Cabanas-Sánchez et al., 2020).

Ve výzkumu prezentovaném v této práci byl identifikován statisticky významný rozdíl pouze u komponenty LPA, kdy muži trávili 11,5 % dne (165,5 min/den) LPA a ženy 12,4 % dne (179,3 min/den) LPA. Toto je v souladu s předchozími studii, které naznačují, že ženy obecně vykazují vyšší úroveň LPA, což může být spojeno s tradičními genderovými rolemi, kdy se ženy častěji starají o domácnost a věnují se tak činnostem, jako je vaření, uklízení nebo praní (Davis et al., 2011).

Jedním z možných vysvětlení, proč ostatní komponenty nebyly rozdílné v rámci pohlaví, může být odlišná vzorkovací frekvence, která byla použita ve studiích Koolhaas et al. (2017) a Hofman et al. (2022). Tyto studie použili vzorkovací frekvenci 50 Hz, ve studii Cabanas-Sánchez et al. (2020) to bylo 100 Hz, zatímco v tomto výzkumu bylo použito 25 Hz. Naopak ve všech případech bylo využito umístění senzoru na nedominantní zápěstí.

Studií, které by se zabývaly PB z hlediska jeho postury, existuje pouze omezený počet. Například dánská studie Copenhagen Heart study nebo finská the Finnish Retirement and Aging Study využívají právě software Acti4, který sice hodnotí posturu, ale následně se studie odklání ke kategorizování proměnné do intenzity pohybu. Ve studiích je pak SB prezentováno jako čas trávený v poloze sed a leh během bdělého stavu jedince a čas trávený v poloze stoj je připisován LPA (Johansson et al., 2020; Suorsa et al., 2023). Je vhodné zkoumat obě dimenze PB odděleně, neboť kombinování těchto dimenzí právě u seniorů může být zavádějící vzhledem k aktivitám, které provádějí omezenou rychlostí. Přeci jen stání ve frontě u pokladny nebo na zastávce odpovídá spíše intenzitě SB než LPA. Existují také alternativní metody rozpoznávání postury, jako je např. IDEEA, která byla využita ve studii IMPACT65+ a v rámci které byl identifikován signifikantní rozdíl v komponentách kompozice postury u seniorů.

V porovnání s předchozími studii jsme zaznamenali rozdíl mezi muži a ženami v čase stráveném v poloze sed a stoj, kdy muži trávili více času v poloze sed ($p=0,007$) a ženy trávily více času v poloze stoj ($p<0,001$). Tyto rozdíly odpovídají výsledkům studie Cabanas-Sánchez et al. (2019), která taktéž zjistila rozdíly v množství času tráveného v poloze sed a stoj v rámci pohlaví.

Podobný přístup, jako byl využit v této práci, zvolila i americká studie Adult Changes in Thought (ACT), která zkoumala PB z hlediska jeho intenzity a postury pomocí vícenásobné akcelerometrie. Výsledky této studie naznačují podobné rozdíly v jednotlivých komponentách PB mezi muži a ženami. Je však důležité brát v potaz metodologické rozdíly, jako je umístění senzorů nebo typ použitého softwaru, které mohou ovlivnit srovnání výsledků. Konkrétně pro získání surových dat o intenzitě pohybu bylo v rámci tohoto výzkumu využito umístění ACM na nedominantní zápěstí, zatímco ve studii ACT byl ACM upevněn na boku.

6.4 Pohybové chování v kontextu tělesné zdatnosti

Předchozí výzkumy předkládají MVPA jako účinný prostředek prevence snižování tělesné zdatnosti vedoucí ke křehkosti u seniorské populace, jež zároveň redukuje SB (Fried, 2016). Stejně tak se prokázal i vztah mezi časem tráveným SB a fyzickou zdatností hodnocenou testovou baterií SPPB (Sansano-Nadal et al., 2022). Nicméně doposud neexistuje studie, která by se přímo věnovala problematice 24hodinového PB v kontextu tělesné zdatnosti u seniorů. Studie Mañas et al. (2019) se věnovala rozdílům v tříložkové kompozici (SB, LPA a MVPA) mezi čtyřmi skupinami seniorů. Pohybově aktivní skupiny (plnící doporučení WHO pro PA) byly označeny jako ty s dobrou zdatností, zatímco pohybově neaktivní skupiny (neplnící doporučení WHO pro PA) byly klasifikovány jako ty se sníženou zdatností, navíc byly obě skupiny ještě rozděleny na podskupiny dle množství sedavého chování. Výsledky výše zmíněné studie ukazují, že tělesně zdatnější, méně sedaví senioři vykazují méně SB a více LPA stejně jako méně sedavá skupina seniorů se sníženou zdatností, naopak rozdíl mezi skupinami byl v množství MVPA. Což podporuje myšlenku, že MVPA hraje významnější roli v tělesné zdatnosti než množství LPA. Při srovnání výsledků s touto prací, dosahují senioři ve studii Mañas et al. (2019) obecně více množství LPA a méně SB. Důvodem může být odlišné umístění ACM, který byl na rozdíl od této práce, umístěn na pravém boku. Nevýhodou tohoto umístění může být nepoddajnost přístroje, jež se může projevit v čase nošení v rámci sledovaného období.

Je nezbytné zdůraznit, že i přestože MVPA vykazuje silný účinek v prevenci křehkosti a udržení tělesné zdatnosti, je potřeba se věnovat pozornost i zbývajícím komponentám PB (Rodríguez-gómez et al., 2021). Statisticky významný rozdíl byl zaznamenán v množství SB, kdy senioři se sníženou zdatností trávili o 51 min/den více SB než senioři s dobrou zdatností. Podobný výsledek pozorovala i studie Sansano-Nadal et al. (2022), avšak s menším rozdílem. To mohlo být způsobeno umístění senzoru na stehně, nikoliv na nedominantním zápěstí, jako v případě této práce. Avšak nejvhodnější umístění ACM vzhledem k monitoringu 24hodinového PB neexistuje, každý tělesný segment má určité výhody a nevýhody, jež se odrážejí v různorodosti komponent PB.

Další komponentou, jež je třeba zohlednit je spánek, který se taktéž odráží v úrovni tělesné zdatnosti. Délka pobytu v posteli (včetně spánku) je konkrétně spojována s poklesem tělesné zdatnosti a snížením obvyklé rychlosti chůze (Stenholm et al., 2011; Tsai et al., 2021). Tomu odpovídají i výsledky této práce, které naznačují, že senioři se sníženou zdatností tráví v poloze leh během dne o 29 min více než senioři s dobrou zdatností a navíc o 15 min méně spí.

Vzhledem k tomu, že PB tvoří uzavřenou kompozici, je nezbytné zkoumat, jaké změny nastanou při redistribuci času mezi jednotlivými komponentami. Tato práce ukázala, že přesun 60 min ze SB do MVPA zvyšuje obvyklou rychlost chůze o 0,1 m/s, což je dle Studenski (2011) významná změna obvyklé rychlosti chůze, která je úzce spojena s mortalitou seniorů. Naopak přesun z MVPA do SB snižuje obvyklou rychlost chůze až o 0,3 m/s. Zde je potřeba se zaměřit na tzv. asymetrii změny, kdy je při přesunu z SB do MVPA nárůst rychlosti menší než při přesunu z MVPA do SB. Proto je dobré udržet rychlost obvyklé chůze, zvláště v seniorském věku, kdy dochází k největším omezením v PA.

Podobné výsledky potvrdila i studie Lerma et al. (2018), která zároveň zjistila, že smíšené přerozdělení času tráveného SB do LPA a MVPA vede k nárůstu obvyklé rychlosti chůze, přičemž větší vliv má přerozdělení pouze do MVPA. Přínosy nejsou spojeny pouze s redistribucí 60 min, nýbrž už při přerozdělení 30 min byly zaznamenány signifikantní změny, byť s menším rozsahem.

6.5 Pohybové chování v kontextu rizika pádu

V kontextu rizika pádu bylo zkoumáno 24hodinové pohybové chování u seniorů se sníženým a zvýšeným rizikem pádu. Systematický přehled a metaanalýza provedená na základě 10 kohortových studií potvrdila, že existuje spojitost mezi množstvím PA a rizikem pádu. Neúčast na PA byla spojena se zvýšeným rizikem pádu, zatímco účast na PA byla spojena se snížením rizika pádu (Lee, 2020).

Další systematická přehledová studie se zaměřila na vztah SB a rizika pádu a došla k závěru, že existuje pozitivní souvislost mezi množstvím SB a rizikem budoucího pádu u seniorů (Jiang et al., 2022). Je však důležité vzít v úvahu, že riziko pádu je mnoharozměrný konstrukt a výsledky je třeba interpretovat s určitou rezervou.

V praxi se často používá zjednodušený přístup k hodnocení rizika pádu, jako je např. prostřednictvím motorického testu TUG, jako v případě této práce. Tento test byl použit i ve studii Moradell et al. (2021), která zkoumala souvislosti mezi strukturou PB a pády u seniorů. Jejich zjištění naznačují, že zvýšené riziko pádu souvisí s předchozí zkušeností s pádem. Zároveň Moradell et al. (2021) poukazují na to, že s narůstajícím množstvím PA se zvyšuje pravděpodobnost pádu, jež je způsobena větším množstvím příležitostí, kdy jedinec může utrpět pád.

Ovšem výsledky této práce, kde senioři se zvýšeným rizikem pádu tráví méně LPA i MVPA naznačují, že existují významné rozdíly nejen mezi skupinami seniorů, ale také v metodice výzkumů.

Například Moradell et al. (2021) pracovali s populací starších seniorů a použili ACM GENEActive, který zaznamenával surová data pouze na vzorkovací frekvenci 10 HZ. Což může znamenat, že všechny pohyby nebyly zachyceny, vzhledem k tomu že se doporučuje zaznamenávat na alespoň dvojnásobku frekvence lidského pohybu, který je přibližně 10 Hz (Khan et al., 2016).

6.6 Pohybové chování v kontextu obavy z pádu

Výsledky této práce ukazují, že senioři nízkou a zvýšenou obavou z pádu tráví 738,4 min/den, resp. 794 min/den, SB. V kontrastu s tím přináší studie PAHIOWS od Ren et al. (2022) odlišné hodnoty, kdy seniorky s nízkou obavou z pádů tráví 544,9 min/den a seniorky s vysokou obavou z pádu 564,9 min/den SB. Ani v jednom případě nebyly výsledky statisticky rozdílné, přesto může být tento rozdíl ovlivněn denní dobou záznamu surových dat. V této práci byl použit 24hodinový záznam PB, zatímco ve studii PAHIOWS se data s ACM zaznamenávala pouze v bdělém stavu (Ren et al., 2022). Dalším důvodem rozdílných hodnot mohl být odlišný výzkumný soubor, který v případě studie Ren et al. (2022) byl složený pouze z žen.

Studie Choudhury et al. (2022), která se zaměřila na PB starších žen během pandemie COVID-19 v USA, ukázala, že seniorky s nízkou obavou z pádu tráví 72,7 % dne SB, 22,4 % LPA a 3,65 % MVPA, zatímco seniorky s vysokou obavou trávily 76,2 % SB, 20,7 % LPA a 2,6 % MVPA. Ve srovnání s výsledky této práce trávily seniorky více času SB a MVPA a méně LPA. Tyto rozdíly mohly být způsobeny tím, že výzkumný vzorek Choudhury et al. (2022) byl složen opět pouze z žen a také tím, že měření PB probíhalo pouze v bdělém stavu účastníku, nikoli během celé 24hodinové struktury dne.

Při srovnání relativních 24hodinových profilů PB mezi seniory s nízkou a zvýšenou obavou z pádu se ukázalo, že senioři se zvýšenou obavou z pádu tráví o 25,7 % méně času MVPA a 11,02 % více SB, než je průměr celého výzkumného souboru. Tyto výsledky kontrastují se studií Moradell et al. (2021), kde senioři s vysokou obavou z pádu tráví výrazně méně času LPA, přičemž množství MVPA je srovnatelné s průměrem výzkumného souboru. Tento rozdíl může být způsoben vyšším průměrným věkem participantů studie Moradell et al. (2021), který byl 80,4 let.

Canever et al. (2022) došli k závěru, že hodnota $SB \geq 4,1$ h/den je spojena s vyšší obavou z pádu. Toto zjištění je v naprostém rozporu s výsledky této práce, kde i skupina seniorů s nízkou obavou z pádu trávila více jak 12 h/den SB. Nicméně tato nízká hranice může být dána použitím dotazníku IPAQ a osobního rozhovoru mezi výzkumníky a účastníky studie. Systematické přehledy Ramsey et al. (2022) a Ramsey et al. (2021) potvrzují, že zvýšená obava z pádu je spojena s menším množstvím PA a vyšším množstvím času tráveného SB během dne.

6.7 Přínosy a limity práce

Přínosem práce je podrobná analýza 24hodinových profilů PB seniorů ve věku ≥ 65 let z hlediska jejich intenzity a postury, která je jedinečná díky svému zaměření na českou seniorskou populaci. Výzkum byl zaměřen především na 24hodinové profily PB v souvislosti s věkovými skupinami, pohlavím a zejména se zaměřením na úroveň tělesné zdatnosti, rizika pádu a obavy z pádu, díky čemuž je tato práce první svého druhu v česky psané literatuře.

Pozitivem práce je využití objektivního měření PB pomocí vícenásobné akcelerometrie, díky čemuž se zvyšuje přesnost naměřených dat. Zároveň tato objektivní metoda významně snižuje vliv sledovaných jedinců na naměřená data. Díky umístění tří ACM na nedominantní zápěstí, pravé stehno a pravý bok byla zvýšená šance zachycení všech pohybů jedince včetně detekce postury a intenzity PA.

Velkým přínosem práce je využití kompozičního přístupu nejen při popisu 24hodinových profilů PB, ale také při specifických analýzách, jež zohledňují všechny součásti uzavřené kompozice. Díky tomu můžeme lépe porozumět vztahům mezi jednotlivými komponentami a fyzickou zdatností, rizikem pádu a obavou z pádu.

Silnou stránkou práce je také samotné zaměření na seniorskou populaci, která bývá označována za nejméně aktivní část společnosti a literatura jí věnuje podstatně méně pozornosti než např. dětské populaci. Tato skupina je zároveň nejvíce ohrožena chronickými neinvazivními nemocemi, jimž lze správnou kombinací jednotlivých komponent PB předcházet. Naměřená data a výsledky práce mohou přispět k lepšímu pochopení struktury 24hodinového PB a poskytnout cílená doporučení, jak vhodně nakombinovat strukturu PB během dne, aby jednotlivec dosáhl co největších zdravotních benefitů. Správný „koktejl“ PB ve vztahu k zdravému stárnutí a prevenci rizika geriatrické křehkosti by tak měl být předmětem dalšího zkoumání v rámci navazujících studií, věnujících se této problematice.

Výzkumná práce má také řadu limitů. Výzkumný vzorek reprezentuje především proaktivní jedince seniorského věku, a proto nelze výsledky práce zevšeobecňovat pro celou část seniorské populace. Samotný výzkumný soubor tvoří dobrovolníci z řad studentů Univerzity třetího věku Univerzity Palackého v Olomouci, členů seniorských klubů a klientů geriatrické poradny FNOL, kteří se do výzkumu zapojili dobrovolně s cílem zjistit svou aktuální úroveň PA. Již toto do jisté míry zkresluje charakteristiku výzkumného souboru směrem k jedincům s proaktivním přístupem k životnímu stylu. Tito jedinci mohou být o něco aktivnější a tělesně zdatnější než jejich vrstevníci. Důležité je také zmínit, že poměr seniorů ve věkových skupinách a poměr mužů a žen ve výzkumném souboru nebyl vyvážený, stejně jako skupiny seniorů s odlišnou tělesnou zdatností, rizikem pádu, obavou z pádu.

Ačkoli ACM zaznamenávaly surová data nepřetržitě 24 h/den ve třech ortogonálních osách, nemusely vždy zachytit všechny typy pohybů, zejména ty, které byly prováděny tělesnými segmenty

bez ACM. Zároveň bylo potřeba spoléhat se na samotné probandy v dodržování nepřetržitého nošení senzorů a jejich správného upevnění, což se odrazilo v době nošení ACM, která neodpovídala 1440 min/den. Určitým omezením naměřených dat bylo i upevnění jednoho z ACM na bok, jenž byl na spánek sundáván, což mohlo vést k nepřesné detekci postury v době, kdy byl senzor odložen a zároveň větší pravděpodobnost opomenutí opětovného nasazení po probuzení.

Z vnějších faktorů mohlo naměřená data ovlivnit počasí, délka denního svitu a okolní prostředí jedince, jak naznačuje studie Cepeda et al. (2018), která zkoumala rozdíl v pohybovém chování nizozemských seniorů v rámci sezónnosti. Vliv mohl mít i aktuální zdravotní stav jedince během sledovaného období, nestandardní aktivity nebo únava. Naopak někteří jedinci mohli být účastí ve výzkumu a nošením ACM motivováni k vyšší míře pohybu ve srovnání s jejich standardním 24hodinovým režimem (Ehn et al., 2018).

7 ZÁVĚRY

Hlavním cílem práce bylo popsat 24hodinové profily pohybového chování českých seniorů z hlediska jejich intenzity a postury a určit jejich vztah k tělesné zdatnosti, riziku pádu a obavě z pádu. PB je potřeba brát jako celek, jelikož všechny jeho komponenty tvoří časově uzavřenou kompozici a navzájem se ovlivňují.

Z výsledků práce vyplývají následující závěry:

Pohybového chování českých seniorů

- Průměrný 24hodinový profil PB z hlediska jeho intenzity se u seniorů skládá z 30,9 % času tráveného spánkem, 53 % času tráveného SB, 12,1 % času tráveného LPA a 4 % času tráveného MVPA.
- Průměrný 24hodinový profil PB z hlediska jeho postury se u seniorů skládá z 42,5 % času v poloze leh, 30,3 % času v poloze sed, 14,3 % času v poloze stoj a 12,8 % času v pohybu.

Pohybového chování českých seniorů v rámci věkových skupin

- S narůstajícím věkem seniorů se snižuje množství času tráveného MVPA a narůstá množství času tráveného SB.
- S narůstajícím věkem seniorů se snižuje množství času tráveného pohybem.

Pohybového chování českých mužů a žen seniorského věku

- Ženy seniorského věku tráví více času LPA než muži seniorského věku, zatímco objem MVPA je shodný.
- Muži seniorského věku tráví více času v poloze sed a méně času v poloze stoj než ženy seniorského věku.

Pohybového chování českých seniorů ve vztahu k tělesné zdatnosti

- Senioři s dobrou tělesnou zdatností tráví více času spánkem a MVPA a méně času SB než senioři se sníženou tělesnou zdatností.
- Senioři s dobrou tělesnou zdatností tráví méně času v poloze leh a více času pohybem než senioři se sníženou tělesnou zdatností.

Pohybového chování českých seniorů ve vztahu k riziku pádu

- Senioři se sníženým rizikem pádu tráví více času spánkem a MVPA a méně času SB než senioři se zvýšeným rizikem pádu.
- Senioři se sníženým rizikem pádu tráví méně času v poloze sed a více času pohybem než senioři se zvýšeným rizikem pádu.

Pohybového chování českých seniorů ve vztahu k obavě z pádu

- Senioři s nízkou obavou z pádu tráví více času spánkem, LPA a MVPA a méně času SB než senioři se zvýšenou obavou z pádu.
- Senioři s nízkou obavou z pádu tráví méně času v poloze leh a více času pohybem než senioři se zvýšenou obavou z pádu.

Asociace mezi 24hodinovým profilem pohybového chování českých seniorů a tělesnou zdatností, rizikem pádu a obavou z pádu

- Vyšší množství pohybu nebo MVPA na úkor zbývajících komponent je asociováno s nárůstem tělesné zdatnosti, poklesem rizika pádu a poklesem obavy z pádu u seniorů.
- Nižší množství času tráveného v poloze leh na úkor zbývajících komponent je asociováno s nárůstem tělesné zdatnosti a poklesem obavy z pádu u českých seniorů.
- Nižší množství času tráveného v poloze stoj na úkor zbývajících komponent je asociováno s nárůstem tělesné zdatnosti a poklesem rizika pádu u českých seniorů.
- Přesun alespoň 30 min ze spánku, SB nebo LPA do komponenty MVPA zvyšuje obvyklou rychlost chůze českých seniorů 0 0,06 m/s.
- Přesun alespoň 30 min z MVPA do komponenty spánku, SB nebo LPA snižuje obvyklou rychlost chůze českých seniorů minimálně o 0,1 m/s.

8 SOUHRN

Přehled poznatků práce shrnuje nejzásadnější informace o stáří, s důrazem na biologické stárnutí pohybového aparátu, úrovni tělesné zdatnosti a rizika pádu v kontextu procesu stárnutí. Také vymezuje hlavní pojmy PB, představuje metody monitoringu PB a charakterizuje 24hodinový koncept PB. Součástí přehledu poznatků je rovněž rešerše aktuálních poznatků v oblasti kompoziční analýzy dat o PB.

Hlavním cílem práce je popsat 24hodinové profily pohybového chování českých seniorů z hlediska jejich intenzity a postury a určit jejich vztah k tělesné zdatnosti, riziku pádu a obavě z pádu. V návaznosti na hlavní cíl jsou formulovány následující dílčí cíle:

- 1) Popsat 24hodinový profil pohybového chování českého seniora z hlediska jeho intenzity a postury.
- 2) Popsat a porovnat rozdíly ve 24hodinových profilech pohybového chování z hlediska jejich intenzity a postury u seniorů ve věkových skupinách 65–69 let, 70–74 let, 75–79 let a ≥ 80 let.
- 3) Popsat a porovnat rozdíly ve 24hodinových profilech pohybového chování z hlediska jejich intenzity a postury u mužů a žen seniorského věku.
- 4) Popsat a porovnat rozdíly ve 24hodinových profilech pohybového chování z hlediska jejich intenzity a postury u seniorů s dobrou a sníženou tělesnou zdatností.
- 5) Popsat a porovnat rozdíly ve 24hodinových profilech pohybového chování z hlediska jejich intenzity a postury u seniorů se sníženým a zvýšeným rizikem pádu.
- 6) Popsat a porovnat rozdíly ve 24hodinových profilech pohybového chování z hlediska jejich intenzity a postury u seniorů s nízkou a zvýšenou obavou z pádu.

V práci je definováno 7 výzkumných hypotéz:

H₁: S narůstajícím věkem českých seniorů narůstá objem sedavého chování.

H₂: S narůstajícím věkem českých seniorů se snižuje objem pohybu.

H₃: Objem sedavého chování se liší u českých mužů a žen seniorského věku.

H₄: Objem času tráveného v poloze sed se liší u českých mužů a žen seniorského věku.

H₅: Vyšší množství času tráveného pohybovou aktivitou střední až vysoké intenzity je asociováno s nárůstem tělesné zdatnosti českých seniorů.

H₆: Vyšší množství času tráveného pohybovou aktivitou střední až vysoké intenzity je asociováno s poklesem rizikem pádu u českých seniorů.

H₇: Vyšší množství času tráveného pohybovou aktivitou střední až vysoké intenzity je asociováno s poklesem obavy z pádu u českých seniorů.

Metodika práce vychází ze tří výzkumných grantů, konkrétně z výzkumných institucionálních grantů IGA_FTK_2020_001 a IGA_FTK_2021_002 a také z výzkumného grantu „Optimalizace 24hodinového pohybového chování pro prevenci obezity v době po pandemii“ (22-02392S) poskytnutým Grantovou agenturou České republiky. Všechny dílčí výzkumy byly schváleny Etickou komisí FTK UP.

Výzkumný soubor práce zahrnuje 322 seniorů, z toho 232 žen a 90 mužů ve věku ≥ 65 let. Jedná se především o členy seniorských klubů, účastníky Univerzity třetího věku na Univerzitě Palackého v Olomouci, seniory, kteří se již v minulosti účastnili nejrůznějších výzkumů Centra kinantropologického výzkumu FTK UP a souhlasili s účastí na dalších výzkumech a pacienty geriatrické poradny FNOL. Všichni účastníci výzkumu absolvovali týdenní monitoring 24hodinového PB s využitím tří ACM umístěných na zápěstí, stehnu a boku, podstoupili také motorické testy TUG, testovou baterii SPPB a vyplnili dotazník obav z pádu FES-I.

Průměrný 24hodinový profil PB českých seniorů se z hlediska jeho intenzity skládá z 30,9 % spánku, 53 % SB, 12,1 % LPA a 4 % MVPA, zatímco z hlediska jeho postury se skládá z 42,5 % času trávené v poloze leh, 30,3 % času v poloze sed, 14,3 % času v poloze stoj a 12,8 % v pohybu.

S narůstajícím věkem dochází ke snížení množství času tráveného MVPA, zatímco objem času tráveného SB narůstá. Z hlediska postury klesá s věkem množství pohybu. Na základě těchto výsledků nelze zamítnout hypotézy H₁ a H₂.

Ženy ve srovnání s muži seniorského věku tráví více času LPA, zatímco množství MVPA je shodné. Naopak muži oproti ženám tráví více času v poloze sed a méně času v poloze stoj. Objem času tráveného spánkem, SB a v poloze leh se mezi muži a ženami významně neliší. V souladu s těmito výsledky zamítáme hypotézu H₃, hypotézu H₄ zamítnout nelze.

Senioři s dobrou tělesnou zdatností tráví více času spánkem, pohybem a MVPA a méně času v poloze leh a SB než senioři se sníženou tělesnou zdatností.

Senioři se sníženým rizikem pádu tráví více času spánkem, pohybem a MVPA a méně času SB a v poloze sed než senioři se zvýšeným rizikem pádu.

Senioři s nízkou obavou z pádu mají vyšší objem spánku, pohybu, LPA a MVPA a zároveň tráví méně času v poloze leh a SB než senioři se zvýšenou obavou z pádu.

Na základě získaných výsledků nelze zamítnout hypotézy H₅, H₆ a H₇. Potvrzujeme, že vyšší množství pohybu nebo MVPA na úkor zbývajících komponent je asociováno s nárůstem tělesné zdatnosti, poklesem rizika pádu a poklesem obavy z pádu u českých seniorů. Další významné asociace

byly nalezeny mezi množstvím času tráveného v poloze leh na úkor zbývajících komponent a tělesnou zdatností (negativní asociace) a obavou z pádu (pozitivní asociace) u českých seniorů. Analýza také prokázala asociace mezi množstvím času tráveného v poloze stoj a tělesnou zdatností (negativní asociace) a rizikem pádu u českých seniorů (pozitivní asociace).

Přínosem této práce je podrobná kompoziční analýza 24hodinových profilů PB u českých seniorů ve vztahu nejen k věku a pohlaví, ale především k úrovni tělesné zdatnosti, míře rizika pádu a obavy z pádu. Výsledky práce přinášejí nové poznatky do aktuální problematiky prevence zdravého stárnutí s ohledem na identifikaci křehkých jedinců, jenž vyžadují individuální přístup. Zároveň mohou výsledky práce poskytnout zásadní informace pro stanovení národních strategií prevence PB v oblasti zdravého stárnutí a zdravého životního stylu. Navazující výzkumy by se měly zaměřit na ověření výsledků práce na reprezentativním vzorku seniorů a také implementaci intervenčních programů s cílem optimalizovat 24hodinové profily PB českých seniorů.

9 SUMMARY

The overview of the thesis' findings summarises the main essential information about old age, focusing on the biological ageing of the musculoskeletal system, the level of physical fitness, and the fall risk in the context of the ageing process. This overview also defines the main terms of PB, presents methods of monitoring PB, and characterises the 24-hour PB concept. Research of current knowledge in the field of compositional analysis of PB data is also part of the overview of findings.

The main aim of the thesis is to describe the 24-hour physical behaviour profiles of Czech older adults based on their intensity and posture and determine their relationship to physical fitness, fall risk and fear of falling. Building on the main goal, the following sub-objectives are formulated:

1. Describe the 24-hour physical behaviour profile of Czech older adults in terms of their intensity and posture.
2. Describe and compare differences in 24-hour physical behaviour profile in terms of their intensity and posture in older adults in age groups 65–69 years, 70–74 years, 75–79 years and ≥ 80 years.
3. Describe and compare the differences in the 24-hour physical behaviour profile of older adults in terms of intensity and posture in men and women.
4. Describe and compare the differences in the 24-hour physical behaviour profile in terms of intensity and posture in older adults with good and lowered physical fitness.
5. Describe and compare the differences in the 24-hour physical behaviour profile in terms of intensity and posture in older adults with lowered and increased fall risk.
6. Describe and compare the differences in the 24-hour physical behaviour profile in terms of intensity and posture in older adults with low and increased fear of falling.

There are seven research hypotheses defined in this work:

H₁: With increasing age of Czech older adults, the volume of sedentary behaviour increases.

H₂: With increasing age of Czech older adults, the volume of move decreases.

H₃: The volume of sedentary behaviour in Czech older adults differs between men and women.

H₄: The volume of time spent in a sitting position in Czech older adults differs between men and women.

H₅: A higher volume of time spent in moderate to vigorous physical activity is associated with an increase in physical fitness in Czech older adults.

H₆: A higher volume of time spent in moderate to vigorous physical activity is associated with a decrease in fall risk in Czech older adults.

H₇: A higher volume of time spent in moderate to vigorous physical activity is associated with a decrease in the fear of falling in Czech older adults.

The methodology of the thesis is based on three research grants, specifically from research institutional grants IGA_FTK_2020_001 and IGA_FTK_2021_002, as well as the research grant Optimizing the 24-h movement behaviours for obesity prevention in the post-pandemic era (22-02392S) provided by the Czech Science Foundation. All constituent research has been approved by the Ethics Committee of FTK UP.

The research set of the thesis includes 322 older adults, of which 232 are women and 90 are men, both groups aged ≥ 65 years. The people regarding this research set are members of senior clubs, participants of the University of the Third Age at Palacký University in Olomouc, and also older adults who have previously taken part in many different research activities at the Kinanthropology Research Centre at FTK UP and agreed to participate in further research. Patients who received geriatric counselling at FNOL also participated. All participants completed a weekly 24-hour PB monitoring using three ACMs worn on their wrist, thigh, and waist. They also underwent motoric TUG test, the SPPB, and completed the fear of falling questionnaire FES-I.

The average 24-hour PB profile of a Czech older adult in terms of their intensity consists of 30,9 % of sleep, 53 % SB, 12,1 % LPA, and 4 % MVPA, while in terms of their posture it consists of 42,5 % of time spent lying down, 30,3 % of time in a sitting position, 14,3 % of time in a standing position, and 12,8 % in motion.

With increasing age, the volume of time spent MVPA decreases while the volume of time spent SB increases. In terms of posture, the volume of movement decreases with age. Therefore, based on these results, hypotheses H₁ and H₂ cannot be rejected.

Women of older age, compared to men of the same age group, spend more time in LPA while the volume of MVPA is identical. On the contrary, men of older age spend more time in the sitting position and less time in the standing position. The volume of time spent sleeping, SB, and lying down was not significantly different between men and women of older age. Based on these results, we reject hypothesis H₃, hypothesis H₄ cannot be rejected.

Older adults with good physical fitness spend more time sleeping, moving, and MVPA, and less time lying down and SB than older adults with lowered physical fitness.

Older adults with a decreased fall risk spend more time sleeping, moving and MVPA and less time SB and in a sitting position than older adults with increased fall risk.

Older adults with a low fear of falling spend more time sleeping, moving, LPA and MVPA and less time lying down and SB than older adults with increased fear of falling.

Based on these results and findings, hypothesis H₅, H₆, and H₇ cannot be rejected. We can confirm that a higher volume of moving or MVPA at the expense of the other components is associated with an increase in physical fitness, a decrease in the risk of falling, and a decrease in the fear of falling in Czech older adults. Other significant associations were found between the volume of time spent lying down at the expense of the remaining components and physical fitness (negative association) and fear of falling (positive association) in Czech older adults. The analysis also showed associations between the volume of time spent in a standing position and physical fitness (negative association) and the risk of falling in Czech older adults (positive association).

The contribution of this thesis is a detailed compositional analysis of 24-hour PB profiles of Czech older adults in relation not only to sex and age, but especially to the level of physical fitness, the rate of fall risk and fear of falling. The results of this thesis contribute new findings to the current issues of healthy ageing prevention with respect to the identification of frail individuals who require an individual approach. Simultaneously, the results of this thesis can provide essential information and help to determine national strategies for PB prevention in the field of healthy ageing and a healthy lifestyle. Follow-up research should focus on verifying the results of this thesis in a representative sample of older adults, as well as implementing intervention programmes with the aim of optimising the 24-hour PB profiles in Czech older adults.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Adamakis, M., Zounhia, K., Karteroliotis, K., & Koskolou, M. (2016). Objective measures for the assessment of energy expenditure: A historical overview. *Journal of Scientific Research and Reports*, 12(3), 1–9. <https://doi.org/10.9734/jsrr/2016/29825>
- Ainslie, P. N., Reilly, T., & Westerterp, K. R. (2003). Estimating human energy expenditure: A review of techniques with particular reference to doubly labelled water. *Sports Medicine*, 33(9), 683–698. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333090-00004>
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., O'Brien, W. L., Bassett, J., Schmitz, K. H., Emplaincourt, P. O., Jacobs, J., & Leon, A. S. (2000). Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(9), S498–S516. <https://doi.org/10.1097/00005768-200009001-00009>
- Aitchison, J. (1982). The statistical analysis of compositional data. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 44(2), 139–160. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1982.tb01195.x>
- Ambrose, A. F., Paul, G., & Hausdorff, J. M. (2013). Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. *Maturitas*, 75(1), 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2013.02.009>
- Ang, G. C., Low, S. L., & How, C. H. (2020). Approach to falls among the elderly in the community. *Singapore Medical Journal*, 61(3), 116–121. <https://doi.org/10.11622/smedj.2020029>
- Arnardottir, N. Y., Koster, A., Domelen, D. Van, Brychta, R. J., Caserotti, P., Eiriksdottir, G., Sverrisdottir, J. E., Launer, L. J., Gudnason, V., Johannsson, E., Harris, T. B., Chen, K. Y., & Sveinsson, T. (2013). Objective measurements of daily physical activity patterns and sedentary behaviour in older adults: Age, Gene/Environment Susceptibility-Reykjavik Study. *Age and Ageing*, 42(2), 222–229. <https://doi.org/10.1093/ageing/afs160>
- Arvidsson, D., Fridolfsson, J., & Börjesson, M. (2019). Measurement of physical activity in clinical practice using accelerometers. *Journal of Internal Medicine*, 286(2), 137–153. <https://doi.org/10.1111/joim.12908>
- Asvold, B. O., Langhammer, A., Rehn, T. A., Kjellvik, G., Grontvedt, T. V., Sorgjerd, E. P., Fenstad, J. S., Heggland, J., Holmen, O., Stuifbergen, M. C., Vikjord, S. A. A., Brumpton, B. M., Skjellegrind, H. K., Thingstad, P., Sund, E. R., Selbæk, G., Mork, P. J., Rangul, V., Hveem, K., ... Krokstad, S. (2023). Cohort profile update: The HUNT study, Norway. *International Journal of Epidemiology*, 52(1), E80–E91. <https://doi.org/10.1093/ije/dyac095>
- Bakrania, K., Yates, T., Rowlands, A. V., Esliger, D. W., Bunnewell, S., Sanders, J., Davies, M., Khunti, K., & Edwardson, C. L. (2016). Intensity thresholds on raw acceleration data: Euclidean Norm Minus One (ENMO) and Mean Amplitude Deviation (MAD) approaches. *PLOS ONE*, 11(10), 1–16.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164045>

- Benedetti, M. G., Furlini, G., Zati, A., & Letizia Mauro, G. (2018). The effectiveness of physical exercise on bone density in osteoporotic patients. *BioMed Research International*, 2018, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2018/4840531>
- Berková, M., Topinková, E., Mádlová, P., Klán, J., Vlachová, M., & Běláček, J. (2013). “Krátká baterie pro testování fyzické zdatnosti seniorů” - pilotní studie a validizace testu u starších osob v České republice. *Vnitř Lék*, 59(4), 256–263.
- Bernaciková, M., Kalichová, M., & Beránková, L. (2017). Základní složky pohybového systému. Základy sportovní kineziologie. https://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/zakladni_slozky.html
- Bischoff, H. A., Stähelin, H. B., Monsch, A. U., Iversen, M. D., Weyh, A., von Dechend, M., Akos, R., Conzelmann, M., Dick, W., & Theiler, R. (2003). Identifying a cut-off point for normal mobility: A comparison of the timed “up and go” test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age and Ageing*, 32(3), 315–320. <https://doi.org/10.1093/ageing/32.3.315>
- Bizovská, L., Janura, M., Míková, M., & Svoboda, Z. (2017). *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Brauer, S. (2013). Falls in older people. *Journal of Physiotherapy*, 59(3), Article 213. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(13\)70191-7](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(13)70191-7)
- Bray, N. W., Smart, R. R., Jakobi, J. M., & Jones, G. R. (2016). Exercise prescription to reverse frailty. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 41(10), 1112–1116. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0226>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Bunn, F., Dickinson, A., Barnett-Page, E., Mcinnes, E., & Horton, K. (2008). A systematic review of older people’s perceptions of facilitators and barriers to participation in falls-prevention interventions. *Ageing and Society*, 28(4), 449–472. <https://doi.org/10.1017/S0144686X07006861>
- Buxeda i Garrigós, J. (2018). Compositional data analysis. In S. L. López Varela (Ed.), *The Encyclopedia of Archaeological Sciences* (pp. 1–5). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119188230.saseas0103>
- Cabanas-Sánchez, V., Esteban-Cornejo, I., Migueles, J. H., Banegas, J. R., Graciani, A., Rodríguez-Artalejo, F., & Martínez-Gómez, D. (2020). Twenty four-hour activity cycle in older adults using wrist-worn accelerometers: The seniors-ENRICA-2 study. *Scandinavian Journal of Medicine &*

Science in Sports, 30(4), 700–708. <https://doi.org/10.1111/sms.13612>

- Cabanas-Sánchez, V., Higuera-Fresnillo, S., De La Cámara, M. Á., Esteban-Cornejo, I., & Martínez-Gómez, D. (2019). 24-h movement and nonmovement behaviors in older adults. The IMPACT65+ study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(4), 671–680. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001838>
- Calhoun, R., Meischke, H., Hammerback, K., Bohl, A., Poe, P., Williams, B., & Phelan, E. A. (2011). Older adults' perceptions of clinical fall prevention programs: A qualitative study. *Journal of Aging Research*, 2011, 1–7. <https://doi.org/10.4061/2011/867341>
- Canever, J. B., Danielewicz, A. L., Oliveira Leopoldino, A. A., Corseuil, M. W., & de Avelar, N. C. P. (2022). How much time in sedentary behavior should be reduced to decrease fear of falling and falls in community-dwelling older adults? *Journal of Aging and Physical Activity*, 30(5), 806–812. <https://doi.org/10.1123/japa.2021-0175>
- Carson, V., Tremblay, M. S., Chaput, J. P., & Chastin, S. F. M. (2016). Associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and health indicators among Canadian children and youth using compositional analyses. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 41(6), S294–S302. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0026>
- Cattelani, L., Palumbo, P., Palmerini, L., Bandinelli, S., Becker, C., Chesani, F., & Chiari, L. (2015). FRAT-up, a web-based fall-risk assessment tool for elderly people living in the community. *Journal of Medical Internet Research*, 17(2), Article e41. <https://doi.org/10.2196/jmir.4064>
- Čeledová, L., Kalvach, Z., & Čevela, R. (2016). *Úvod do gerontologie*. Karolinum.
- Celis-Morales, C. A., Perez-Bravo, F., Ibañez, L., Salas, C., Bailey, M. E. S., & Gill, J. M. R. (2012). Objective vs. self-reported physical activity and sedentary time: Effects of measurement method on relationships with risk biomarkers. *PLoS ONE*, 7(5), Article e36345. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036345>
- Cepeda, M., Koolhaas, C. M., van Rooij, F. J. A., Tiemeier, H., Guxens, M., Franco, O. H., & Schoufour, J. D. (2018). Seasonality of physical activity, sedentary behavior, and sleep in a middle-aged and elderly population: The Rotterdam study. *Maturitas*, 110, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.01.016>
- Cesari, M., Gambassi, G., Van Kan, G. A., & Vellas, B. (2014). The frailty phenotype and the frailty index: Different instruments for different purposes. *Age and Ageing*, 43(1), 10–12. <https://doi.org/10.1093/ageing/aft160>
- Cesari, M., Kritchevsky, S. B., Penninx, B. W. H. J., Nicklas, B. J., Simonsick, E. M., Newman, A. B., Tylavsky, F. A., Brach, J. S., Satterfield, S., Bauer, D. C., Visser, M., Rubin, S. M., Harris, T. B., & Pahor, M. (2005). Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people - Results from the health, aging and body composition study. *Journal of the American Geriatrics Society*,

- 53(10), 1675–1680. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53501.x>
- Český statistický úřad. (2022). *Senioři v ČR v datech*. <https://www.czso.cz/documents/10180/120583272/31003420.pdf/5272aa65-7abc-4262-94a4-fb91e60600e3?version=1.3>
- Čevela, R., Čeledová, L., Kalvach, Z., Holčík, J., & Kubů, P. (2014). *Sociální gerontologie*. Grada Publishing.
- Chastin, S. F. M., Palarea-Albaladejo, J., Dontje, M. L., & Skelton, D. A. (2015). Combined effects of time spent in physical activity, sedentary behaviors and sleep on obesity and cardio-metabolic health markers: A novel compositional data analysis approach. *PLoS ONE*, *10*(10), Article e0139984. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139984>
- Chan P.P., Si Tou J.I., Tse M.M., & Ng S.S. (2017). Reliability and Validity of the Timed Up and Go Test With a Motor Task in People With Chronic Stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. *98*(11), 2213-2220. [10.1016/j.apmr.2017.03.008](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.03.008). Epub 2017 Apr 7. PMID: 28392324.
- Chin A Paw, M. J. M., Van Uffelen, J. G. Z., Riphagen, I., & Van Mechelen, W. (2008). The functional effects of physical exercise training in frail older people: A systematic review. *Sports Medicine*, *38*(9), 781–793. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838090-00006>
- Choudhury, R., Park, J. H., Thiamwong, L., Xie, R., & Stout, J. R. (2022). Objectively measured physical activity levels and associated factors in older US women during the COVID-19 pandemic: cross-sectional study. *JMIR Aging*, *5*(3), Article e38172. <https://doi.org/10.2196/38172>
- Cleland, I., Kikhia, B., Nugent, C., Boytsov, A., Hallberg, J., Synnes, K., McClean, S., & Finlay, D. (2013). Optimal placement of accelerometers for the detection of everyday activities. *Sensors*, *13*(7), 9183–9200. <https://doi.org/10.3390/s130709183>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Croswell, J., & Shin, Y. R. (2012). Prevention of falls in community-dwelling older adults. *American Family Physician*, *86*(12), 1135–1136. <https://doi.org/10.1056/nejmcp1903252>
- Crowley, P., Skotte, J., Stamatakis, E., Hamer, M., Aadahl, M., Stevens, M. L., Rangul, V., Mork, P. J., & Holtermann, A. (2019). Comparison of physical behavior estimates from three different thigh-worn accelerometers brands: a proof-of-concept for the Prospective Physical Activity, Sitting, and Sleep consortium (ProPASS). *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *16*(1), Article 65. <https://doi.org/10.1186/s12966-019-0835-0>
- Csuka, M., & Mccarty, D. J. (1985). Lower extremity muscle strength. *Am J Med*, *78*, 77–81.
- Cuberek, R. (2019). *Výzkum orientovaný na pohybovou aktivitu: metodologické ukotvení*. Univerzita Palackého v Olomouci. <https://doi.org/10.5507/ftk.19.24455976>
- Da Silva, V. D., Tribess, S., Meneguci, J., Sasaki, J. E., Garcia-Meneguci, C. A., Carneiro, J. A. O., &

- Virtuoso, J. S. (2019). Association between frailty and the combination of physical activity level and sedentary behavior in older adults. *BMC Public Health*, *19*(1), Article 709. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7062-0>
- Dana, A., Ranjbari, S., Mosazadeh, H., Maliszewski, W. J., & Błachnio, A. (2022). Correlations of accelerometer-measured physical activity with body image and quality of life among young and older adults: A pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(22), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph192214970>
- Davis, M. G., Fox, K. R., Hillsdon, M., Sharp, D. J., Coulson, J. C., & Thompson, J. L. (2011). Objectively measured physical activity in a diverse sample of older urban UK adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *43*(4), 647–654. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181f36196>
- Decade of Healthy Ageing. (2021). *What is the UN Decade of Healthy Ageing (2021–2030)?* <https://www.decadeofhealthyageing.org/about/about-us/what-is-the-decade>
- Del Din, S., Galna, B., Lord, S., Nieuwboer, A., Bekkers, E. M. J., Pelosin, E., Avanzino, L., Bloem, B. R., Rikkert, M. G. M. O., Nieuwhof, F., Cereatti, A., Croce, U. Della, Mirelman, A., Hausdorff, J. M., & Rochester, L. (2020). Falls risk in relation to activity exposure in high-risk older adults. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, *75*(6), 1198–1205. <https://doi.org/10.1093/gerona/glaa007>
- Delbaere, K., Close, J. C. T., Heim, J., Sachdev, P. S., Brodaty, H., Slavin, M. J., Kochan, N. A., & Lord, S. R. (2010). A multifactorial approach to understanding fall risk in older people. *Journal of the American Geriatrics Society*, *58*(9), 1679–1685. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03017.x>
- Delbaere, K., Close, J. C. T., Mikolaizak, A. S., Sachdev, P. S., Brodaty, H., & Lord, S. R. (2010). The falls efficacy scale international (FES-I). A comprehensive longitudinal validation study. *Age and Ageing*, *39*(2), 210–216. <https://doi.org/10.1093/ageing/afp225>
- Delsoglio, M., Achamrah, N., Berger, M. M., & Pichard, C. (2019). Indirect calorimetry in clinical practice. *Journal of Clinical Medicine*, *8*(9), 1–19. <https://doi.org/10.3390/jcm8091387>
- Dent, E., Martin, F. C., Bergman, H., Woo, J., Romero-Ortuno, R., & Walston, J. D. (2019). Management of frailty: opportunities, challenges, and future directions. *The Lancet*, *394*(10206), 1376–1386. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31785-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31785-4)
- Doherty, A., Jackson, D., Hammerla, N., Plötz, T., Olivier, P., Granat, M. H., White, T., van Hees, V. T., Trenell, M. I., Owen, C. G., Preece, S. J., Gillions, R., Sheard, S., Peakman, T., Brage, S., & Wareham, N. J. (2017). Large scale population assessment of physical activity using wrist worn accelerometers: The UK biobank study. *PLoS ONE*, *12*(2), Article e0169649. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169649>
- Drootin, M. (2011). Summary of the updated American geriatrics society/British geriatrics society

- clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(1), 148–157. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03234.x>
- Dumuid, D., Lewis, L. K., Olds, T. S., Maher, C., Bondarenko, C., & Norton, L. (2018). Relationships between older adults' use of time and cardio-respiratory fitness, obesity and cardio-metabolic risk: A compositional isotemporal substitution analysis. *Maturitas*, 110, 104–110. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.02.003>
- Dumuid, D., Pedišić, Ž., Palarea-Albaladejo, J., Martín-Fernández, J. A., Hron, K., & Olds, T. (2020). Compositional data analysis in time-use epidemiology: What, why, how. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), Article 2220. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072220>
- Dumuid, D., Pedišić, Ž., Stanford, T. E., Martín-Fernández, J. A., Hron, K., Maher, C. A., Lewis, L. K., & Olds, T. (2019). The compositional isotemporal substitution model: A method for estimating changes in a health outcome for reallocation of time between sleep, physical activity and sedentary behaviour. *Statistical Methods in Medical Research*, 28(3), 846–857. <https://doi.org/10.1177/0962280217737805>
- Dumuid, D., Stanford, T. E., Martín-Fernández, J. A., Pedišić, Ž., Maher, C. A., Lewis, L. K., Hron, K., Katzmarzyk, P. T., Chaput, J. P., Fogelholm, M., Hu, G., Lambert, E. V., Maia, J., Sarmiento, O. L., Standage, M., Barreira, T. V., Broyles, S. T., Tudor-Locke, C., Tremblay, M. S., & Olds, T. (2018). Compositional data analysis for physical activity, sedentary time and sleep research. *Statistical Methods in Medical Research*, 27(12), 3726–3738. <https://doi.org/10.1177/0962280217710835>
- Dumuid, D., Pedišić, Ž., Palarea-Albaladejo, J., Martín-Fernández, J. A., Hron, K., & Olds, T. (2020). Compositional Data Analysis in Time-Use Epidemiology: What, Why, How. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2220. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072220>
- Eckstrom, E., Neukam, S., Kalin, L., & Wright, J. (2020). Physical activity and healthy aging. *Clinics in Geriatric Medicine*, 36(4), 671–683. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2020.06.009>
- Ehn, M., Eriksson, L. C., Åkerberg, N., & Johansson, A.-C. (2018). Activity monitors as support for older persons' physical activity in daily life: Qualitative study of the users' experiences. *JMIR MHealth and UHealth*, 6(2), Article e34. <https://doi.org/10.2196/mhealth.8345>
- Elliott, M. L., Caspi, A., Houts, R. M., Ambler, A., Broadbent, J. M., Hancox, R. J., Harrington, H. L., Hogan, S., Keenan, R., Knodt, A., Leung, J. H., Melzer, T. R., Purdy, S. C., Ramrakha, S., Richmond-Rakerd, L. S., Righarts, A., Sugden, K., Thomson, W. M., Thorne, P. R., ... Moffitt, T. E. (2021). Disparities in the pace of biological aging among midlife adults of the same chronological age have implications for future frailty risk and policy. *Nature Aging*, 1(3), 295–308. <https://doi.org/10.1038/s43587-021-00044-4>

- Evenson, K. R., Buchner, D. M., & Morland, K. B. (2012). Objective measurement of physical activity and sedentary behavior among US adults aged 60 years or older. *Preventing Chronic Disease, 9*(1), Article E26. <https://doi.org/10.5888/pcd9.110109>
- Fan, Y., Li, Z., Han, S., Lv, C., & Zhang, B. (2016). The influence of gait speed on the stability of walking among the elderly. *Gait & Posture, 47*, 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.02.018>
- Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., Abellan van Kan, G., Andrieu, S., Bauer, J., Breuille, D., Cederholm, T., Chandler, J., De Meynard, C., Donini, L., Harris, T., Kannt, A., Keime Guibert, F., Onder, G., Papanicolaou, D., ... Zamboni, M. (2011). Sarcopenia: An undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association, 12*(4), 249–256. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2011.01.003>
- Filzmoser, P., Hron, K., & Templ, M. (2018). *Applied Compositional Data Analysis*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-96422-5>
- Florence, C. S., Bergen, G., Atherly, A., Burns, E., Stevens, J., & Drake, C. (2018). Medical costs of fatal and nonfatal falls in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society, 66*(4), 693–698. <https://doi.org/10.1111/jgs.15304>
- Fraysse, F., Post, D., Eston, R., Kasai, D., Rowlands, A. V., & Parfitt, G. (2021). Physical activity intensity cut-points for wrist-worn GENEActiv in older adults. *Frontiers in Sports and Active Living, 2*. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.579278>
- Fried, L. P. (2016). Interventions for human frailty: Physical activity as a model. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine, 6*(6), Article a025916. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a025916>
- Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W. J., Burke, G., & McBurnie, M. A. (2001). Frailty in older adults: Evidence for a phenotype. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences, 56*(3), M146–M157. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.m146>
- Friedman, S. M., Munoz, B., West, S. K., Rubin, G. S., & Fried, L. P. (2002). Falls and fear of falling: Which comes first? A longitudinal prediction model suggests strategies for primary and secondary prevention. *Journal of the American Geriatrics Society, 50*(8), 1329–1335. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50352.x>
- Full, K. M., Gallo, L. C., Malhotra, A., Bellettiere, J., Kerr, J., Arredondo, E., Stone, K. L., Zaslavsky, O., Lewis, C. E., Lin, X., & Lacroix, A. Z. (2020). Modeling the cardiometabolic benefits of sleep in older women: Exploring the 24-hour day. *Sleep, 43*(1). <https://doi.org/10.1093/sleep/zsz205>
- Gale, C. R., Cooper, C., & Sayer, A. A. (2016). Prevalence and risk factors for falls in older men and women: The English longitudinal study of ageing. *Age and Ageing, 45*(6), 789–794. <https://doi.org/10.1093/ageing/afw129>

- Gavorník, P. (2018). Kalendárny vek a biologicko-funkčný organovaskulárny vek človeka. *Prakt. Lék.*, 98(6), 275–276.
- Gilbert, T., Neuburger, J., Kraindler, J., Keeble, E., Smith, P., Ariti, C., Arora, S., Street, A., Parker, S., Roberts, H. C., Bardsley, M., & Conroy, S. (2018). Development and validation of a hospital frailty risk score focusing on older people in acute care settings using electronic hospital records: an observational study. *The Lancet*, 391(10132), 1775–1782. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30668-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30668-8)
- Gomez-Bruton, A., Navarrete-Villanueva, D., Pérez-Gómez, J., Vila-Maldonado, S., Gesteiro, E., Gusi, N., Villa-Vicente, J. G., Espino, L., Gonzalez-Gross, M., Casajus, J. A., Ara, I., Gomez-Cabello, A., & Vicente-Rodríguez, G. (2020). The Effects of age, organized physical activity and sedentarism on fitness in older adults: An 8-year longitudinal study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), Article 4312. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124312>
- Greenacre, M. (2021). Compositional Data Analysis. *Annual Review of Statistics and Its Application*, 8(1), 271–299. <https://doi.org/10.1146/annurev-statistics-042720-124436>
- Gupta, N., Mathiassen, S. E., Mateu-Figueras, G., Heiden, M., Hallman, D. M., Jørgensen, M. B., & Holtermann, A. (2018). A comparison of standard and compositional data analysis in studies addressing group differences in sedentary behavior and physical activity. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 15(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0685-1>
- Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2003). Assessing the building blocks of function: Utilizing measures of functional limitation. *American Journal of Preventive Medicine*, 25, 112–121. [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(03\)00174-0](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(03)00174-0)
- Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., Scherr, P. A., & Wallace, R. B. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *Journal of Gerontology*, 49(2), M85–M94. <https://doi.org/10.1093/geronj/49.2.M85>
- Haider, S., Grabovac, I., & Dorner, T. E. (2019). Effects of physical activity interventions in frail and prefrail community-dwelling people on frailty status, muscle strength, physical performance and muscle mass—a narrative review. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 131(11–12), 244–254. <https://doi.org/10.1007/s00508-019-1484-7>
- Hamacher, D., Singh, N. B., Van Dieën, J. H., Heller, M. O., & Taylor, W. R. (2011). Kinematic measures for assessing gait stability in elderly individuals: A systematic review. *Journal of the Royal Society Interface*, 8(65), 1682–1698. <https://doi.org/10.1098/rsif.2011.0416>
- Hardy, R., Cooper, R., Shah, I., Harridge, S., Guralnik, J., & Kuh, D. (2010). Is chair rise performance a useful measure of leg power? *Aging Clinical and Experimental Research*, 22(5–6), 412–418.

<https://doi.org/10.1007/BF03324942>

- Hargens, T. A., Kaleth, A. S., Edwards, E. S., & Butner, K. L. (2013). Association between sleep disorders, obesity, and exercise: a review. *Nature and Science of Sleep*, 5, 27–35. <https://doi.org/10.2147/NSS.S34838>
- Haškovcová H. (2012). *Sociální gerontologie, aneb, Senioři mezi námi*. Galén.
- Hauer, K., Yardley, L., Beyer, N., Kempen, G., Dias, N., Campbell, M., Becker, C., & Todd, C. (2010). Validation of the falls efficacy scale and falls efficacy scale international in geriatric patients with and without cognitive impairment: Results of self-report and interview-based questionnaires. *Gerontology*, 56(2), 190–199. <https://doi.org/10.1159/000236027>
- Hofman, A., Voortman, T., Ikram, M. A., & Luik, A. I. (2022). Substitutions of physical activity, sedentary behaviour and sleep: Associations with mental health in middle-aged and elderly persons. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 76(2), 175–181. <https://doi.org/10.1136/jech-2020-215883>
- Holmerová, I., Jurašková, B., & Zikmundová, K. (2007). *Vybrané kapitoly z gerontologie*. EV public relations.
- Holtermann, A., Rasmussen, C. L., Hallman, D. M., Ding, D., Dumuid, D., & Gupta, N. (2021). 24-hour physical behavior balance for better health for all: “The sweet-spot hypothesis.” *Sports Medicine - Open*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00394-8>
- Hoogendijk, E. O., Afilalo, J., Ensrud, K. E., Kowal, P., Onder, G., & Fried, L. P. (2019). Frailty: implications for clinical practice and public health. *The Lancet*, 394(10206), 1365–1375. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31786-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31786-6)
- Horová, J., Brabcová, I., & Bejvančická, P. (2020). Risk assessment of falls. *Medicína pro Praxi*, 17(3), 200–202. <https://doi.org/10.36290/med.2020.039>
- INESAN. (2020). *Podklady pro návrh systémového opatření v oblasti zdravého stárnutí – Vícezdrojová analýza*. https://inesan.eu/wp-content/uploads/2021/05/Vicezdrojova_analyza_odkaz.pdf
- Janssen, I., Clarke, A. E., Carson, V., Chaput, J. P., Giangregorio, L. M., Kho, M. E., Poitras, V. J., Ross, R., Saunders, T. J., Ross-White, A., & Chastin, S. F. M. (2020). A systematic review of compositional data analysis studies examining associations between sleep, sedentary behaviour, and physical activity with health outcomes in adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 45(10), S248–S257. <https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0160>
- Jazwinski, S. M., & Kim, S. (2019). Examination of the dimensions of biological age. *Frontiers in Genetics*, 10, 1–7. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00263>
- Jerri, A. J. (1977). The Shannon sampling theorem—Its various extensions and applications: A tutorial review. *Proceedings of the IEEE*, 65(11), 1565–1596. <https://doi.org/10.1109/PROC.1977.10771>
- Jetté, M., Sidney, K., & Blümchen, G. (1990). Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise

- prescription, and evaluation of functional capacity. *Clinical Cardiology*, *13*(8), 555–565. <https://doi.org/10.1002/clc.4960130809>
- Jiang, Y. S., Wang, M., Liu, S., Ya, X., Duan, G. T., & Wang, Z. P. (2022). The association between sedentary behavior and falls in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, *10*, Article 1019551. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1019551>
- Johansson, J., Nordström, A., & Nordström, P. (2016). Greater fall risk in elderly women than in men is associated with increased gait variability during multitasking. *Journal of the American Medical Directors Association*, *17*(6), 535–540. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.02.009>
- Johansson, M. S., Korshøj, M., Schnohr, P., Marott, J. L., Prescott, E. I. B., Sjøgaard, K., & Holtermann, A. (2019). Time spent cycling, walking, running, standing and sedentary: a cross-sectional analysis of accelerometer-data from 1670 adults in the Copenhagen City Heart Study. *BMC Public Health*, *19*(1), Article 1370. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7679-z>
- Johansson, M. S., Sjøgaard, K., Prescott, E., Marott, J. L., Schnohr, P., Holtermann, A., & Korshøj, M. (2020). Can we walk away from cardiovascular disease risk or do we have to “huff and puff”? A cross-sectional compositional accelerometer data analysis among adults and older adults in the Copenhagen City Heart Study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *17*(1), 84. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-00985-w>
- Jørgensen, T., Andersen, L. B., Froberg, K., Maeder, U., von Huth Smith, L., & Aadahl, M. (2009). Position statement: Testing physical condition in a population – how good are the methods? *European Journal of Sport Science*, *9*(5), 257–267. <https://doi.org/10.1080/17461390902862664>
- Jylhävä, J., Pedersen, N. L., & Hägg, S. (2017). Biological age predictors. *EBioMedicine*, *21*, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2017.03.046>
- Kaeberlein, M. (2018). How healthy is the healthspan concept? *GeroScience*, *40*(4), 361–364. <https://doi.org/10.1007/s11357-018-0036-9>
- Kalvach, Z., Zadák, Z., Jiráček, R., Závazalová, H., & Sucharda, P. (2004). *Geriatric a gerontologie*. Grada.
- Kalvach, Z., Zadák, Z., Jiráček, R., Závazalová, H., Holmerová, I., & Weber, P. (2008). *Geriatricke syndromy a geriatricky pacient*. Grada Publishing.
- Kameniar, K., MacKintosh, S., Van Kessel, G., & Kumar, S. (2024). The psychometric properties of the short physical performance battery to assess physical performance in older adults: A systematic review. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, *47*(1), 43–54. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000337>
- Kasović, M., Štefan, L., & Zvonař, M. (2020). Domain-specific and total sedentary behavior associated with gait velocity in older adults: The mediating role of physical fitness. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(2), Article 593. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020593>

- Khan, A., Hammerla, N., Mellor, S., & Plötz, T. (2016). Optimising sampling rates for accelerometer-based human activity recognition. *Pattern Recognition Letters*, *73*, 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2016.01.001>
- Kline, C. E., Sui, X., Hall, M. H., Youngstedt, S. D., Blair, S. N., Earnest, C. P., & Church, T. S. (2012). Dose–response effects of exercise training on the subjective sleep quality of postmenopausal women: exploratory analyses of a randomised controlled trial. *BMJ Open*, *2*(4), Article e001044. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-001044>
- Koolhaas, C. M., van Rooij, F. J. A., Schoufour, J. D., Cepeda, M., Tiemeier, H., Brage, S., & Franco, O. H. (2017). Objective measures of activity in the elderly: Distribution and associations with demographic and health factors. *Journal of the American Medical Directors Association*, *18*(10), 838–847. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.04.017>
- Kulminski, A., Yashin, A., Arbeev, K., Akushevich, I., Ukraintseva, S., Land, K., & Manton, K. (2007). Cumulative index of health disorders as an indicator of aging-associated processes in the elderly: Results from analyses of the National Long Term Care Survey. *Mechanisms of Ageing and Development*, *128*(3), 250–258. <https://doi.org/10.1016/j.mad.2006.12.004>
- Kyrdalen, I. L., Thingstad, P., Sandvik, L., & Ormstad, H. (2019). Associations between gait speed and well-known fall risk factors among community-dwelling older adults. *Physiotherapy Research International*, *24*(1), 1–6. <https://doi.org/10.1002/pri.1743>
- Langhammer, B., Bergland, A., & Rydwik, E. (2018). The importance of physical activity exercise among older people. *BioMed Research International*, *2018*, 1–3. <https://doi.org/10.1155/2018/7856823>
- Law, J., Hampel, F. R., Ronchetti, E. M., Rousseeuw, P. J., & Stahel, W. A. (1986). Robust Statistics-The Approach Based on Influence Functions. *The Statistician*, *35*(5), 565. <https://doi.org/10.2307/2987975>
- Lee, J. (2020). The association between physical activity and risk of falling in older adults: A systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Geriatric Nursing*, *41*(6), 747–753. <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2020.05.005>
- Lehnert, M., Botek, M., Sigmund, M., Smékal, D., Šťastný, P., Malý, T., Háp, P., Bělka, J., & Neuls, F. (2014). *Kondiční trénink*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Leonard, W. R. (2012). Laboratory and field methods for measuring human energy expenditure. *American Journal of Human Biology*, *24*(3), 372–384. <https://doi.org/10.1002/ajhb.22260>
- Lerma, N. L., Cho, C. C., Swartz, A. M., Miller, N. E., Keenan, K. G., & Strath, S. J. (2018). Isotemporal substitution of sedentary behavior and physical activity on function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *50*(4), 792–800. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001491>
- Lohne-Seiler, H., Hansen, B. H., Kollé, E., & Anderssen, S. A. (2014). Accelerometer-determined physical activity and self-reported health in a population of older adults (65–85 years): A cross-sectional

- study. *BMC Public Health*, 14(1), Article 284. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-284>
- Luo, L., Cao, Y., Hu, Y., Wen, S., Tang, K., Ding, L., & Song, N. (2022). The associations between meeting 24-Hour Movement Guidelines (24-HMG) and self-rated physical and mental health in older adults—cross sectional evidence from china. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(20), Article 13407. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013407>
- Máček, M. . (2004). Stárnutí a tělesná aktivita. In *Geriatric a gerontologie*. Grada Publishing.
- Macháčová, K., & Holmerová, I. (2019). *Aktivní gerontologie, aneb jak stárnout dobře*. Mladá fronta.
- MacIntosh, B. R., Murias, J. M., Keir, D. A., & Weir, J. M. (2021). What is moderate to vigorous exercise intensity? *Frontiers in Physiology*, 12, Article 682233. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.682233>
- Malíková, E. (2011). *Péče o seniory v pobytových sociálních zařízeních*. Grada Publishing.
- Manãs, A., Del Pozo-Cruz, B., Rodríguez-Gómez, I., Leal-Martín, J., Losa-Reyna, J., Rodríguez-Manãs, L., Garcíá-García, F. J., & Ara, I. (2019). Dose-response association between physical activity and sedentary time categories on ageing biomarkers. *BMC Geriatrics*, 19(1), Article 270. <https://doi.org/10.1186/s12877-019-1284-y>
- Mancini, C., Williamson, D., Binkin, N., Michieletto, F., De Giacomi, G. V., & Gruppo di Lavoro Studio Argentó. (2005). Epidemiology of falls among the elderly. *Igiene e Sanita Pubblica*, 61(2), 117–132. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17206182>
- Mansoubi, M., Pearson, N., Clemes, S. A., Biddle, S. J. H., Bodicoat, D. H., Tolfrey, K., Edwardson, C. L., & Yates, T. (2015). Energy expenditure during common sitting and standing tasks: Examining the 1.5 MET definition of sedentary behaviour. *BMC Public Health*, 15(1), Article 516. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1851-x>
- Mareš, J. (2013). *Úvod do preklinické medicíny: Normální fyziologie*. 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy.
- Markle-Reid, M., & Browne, G. (2003). Conceptualizations of frailty in relation to older adults. *Journal of Advanced Nursing*, 44(1), 58–68. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2003.02767.x>
- Maronna, R. A., Martin, R. D., & Yohai, V. J. (2006). *Robust Statistics*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/0470010940>
- Martín-Fernández, J. A., Daunis-I-estadella, J., & Mateu-Figueras, G. (2015). On the interpretation of differences between groups for compositional data. *Sort*, 39(2), 231–252.
- Marzetti, E., Calvani, R., Tosato, M., Cesari, M., Di Bari, M., Cherubini, A., Broccatelli, M., Saveria, G., D'Elia, M., Pahor, M., Bernabei, R., & Landi, F. (2017). Physical activity and exercise as countermeasures to physical frailty and sarcopenia. *Aging Clinical and Experimental Research*, 29(1), 35–42. <https://doi.org/10.1007/s40520-016-0705-4>
- Mateu-Figueras, G., Pawlowsky-Glahn, V., & Díaz-Barrero, J. L. (2011). The principle of working on

- coordinates. In *Compositional data analysis: Theory and applications* (pp. 29–42). Wiley.
<https://doi.org/10.1002/9781119976462.ch3>
- Mathias S, Nayak US, I. B. (1986). Balance in elderly patients. *Arch Phys Med Rehabil*, *67*(6), 387–389.
- Mcgregor, D. E., Palarea-Albaladejo, J., Dall, P. M., Del Pozo Cruz, B., & Chastin, S. F. M. (2021). Compositional analysis of the association between mortality and 24-hour movement behaviour from NHANES. *European Journal of Preventive Cardiology*, *28*(7), 791–798.
<https://doi.org/10.1177/2047487319867783>
- Mekary, R. A., Willett, W. C., Hu, F. B., & Ding, E. L. (2009). Isotemporal substitution paradigm for physical activity epidemiology and weight change. *American Journal of Epidemiology*, *170*(4), 519–527. <https://doi.org/10.1093/aje/kwp163>
- Mellow, M. L., Crozier, A. J., Dumuid, D., Wade, A. T., Goldsworthy, M. R., Dorrian, J., & Smith, A. E. (2022). How are combinations of physical activity, sedentary behaviour and sleep related to cognitive function in older adults? A systematic review. *Experimental Gerontology*, *159*, Article 111698. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2022.111698>
- Mellow, M. L., Dumuid, D., Wade, A. T., Stanford, T., Olds, T. S., Karayanidis, F., Hunter, M., Keage, H. A. D., Dorrian, J., Goldsworthy, M. R., & Smith, A. E. (2022). Twenty-four-hour time-use composition and cognitive function in older adults: Cross-sectional findings of the ACTivate study. *Frontiers in Human Neuroscience*, *16*, Article 1051793.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.1051793>
- Mendonca, G. V., Pezarat-Correia, P., Vaz, J. R., Silva, L., Almeida, I. D., & Heffernan, K. S. (2016). Impact of exercise training on physiological measures of physical fitness in the elderly. *Current Aging Science*, *9*(4), 240–259. <https://doi.org/10.2174/1874609809666160426120600>
- Menichetti, J., Cipresso, P., Bussolin, D., & Graffigna, G. (2016). Engaging older people in healthy and active lifestyles: A systematic review. *Ageing and Society*, *36*(10), 2036–2060.
<https://doi.org/10.1017/S0144686X15000781>
- Migueles, J. H., Cadenas-Sanchez, C., Ekelund, U., Delisle Nyström, C., Mora-Gonzalez, J., Löf, M., Labayen, I., Ruiz, J. R., & Ortega, F. B. (2017). Accelerometer Data Collection and Processing Criteria to Assess Physical Activity and Other Outcomes: A Systematic Review and Practical Considerations. *Sports Medicine*, *47*(9), 1821–1845. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0716-0>
- Migueles, J. H., Rowlands, A. V., Huber, F., Sabia, S., & van Hees, V. T. (2019). GGIR: A research community-driven open source R package for generating physical activity and sleep outcomes from multi-day raw accelerometer data. *Journal for the Measurement of Physical Behaviour*, *2*(3), 188–196. <https://doi.org/10.1123/jmpb.2018-0063>
- Ministerstvo práce a sociálních věcí ČR. (2016). *Vláda schválila věkový strop, do důchodu se bude odcházet v 65 letech* [Press release].

- https://www.mpsv.cz/documents/20142/573030/TZ_MPSV_-_Do_duchodu_se_bude_odchazet_v_65_letech.pdf/0b7ed908-7b56-f8a1-4f7d-11ba54d60170
- Ministerstvo práce a sociálních věcí ČR. (2022). *Strategický rámec přípravy na stárnutí společnosti 2021-2025*.
https://www.mpsv.cz/documents/20142/372809/Strategicky_ramec_pripravy_na_starnuti_spolecnosti_2021-2025.pdf/99bc6a48-abcf-e555-c291-1005da36d02e
- Moradell, A., Rodríguez-Gómez, I., Fernández-García, Á. I., Navarrete-Villanueva, D., Marín-Puyalto, J., Pérez-Gómez, J., Villa-Vicente, J. G., González-Gross, M., Ara, I., Casajús, J. A., Gómez-Cabello, A., & Vicente-Rodríguez, G. (2021). Associations between daily movement distribution, bone structure, falls, and fractures in older adults: A compositional data analysis study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), Article 3757. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073757>
- Moreira, N. B., Rodacki, A. L. F., Pereira, G., & Bento, P. C. B. (2018). Does functional capacity, fall risk awareness and physical activity level predict falls in older adults in different age groups? *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 77, 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2018.04.002>
- Moreno-Vecino, B., Arijá-Blázquez, A., Pedrero-Chamizo, R., Gómez-Cabello, A., Alegre, L. M., Pérez-López, F. R., González-Gross, M., Casajús, J. A., & Ara, I. (2017). Sleep disturbance, obesity, physical fitness and quality of life in older women: EXERNET study group. *Climacteric*, 20(1), 72–79. <https://doi.org/10.1080/13697137.2016.1264934>
- Morley, J. E., Vellas, B., Abellan van Kan, G., Anker, S. D., Bauer, J. M., Bernabei, R., Cesari, M., Chumlea, W. C., Doehner, W., Evans, J., Fried, L. P., Guralnik, J. M., Katz, P. R., Malmstrom, T. K., McCarter, R. J., Gutierrez Robledo, L. M., Rockwood, K., von Haehling, S., Vandewoude, M. F., & Walston, J. (2013). Frailty consensus: A call to action. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(6), 392–397. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.03.022>
- Navarrete-Villanueva, D., Gómez-Cabello, A., Marín-Puyalto, J., Moreno, L. A., Vicente-Rodríguez, G., & Casajús, J. A. (2021). Frailty and physical fitness in elderly people: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 51(1), 143–160. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01361-1>
- Ndahimana, D., & Kim, E.-K. (2017). Measurement methods for physical activity and energy expenditure: a review. *Clinical Nutrition Research*, 6(2), Article 68. <https://doi.org/10.7762/cnr.2017.6.2.68>
- Nimrod, G., & Ben-Shem, I. (2015). Successful aging as a lifelong process. *Educational Gerontology*, 41(11), 814–824. <https://doi.org/10.1080/03601277.2015.1050904>
- Nohelová, D., Bizovská, L., Janura, M., & Svoboda, Z. (2022). Risk of falling in the elderly from a biomechanical point of view. *Rehabilitace a Fyzikální Lékarství*, 29(3), 136–143. <https://doi.org/10.48095/ccrhfl2022136>

- OECD, & WHO. (2023). *Step Up! Tackling the Burden of Insufficient Physical Activity in Europe*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/500a9601-en>
- Ondrušová, J. (2018). *Sociální gerontologie a geriatrie*. Univerzita Karlova.
- Ortega, F. B., Cadenas-Sanchez, C., Lee, D., Ruiz, J. R., Blair, S. N., & Sui, X. (2018). Fitness and fatness as health markers through the lifespan: An overview of current knowledge. *Progress in Preventive Medicine*, 3(2), Article e0013. <https://doi.org/10.1097/pp9.000000000000013>
- Ostir, G. V., Volpato, S., Fried, L. P., Chaves, P., & Guralnik, J. M. (2002). Reliability and sensitivity to change assessed for a summary measure of lower body function: Results from the Women's Health and Aging Study. *Journal of Clinical Epidemiology*, 55(9), 916–921. [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(02\)00436-5](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(02)00436-5)
- Padilla Colón, C. J., Molina-Vicenty, I. L., Frontera-Rodríguez, M., García-Ferré, A., Rivera, B. P., Cintrón-Vélez, G., & Frontera-Rodríguez, S. (2018). Muscle and bone mass loss in the elderly population: Advances in diagnosis and treatment. *Journal of Biomedicine*, 3, 40–49. <https://doi.org/10.7150/jbm.23390>
- Palarea-Albaladejo, J., & Martín-Fernández, J. A. (2015). ZCompositions - R package for multivariate imputation of left-censored data under a compositional approach. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 143, 85–96. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2015.02.019>
- Pawlowsky-Glahn, V., & Egozcue, J. J. (2002). BLU Estimators and compositional data. *Mathematical Geology*, 34, 259–274. <https://doi.org/10.1023/A:1014890722372>
- Pawlowsky-Glahn, V., & Buccianti, A. (2011). *Compositional Data Analysis: Theory and Applications*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119976462>
- Pawlowsky-Glahn, V., Egozcue, J. J., & Tolosana-Delgado, R. (2015). Modeling and analysis of compositional data. In *Modeling and Analysis of Compositional Data*. Chichester. <https://doi.org/10.1002/9781119003144>
- Pedišić, Ž. (2014). Measurement issues and poor adjustments for physical activity and sleep undermine sedentary behaviour research - The focus should shift to the balance between sleep, sedentary behaviour, standing and activity. *Kinesiology*, 46(1), 135–146.
- Pedišić, Ž., Dumuid, D., & Olds, T. S. (2017). Integrating sleep, sedentary behaviour, and physical activity research in the emerging field of time-use epidemiology: Definitions, concepts, statistical methods, theoretical framework, and future directions. *Kinesiology*, 49(2), 252–269.
- Pelclová, J., Frömel, K., & Cuberek, R. (2013). Gender-specific associations between perceived neighbourhood walkability and meeting walking recommendations when walking for transport and recreation for czech inhabitants over 50 years of age. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(1), 527–536. <https://doi.org/10.3390/ijerph110100527>
- Pelclová, J., Štefelová, N., Dumuid, D., Pedišić, Ž., Hron, K., Gába, A., Olds, T., Pechová, J., Zajac-Gawlak,

- I., & Tlučáková, L. (2020). Are longitudinal reallocations of time between movement behaviours associated with adiposity among elderly women? A compositional isotemporal substitution analysis. *International Journal of Obesity*, *44*(4), 857–864. <https://doi.org/10.1038/s41366-019-0514-x>
- Phelan, E. A., Mahoney, J. E., Voit, J. C., & Stevens, J. A. (2015). Assessment and management of fall risk in primary care settings. *Medical Clinics of North America*, *99*(2), 281–293. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2014.11.004>
- Pláteník, J. (2020). Biochemická podstata stárnutí. *Klinická Biochemie a Metabolismus*, *28*(49), 132–138.
- Poe, S. S., Cvach, M. M., Gartrell, D. G., Radzik, B. R., & Joy, T. L. (2005). An evidence-based approach to fall risk assessment, prevention, and management: Lessons learned. *Journal of Nursing Care Quality*, *20*(2), 107–118. <https://doi.org/10.1097/00001786-200504000-00004>
- Pokorná, A., Štrombachová, V., Dolanová, D., Búřilová, P., Kučerová, J., & Pospíšil, M. (2022). *Centrální systém hlášení nežádoucích událostí – metodika nežádoucí událost: pád*. Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR.
- Prince, S. A., Cardilli, L., Reed, J. L., Saunders, T. J., Kite, C., Douillette, K., Fournier, K., & Buckley, J. P. (2020). A comparison of self-reported and device measured sedentary behaviour in adults: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *17*(1), Article 31. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-00938-3>
- Quach, L., Galica, A. M., Jones, R. N., Procter-Gray, E., Manor, B., Hannan, M. T., & Lipsitz, L. A. (2011). The nonlinear relationship between gait speed and falls: The maintenance of balance, independent living, intellect, and zest in the elderly of boston study. *Journal of the American Geriatrics Society*, *59*(6), 1069–1073. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03408.x>
- Quante, M., Kaplan, E. R., Rueschman, M., Cailler, M., Buxton, O. M., & Redline, S. (2015). Practical considerations in using accelerometers to assess physical activity, sedentary behavior, and sleep. *Sleep Health*, *1*(4), 275–284. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2015.09.002>
- Quinn, T. P., Erb, I., Richardson, M. F., & Crowley, T. M. (2018). Understanding sequencing data as compositions: An outlook and review. *Bioinformatics*, *34*(16), 2870–2878. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bty175>
- Rait, G., Fletcher, A., Smeeth, L., Brayne, C., Stirling, S., Nunes, M., Breeze, E., Ng, E. S. W., Bulpitt, C. J., Jones, D., & Tulloch, A. J. (2005). Prevalence of cognitive impairment: Results from the MRC trial of assessment and management of older people in the community. *Age and Ageing*, *34*(3), 242–248. <https://doi.org/10.1093/ageing/afi039>
- Ramsey, K. A., Meskers, C. G. M., & Maier, A. B. (2021). Every step counts: synthesising reviews associating objectively measured physical activity and sedentary behaviour with clinical

- outcomes in community-dwelling older adults. *The Lancet Healthy Longevity*, 2(11), e764–e772. [https://doi.org/10.1016/S2666-7568\(21\)00203-8](https://doi.org/10.1016/S2666-7568(21)00203-8)
- Ramsey, K. A., Zhou, W., Rojer, A. G. M., Reijnierse, E. M., & Maier, A. B. (2022). Associations of objectively measured physical activity and sedentary behaviour with fall-related outcomes in older adults: A systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 65(2), Article 101571. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2021.101571>
- Reguli, Z., Senkyr, J., & Vit, M. (2015). Questioning the concept of General Falling Techniques (GFT). In R. M. Kalina (Ed.), *Proceedings of the 1st World Congress on Health and Martial Arts in Interdisciplinary Approach* (pp. 63–67).
- Reguli, Z., & Svobodová, L. (2011). Česká verze diagnostiky strachu z pádů u seniorů FES-I (Falls Efficacy Scale International). *Studia Sportiva*, 5(2), 5–12. <https://doi.org/10.5817/sts2011-2-1>
- Ren, P., Zhang, X., Du, L., Pan, Y., Chen, S., & He, Q. (2022). Reallocating time spent in physical activity, sedentary behavior and its association with fear of falling: Isotemporal substitution model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), Article 2938. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052938>
- Richardson, S. (1991). The Timed “Up & Go”: A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142–148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
- Rockwood, K., & Mitnitski, A. (2007). Frailty in relation to the accumulation of deficits. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(7), 722–727. <https://doi.org/10.1093/gerona/62.7.722>
- Rockwood, K., Song, X., MacKnight, C., Bergman, H., Hogan, D. B., McDowell, I., & Mitnitski, A. (2005). A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. *CMAJ. Canadian Medical Association Journal*, 173(5), 489–495. <https://doi.org/10.1503/cmaj.050051>
- Rodríguez-gómez, I., Mañas, A., Losa-reyna, J., Alegre, L. M., Rodríguez-mañas, L., García-garcía, F. J., & Ara, I. (2021). Relationship between physical performance and frailty syndrome in older adults: The mediating role of physical activity, sedentary time and body composition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010203>
- Rosenberg, D., Walker, R., Greenwood-Hickman, M. A., Bellettiere, J., Xiang, Y., Richmire, K. R., Higgins, M., Wing, D., Larson, E. B., Crane, P. K., & Lacroix, A. Z. (2020). Device-assessed physical activity and sedentary behavior in a community-based cohort of older adults. *BMC Public Health*, 20(1), Article 1256. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09330-z>
- Rosenberger, M. E., Fulton, J. E., Buman, M. P., Troiano, R. P., Grandner, M. A., Buchner, D. M., & Haskell, W. L. (2019). The 24-hour activity cycle: A new paradigm for physical activity. *Medicine*

- & *Science in Sports & Exercise*, 51(3), 454–464. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001811>
- Rosengren, B. E., Ribom, E. L., Nilsson, J. Å., Mallmin, H., Ljunggren, Ö., Ohlsson, C., Mellström, D., Lorentzon, M., Stefanick, M., Lapidus, J., Leung, P. C., Kwok, A., Barrett-Connor, E., Orwoll, E., & Karlsson, M. K. (2012). Inferior physical performance test results of 10,998 men in the MrOS Study is associated with high fracture risk. *Age and Ageing*, 41(3), 339–344. <https://doi.org/10.1093/ageing/afs010>
- Ross, R., Chaput, J.-P., Giangregorio, L. M., Janssen, I., Saunders, T. J., Kho, M. E., Poitras, V. J., Tomasone, J. R., El-Kotob, R., McLaughlin, E. C., Duggan, M., Carrier, J., Carson, V., Chastin, S. F., Latimer-Cheung, A. E., Chulak-Bozzer, T., Faulkner, G., Flood, S. M., Gazendam, M. K., ... Tremblay, M. S. (2020). Canadian 24-hour movement guidelines for adults aged 18–64 years and adults aged 65 years or older: an integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 45(10), S57–S102. <https://doi.org/10.1139/apnm-2020-0467>
- Rowlands, A. V., Mirkes, E. M., Yates, T., Cledes, S., DAVIES, M., KHUNTI, K., Edwardson, C. L., ROWLANDS, A. V., Mirkes, E. M., Yates, T., Cledes, S., DAVIES, M., KHUNTI, K., & Edwardson, C. L. (2018). Accelerometer-assessed physical activity in epidemiology. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(2), 257–265. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001435>
- Rubenstein, L. Z. (2006). Falls in older people: Epidemiology, risk factors and strategies for prevention. In *Age and Ageing* (Cambridge, Vol. 35, Issue suppl 2). <https://doi.org/10.1093/ageing/afl084>
- Sansano-Nadal, O., Wilson, J. J., Martín-Borràs, C., Brønd, J. C., Skjødt, M., Caserotti, P., Roqué I Figuls, M., Blackburn, N. E., Klenk, J., Rothenbacher, D., Guerra-Balic, M., Font-Farré, M., Denking, M., Coll-Planas, L., Deidda, M., McIntosh, E., Giné-Garriga, M., & Tully, M. A. (2022). Validity of the sedentary behavior questionnaire in european older adults using english, spanish, german and danish versions. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 26(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2021.1922910>
- Schmidt, C., Santos, M., Bohn, L., Delgado, B. M., Moreira-Gonçalves, D., Leite-Moreira, A., & Oliveira, J. (2020). Comparison of questionnaire and accelerometer-based assessments of physical activity in patients with heart failure with preserved ejection fraction: clinical and prognostic implications. *Scandinavian Cardiovascular Journal*, 54(2), 77–83. <https://doi.org/10.1080/14017431.2019.1707863>
- Schoeller, D. A., & Van Santen, E. (1982). Measurement of energy expenditure in humans by doubly labeled water method. *Journal of Applied Physiology Respiratory Environmental and Exercise Physiology*, 53(4), 955–959. <https://doi.org/10.1152/jappl.1982.53.4.955>
- Searle, S. D., Mitnitski, A., Gahbauer, E. A., Gill, T. M., & Rockwood, K. (2008). A standard procedure for creating a frailty index. *BMC Geriatrics*, 8(1), Article 24. <https://doi.org/10.1186/1471-2318->

- Seol, J., Abe, T., Fujii, Y., Joho, K., & Okura, T. (2020). Effects of sedentary behavior and physical activity on sleep quality in older people: A cross-sectional study. *Nursing and Health Sciences*, *22*(1), 64–71. <https://doi.org/10.1111/nhs.12647>
- Sigmundová, D., & Sigmund, E. (2012). Statistická a věcná významnost a použití koeficientů velikosti účinku při hodnocení dat o pohybové aktivitě. *Tělesná Kultura*, *35*(1), 55–72.
- Silverman, M. N., & Deuster, P. A. (2014). Biological mechanisms underlying the role of physical fitness in health and resilience. *Interface Focus*, *4*(5), Article 20140040. <https://doi.org/10.1098/rsfs.2014.0040>
- Skotte, J., Korshøj, M., Kristiansen, J., Hanisch, C., & Holtermann, A. (2014). Detection of Physical Activity Types Using Triaxial Accelerometers. *Journal of Physical Activity and Health*, *11*(1), 76–84. <https://doi.org/10.1123/jpah.2011-0347>
- Sleimen-Malkoun, R., Temprado, J. J., & Hong, S. L. (2014). Aging induced loss of complexity and dedifferentiation: Consequences for coordination dynamics within and between brain, muscular and behavioral levels. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *6*, Article 140. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00140>
- Small, S., Khalid, S., Dhiman, P., Chan, S., Jackson, D., Doherty, A., & Price, A. (2021). Impact of reduced sampling rate on accelerometer-based physical activity monitoring and machine learning activity classification. *Journal for the Measurement of Physical Behaviour*, *4*(4), 298–310. <https://doi.org/10.1123/jmpb.2020-0061>
- Son, K. Y., Shin, D. W., Lee, J. E., Kim, S. H., Yun, J. M., & Cho, B. (2020). Association of timed up and go test outcomes with future incidence of cardiovascular disease and mortality in adults aged 66 years: Korean national representative longitudinal study over 5.7 years. *BMC Geriatrics*, *20*(1), Article 111. <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01509-8>
- Stalenhoef, P. A., Diederiks, J. P. M., Knottnerus, J. A., Kester, A. D. M., & Crebolder, H. F. J. M. (2002). A risk model for the prediction of recurrent falls in community-dwelling elderly: A prospective cohort study. *Journal of Clinical Epidemiology*, *55*(11), 1088–1094. [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(02\)00502-4](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(02)00502-4)
- Stamatakis, E., Clark, B. K., Ahmadi, M. N., Blodgett, J. M., Granat, M. H., Donnelly, A., Atkin, A. J., Tsai, L. T., Mielke, G. I., Pulsford, R. M., Gupta, N., Crawley, P., Stevens, M., Johansson, P., Brocklebank, L., Sherar, L. B., Rangul, V., Holtermann, A., Hamer, M., & Koster, A. (2022). A physical behaviour partnership from heaven: The prospective physical activity, sitting, and sleep consortium and the international society for the measurement of physical behaviour. *Journal for the Measurement of Physical Behaviour*, *5*(3), 129–131. <https://doi.org/10.1123/jmpb.2022-0027>
- Štefelová, N., Dygrýn, J., Hron, K., Gába, A., Rubín, L., & Palarea-Albaladejo, J. (2018). Robust

- compositional analysis of physical activity and sedentary behaviour data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(10), 2248. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102248>
- Stenholm, S., Kronholm, E., Bandinelli, S., Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2011). Self-reported sleep duration and time in bed as predictors of physical function decline: Results from the InCHIANTI study. *Sleep*, 34(11), 1583–1593. <https://doi.org/10.5665/sleep.1402>
- Stevens, M. L., Gupta, N., Inan Eroglu, E., Crowley, P. J., Eroglu, B., Bauman, A., Granat, M., Straker, L., Palm, P., Stenholm, S., Aadahl, M., Mork, P., Chastin, S., Rangul, V., Hamer, M., Koster, A., Holtermann, A., & Stamatakis, E. (2020). Thigh-worn accelerometry for measuring movement and posture across the 24-hour cycle: a scoping review and expert statement. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 6(1), Article e000874. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2020-000874>
- Studenski, S., Perera, S., Patel, K., Rosano, C., Faulkner, K., Inzitari, M., Brach, J., Chandler, J., Cawthon, P., Connor, E. B., Nevitt, M., Visser, M., Kritchevsky, S., Bandinelli, S., Harris, T., Newman, A. B., Cauley, J., Ferrucci, L., & Guralnik, J. (2011). Gait speed and survival in older adults. *Jama*, 305(1), 50–58. <https://doi.org/10.1001/jama.2010.1923>
- Sun, F., Norman, I. J., & While, A. E. (2013). Physical activity in older people: A systematic review. *BMC Public Health*, 13(1), Article 449. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-449>
- Suorsa, K., Gupta, N., Leskinen, T., Andersen, L. L., Pasanen, J., Hettiarachchi, P., Johansson, P. J., Pentti, J., Vahtera, J., & Stenholm, S. (2023). Modifications of 24-h movement behaviors to prevent obesity in retirement: a natural experiment using compositional data analysis. *International Journal of Obesity*, 47(10), 922–930. <https://doi.org/10.1038/s41366-023-01326-0>
- Sylvia, L. G., Bernstein, E. E., Hubbard, J. L., Keating, L., & Anderson, E. J. (2014). Practical guide to measuring physical activity. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114(2), 199–208. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2013.09.018>
- Templ, M., Hron, K., & Filzmoser, P. (2011). robCompositions: An R-package for robust statistical analysis of compositional data. In V. Pawlowsky-Glahn & A. Buccianti (Eds.), *Compositional Data Analysis: Theory and Applications* (pp. 341–355). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119976462.ch25>
- Thibaud, M., Bloch, F., Tournoux-Facon, C., Brèque, C., Rigaud, A. S., Dugué, B., & Kemoun, G. (2012). Impact of physical activity and sedentary behaviour on fall risks in older people: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *European Review of Aging and Physical Activity*, 9(1), 5–15. <https://doi.org/10.1007/s11556-011-0081-1>
- Tinetti, M. E., & Williams, C. S. (1998). The effect of falls and fall injuries on functioning in community-dwelling older persons. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 53(2), M112–M119. <https://doi.org/10.1093/gerona/53A.2.M112>

- Topinková, E. (2005). *Geriatricie pro praxi*. Galén.
- Topinková, E., Berková, M., Mádlová, P., & Běláček, J. (2013). "Krátká baterie pro testování fyzické zdatnosti seniorů" a její využití pro diagnózu geriatrické křehkosti v klinické praxi. *Geriatric a Gerontologie, 1*, 43–49.
- Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., Chastin, S. F. M., Altenburg, T. M., Chinapaw, M. J. M., Aminian, S., Arundell, L., Hinkley, T., Hnatiuk, J., Atkin, A. J., Belanger, K., Chaput, J. P., Gunnell, K., Larouche, R., Manyanga, T., ... Wondergem, R. (2017). Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - terminology consensus project process and outcome. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 14*(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0525-8>
- Troen, B. R. (2003). The biology of aging. *The Mount Sinai Journal of Medicine, New York, 70*(1), 3–22. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12516005>
- Troiano, R. P., McClain, J. J., Brychta, R. J., & Chen, K. Y. (2014). Evolution of accelerometer methods for physical activity research. *British Journal of Sports Medicine, 48*(13), 1019–1023. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093546>
- Tsai, L. T., Boyle, E., Brønd, J. C., Kock, G., Skjødt, M., Hvid, L. G., & Caserotti, P. (2021). Associations between objectively measured physical activity, sedentary behaviour and time in bed among 75+ community-dwelling Danish older adults. *BMC Geriatrics, 21*(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01856-6>
- Tully, M. A., McMullan, I., Blackburn, N. E., Wilson, J. J., Bunting, B., Smith, L., Kee, F., Deidda, M., Giné-Garriga, M., Coll-Planas, L., Dallmeier, D., Denking, M., Rothenbacher, D., & Caserotti, P. (2020). Sedentary behavior, physical activity, and mental health in older adults: An isotemporal substitution model. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 30*(10), 1957–1965. <https://doi.org/10.1111/sms.13762>
- Vähä-Ypyä, H., Vasankari, T., Husu, P., Suni, J., & Sievänen, H. (2015). A universal, accurate intensity-based classification of different physical activities using raw data of accelerometer. *Clinical Physiology and Functional Imaging, 35*(1), 64–70. <https://doi.org/10.1111/cpf.12127>
- van den Boogaart, K. G., & Tolosana-Delgado, R. (2013). *Analyzing compositional data with R*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-36809-7>
- van Hees, Vincent T., Gorzelniak, L., Dean León, E. C., Eder, M., Pias, M., Taherian, S., Ekelund, U., Renström, F., Franks, P. W., Horsch, A., & Brage, S. (2013). Separating Movement and Gravity Components in an Acceleration Signal and Implications for the Assessment of Human Daily Physical Activity. *PLoS ONE, 8*(4), e61691. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061691>
- van Hees, Vincent T., Sabia, S., Anderson, K. N., Denton, S. J., Oliver, J., Catt, M., Abell, J. G., Kivimäki, M., Trenell, M. I., & Singh-Manoux, A. (2015). A novel, open access method to assess sleep

- duration using a wrist-worn accelerometer. *PLOS ONE*, 10(11), Article e0142533. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142533>
- van Hees, Vincent Theodoor, Sabia, S., Jones, S. E., Wood, A. R., Anderson, K. N., Kivimäki, M., Frayling, T. M., Pack, A. I., Bucan, M., Trenell, M. I., Mazzotti, D. R., Gehrman, P. R., Singh-Manoux, B. A., & Weedon, M. N. (2018). Estimating sleep parameters using an accelerometer without sleep diary. *Scientific Reports*, 8(1), Article 12975. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31266-z>
- van Uffelen, J. G., Heesch, K. C., Hill, R. L., & Brown, W. J. (2011). A qualitative study of older adults' responses to sitting-time questions: do we get the information we want? *BMC Public Health*, 11(1), Article 458. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-458>
- Váňová, A. (2023). *Zdravé stárnutí*. <https://szu.cz/tema/podpora-zdravi/zdrave-starnuti/>
- Vaupel, J. W., Manton, K. G., & Stallard, E. (1979). The impact of heterogeneity in individual frailty on the dynamics of mortality. *Demography*, 16(3), 439–454. <https://doi.org/10.2307/2061224>
- Verhoog, S., Braun, K. V. E., Bano, A., van Rooij, F. J. A., Franco, O. H., Koolhaas, C. M., & Voortman, T. (2020). Associations of activity and sleep with quality of life: A compositional data analysis. *American Journal of Preventive Medicine*, 59(3), 412–419. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2020.03.029>
- Weber, P., & Matějovská Kuběňová, H. (2011). Geriatrie. In M. Souček (Ed.), *Vnitřní lékařství* (pp. 1375–1400). Grada.
- Welk, G., Morrow, J., & Saint-Maurice, P. (2017). *Measures registry user guide: Individual physical activity*. National Collaborative on Childhood Obesity Research. <https://www.nccor.org/nccor-tools/mruserguides/>
- Wernerová, J., & Zvoníková, A. (2023). Stárnutí , dlouhodobě nepříznivý zdravotní stav a závislost seniorů. *Reviz. Posud. Léč.*, 19(2), 68–73.
- Westerterp, K. R. (1999). Physical activity assessment with accelerometers. *International Journal of Obesity*, 23(S3), S45–S49. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0800883>
- Westerterp, K. R. (2017a). Control of energy expenditure in humans. *European Journal of Clinical Nutrition*, 71(3), 340–344. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.237>
- Westerterp, K. R. (2017b). Doubly labelled water assessment of energy expenditure: principle, practice, and promise. *European Journal of Applied Physiology*, 117(7), 1277–1285. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3641-x>
- World Health Organisation. (2020a). *Healthy ageing and functional ability*. <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/healthy-ageing-and-functional-ability>
- World Health Organisation. (2020b). WHO Guidelines on physical activity and sedentary behaviour. In *Routledge Handbook of Youth Sport*.

- Wu, Y., Rosenberg, D. E., Greenwood-Hickman, M. A., McCurry, S. M., Proust-Lima, C., Nelson, J. C., Crane, P. K., LaCroix, A. Z., Larson, E. B., & Shaw, P. A. (2023). Analysis of the 24-h activity cycle: An illustration examining the association with cognitive function in the adult changes in thought study. *Frontiers in Psychology, 14*, Article 1083344. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1083344>
- Yardley, L., Bishop, F. L., Beyer, N., Hauer, K., Kempen, G. I. J. M., Piot-Ziegler, C., Todd, C. J., Cuttelod, T., Horne, M., Lanta, K., & Holt, A. R. (2006). Older people's views of falls-prevention interventions in six European countries. *Gerontologist, 46*(5), 650–660. <https://doi.org/10.1093/geront/46.5.650>
- Yasunaga, A., Shibata, A., Ishii, K., Inoue, S., Sugiyama, T., Owen, N., & Oka, K. (2018). Replacing sedentary time with physical activity: effects on health-related quality of life in older Japanese adults. *Health and Quality of Life Outcomes, 16*(1), Article 240. <https://doi.org/10.1186/s12955-018-1067-8>
- Yatsugi, H., Chen, T., Chen, S., Narazaki, K., Nagayoshi, S., Kumagai, S., & Kishimoto, H. (2021). Normative data of objectively measured physical activity and sedentary time in community—dwelling older Japanese. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(7), Article 3577. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073577>
- Yoshioka, S., Nagano, A., Hay, D. C., & Fukashiro, S. (2009). Biomechanical analysis of the relation between movement time and joint moment development during a sit-to-stand task. *BioMedical Engineering OnLine, 8*(1), Article 27. <https://doi.org/10.1186/1475-925X-8-27>

11 PŘÍLOHY

11.1 Vzor informovaného souhlasu

Informovaný souhlas

Název studie (projektu): Hodnocení pohybového chování českých seniorů

Jméno a příjmení:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se z naší strany očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, beru na vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Naše účast ve studii je dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tzn. anonymní data pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl/a jsem tomu, že jméno mé se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.
6. Porozuměl/a jsem tomu, že mě přístroje (akcelerometr ActiGraph a dva akcelerometry Axivity) nebudou omezovat v běžném životě a denních povinnostech a v případě poškození/ztráty přístrojů nebude ze strany Institutu aktivního životního stylu požadována náhrada.

Datum:

Podpis účastníka:

Datum:

Podpis osoby pověřené touto studií:

11.2 Vyjádření Etické komise FTK UP k zastřešujícím projektům



Fakulta
tělesné kultury

Vyjádření Etické komise FTK UP

Složení komise: doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.
doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.
doc. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.
Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.

Na základě žádosti ze dne **11. 12. 2019** byl projekt výzkumné práce

Autor (hlavní řešitel): **Mgr. Jan Vindiš**

s názvem

Ověření validity akcelerometrů GT3X+ a Axivity pro hodnocení pohybového chování seniorů

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: **8 / 2020**
dne: **9. 1. 2020**

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnicemi pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury
Komise etická
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc

za etickou komisí FTK UP
Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.
člen komise

Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc | T: +420 585 636 009
www.ftk.upol.cz



Vyjádření Etické komise FTK UP

Složení komise: doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.
doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.
prof. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.
doc. Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.

Na základě žádosti ze dne 8.1.2021 byl projekt základního výzkumu

Autor (hlavní řešitel): Mgr. Jan Vindiš

Spoluřešitelé: Bc. Petr Grulich, Bc. Andrea Strnadlová, Bc. Pavla Spurná

s názvem **Hodnocení pohybového chování a spánku českých seniorů ve vztahu k fyzické zdatnosti**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: **10/2021**

dne: **9. 1. 2021**

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

Řešitelé projektu splnili podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

za EK FTK UP
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.
předsedkyně

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury
Komise etická
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc



Vyjádření Etické komise FTK UP

Složení komise: doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.
doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.
prof. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.
doc. Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.

Na základě žádosti ze dne 5.3.2021 byl projekt základního výzkumu

Autor /hlavní řešitel/: **doc. Mgr. Aleš Gába, Ph.D.**
Spoluřešitelé /bez titulů/: **Jana Pelclová, Jan Vindiš, Jan Dygrýn, David Janda, Karel Hron, Ondřej Vencálek, Paulína Jašková**

s názvem: **Optimizing 24-h movement behaviors for obesity prevention in a pandemic era**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: **38/2021**

dne: **9. 3. 2021**

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnicemi pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

Řešitelé projektu splnili podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

za EK FTK UP
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.
předsedkyně

11.3 Dotazník obavy z pádu FES-I

DOTAZNÍK OBAV Z PÁDU FES-I

Vyplňte prosím čitelně.

Chtěli bychom vám položit několik otázek týkajících se vašich obav z možného pádu. Odpovídejte prosím podle toho, jak konkrétní činnost obvykle vykonáváte. Pokud v současnosti tuto činnost neděláte (například pro vás nakupuje někdo jiný), odpovězte prosím tak, jak byste se obával (obávala) pádu, kdybyste dělal (dělala) tuto činnost. Pro každou z následujících činností prosím označte odpověď, která je nejbližší vašemu mínění o obavě z pádu při dané činnosti.

| | | | |
|-------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Vůbec nemám obavy | Trochu se obávám | Dost se obávám | Velmi se obávám |
| ▼ | ▼ | ▼ | ▼ |

1. Domácí uklízení

- (např. zametání, luxování, utírání prachu) 1 2 3 4
- 2 Oblékání nebo svlékání 1 2 3 4
- 3 Příprava jednoduchého jídla 1 2 3 4
- 4 Koupání nebo sprchování 1 2 3 4
- 5 Běžné nakupování 1 2 3 4
- 6 Vstávání ze židle nebo sedání 1 2 3 4
- 7 Chůze po schodech 1 2 3 4
- 8 Procházka v okolí bydliště 1 2 3 4
- 9 Dosahování věcí nad hlavou, nebo na zemi 1 2 3 4
- 10 Spěšná chůze ke zvonícímu telefonu,
aby nepřestal zvonit 1 2 3 4
- 11 Chůze po kluzkém povrchu (např.
mokrém nebo zledovatělém) 1 2 3 4
- 12 Návštěva přátel nebo příbuzných 1 2 3 4
- 13 Chůze v davu lidí 1 2 3 4
- 14 Chůze po nerovném povrchu (např.
kamenitým, nezpevněným chodníku) 1 2 3 4
- 15 Chůze do nebo ze svahu 1 2 3 4
- 16 Návštěva společenské akce (např. náboženské,
Rodinné setkání, návštěva klubu) 1 2 3 4

11.4 Výsledky realokační analýzy

Tabulka A

Realokace 10minutových intervalů mezi spánkem a sedavým chováním

| čas | Přerozdělení | | Odhad změny obvyklé rychlosti chůze | 95% interval spolehlivosti | |
|--------|--------------|--------|-------------------------------------|----------------------------|-------------|
| | z | do | | dolní mez | horní mez |
| 10 min | Spánek | SB | -0,001785677 | -0,005926670 | 0,002355315 |
| | SB | Spánek | 0,001781835 | -0,002317530 | 0,005881200 |
| 20 min | Spánek | SB | -0,003576340 | -0,011903360 | 0,004750680 |
| | SB | Spánek | 0,003560932 | -0,004599411 | 0,011721274 |
| 30 min | Spánek | SB | -0,005373177 | -0,017934854 | 0,007188501 |
| | SB | Spánek | 0,005338363 | -0,006847660 | 0,017524385 |
| 40 min | Spánek | SB | -0,007177424 | -0,024026189 | 0,009671341 |
| | SB | Spánek | 0,007115171 | -0,009064190 | 0,023294531 |
| 50 min | Spánek | SB | -0,008990377 | -0,030182695 | 0,012201940 |
| | SB | Spánek | 0,008892375 | -0,011250817 | 0,029035567 |
| 60 min | Spánek | SB | -0,010813397 | -0,036410022 | 0,014783228 |
| | SB | Spánek | 0,010670974 | -0,013409269 | 0,034751218 |

Poznámka. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula.

SB = sedavé chování

Tabulka B

Realokace 10minutových intervalů mezi spánkem a pohybovou aktivitou nízké intenzity

| čas | Přerozdělení | | Odhad změny obvyklé rychlosti chůze | 95% interval spolehlivosti | |
|--------|--------------|--------|-------------------------------------|----------------------------|-------------|
| | z | do | | dolní mez | horní mez |
| 10 min | Spánek | LPA | -0,005444654 | -0,017510250 | 0,006620943 |
| | LPA | Spánek | 0,005815113 | -0,006780083 | 0,018410308 |
| 20 min | Spánek | LPA | -0,010556089 | -0,034225924 | 0,013113746 |
| | LPA | Spánek | 0,012045117 | -0,013755048 | 0,037845281 |
| 30 min | Spánek | LPA | -0,015365790 | -0,050237297 | 0,019505717 |
| | LPA | Spánek | 0,018743557 | -0,020966760 | 0,058453874 |
| 40 min | Spánek | LPA | -0,019900576 | -0,065622424 | 0,025821273 |
| | LPA | Spánek | 0,025975705 | -0,028465083 | 0,080416494 |
| 50 min | Spánek | LPA | -0,024183439 | -0,080449451 | 0,032082573 |
| | LPA | Spánek | 0,033822192 | -0,036310471 | 0,103954855 |
| 60 min | Spánek | LPA | -0,028234201 | -0,094778429 | 0,038310027 |
| | LPA | Spánek | 0,042384171 | -0,044577644 | 0,129345986 |

Poznámka. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula.

LPA = pohybová aktivita nízké intenzity

Tabulka C

Realokace 10minutových intervalů mezi spánkem a pohybovou aktivitou střední až vysoké intenzity

| čas | Přerozdělení | | Odhad změny obvyklé rychlosti chůze | 95% interval spolehlivosti | |
|--------|--------------|--------|-------------------------------------|----------------------------|--------------|
| | z | do | | dolní mez | horní mez |
| 10 min | Spánek | MVPA | 0,02220566 | 0,007783932 | 0,036627385 |
| | MVPA | Spánek | -0,02629347 | -0,043207006 | -0,009379934 |
| 20 min | Spánek | MVPA | 0,04145390 | 0,014384032 | 0,068523776 |
| | MVPA | Spánek | -0,05860442 | -0,096147446 | -0,021061384 |
| 30 min | Spánek | MVPA | 0,05846433 | 0,020061382 | 0,096867279 |
| | MVPA | Spánek | -0,10065605 | -0,164905079 | -0,036407019 |
| 40 min | Spánek | MVPA | 0,07372357 | 0,024991142 | 0,122456000 |
| | MVPA | Spánek | -0,16123910 | -0,263844690 | -0,058633502 |
| 50 min | Spánek | MVPA | 0,08757625 | 0,029295891 | 0,145856604 |
| | MVPA | Spánek | -0,27196933 | -0,444642894 | -0,099295761 |
| 60 min | Spánek | MVPA | 0,10027547 | 0,033064141 | 0,167486799 |

Poznámka. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula.
MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

Tabulka D

Realokace 10minutových intervalů mezi sedavým chováním a pohybovou aktivitou nízké intenzity

| čas | Přerozdělení | | Odhad změny obvyklé rychlosti chůze | 95% interval spolehlivosti | |
|--------|--------------|-----|-------------------------------------|----------------------------|-------------|
| | z | do | | dolní mez | horní mez |
| 10 min | SB | LPA | -0,006007990 | -0,017508326 | 0,005492346 |
| | LPA | SB | 0,006365682 | -0,005720138 | 0,018451501 |
| 20 min | SB | LPA | -0,011696130 | -0,034176772 | 0,010784513 |
| | LPA | SB | 0,013134049 | -0,011700742 | 0,037968840 |
| 30 min | SB | LPA | -0,017096548 | -0,050093172 | 0,015900075 |
| | LPA | SB | 0,020359172 | -0,017980925 | 0,058699268 |
| 40 min | SB | LPA | -0,022236756 | -0,065332866 | 0,020859354 |
| | LPA | SB | 0,028106815 | -0,024608099 | 0,080821728 |
| 50 min | SB | LPA | -0,027140489 | -0,079960999 | 0,025680021 |
| | LPA | SB | 0,036458069 | -0,031640578 | 0,104556716 |
| 60 min | SB | LPA | -0,031828371 | -0,094034308 | 0,030377567 |
| | LPA | SB | 0,045514524 | -0,039151255 | 0,130180303 |

Poznámka. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula.
SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity

Tabulka E

Realokace 10minutových intervalů mezi sedavým chováním a pohybovou aktivitou střední až vysoké intenzity

| čas | Přerozdělení | | Odhad změny obvyklé rychlosti chůze | 95% interval spolehlivosti | |
|--------|--------------|------|-------------------------------------|----------------------------|-------------|
| | z | do | | dolní mez | horní mez |
| 10 min | SB | MVPA | 0,02164232 | 0,008560049 | 0,03472459 |
| | MVPA | SB | -0,02574290 | -0,041410733 | -0,01007507 |
| 20 min | SB | MVPA | 0,04031386 | 0,016016701 | 0,06461102 |
| | MVPA | SB | -0,05751548 | -0,092662783 | -0,02236818 |
| 30 min | SB | MVPA | 0,05673357 | 0,022631720 | 0,09083542 |
| | MVPA | SB | -0,09904043 | -0,159844907 | -0,03823596 |
| 40 min | SB | MVPA | 0,07138739 | 0,028581829 | 0,11419295 |
| | MVPA | SB | -0,15910799 | -0,257335094 | -0,06088088 |
| 50 min | SB | MVPA | 0,08461920 | 0,033991868 | 0,13524653 |
| | MVPA | SB | -0,26933345 | -0,436851220 | -0,10181568 |
| 60 min | SB | MVPA | 0,09668130 | 0,038953200 | 0,15440940 |

Poznámka. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula.
SB = sedavé chování; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

Tabulka F

Realokace 10minutových intervalů mezi pohybovou aktivitou nízké intenzity a pohybovou aktivitou střední až vysoké intenzity

| čas | Přerozdělení | | Odhad změny obvyklé rychlosti chůze | 95% interval spolehlivosti | |
|--------|--------------|------|-------------------------------------|----------------------------|--------------|
| | z | do | | dolní mez | horní mez |
| 10 min | LPA | MVPA | 0,02800766 | 0,004472006 | 0,051543316 |
| | MVPA | LPA | -0,03175123 | -0,057238125 | -0,006264343 |
| 20 min | LPA | MVPA | 0,05344654 | 0,007539321 | 0,099353758 |
| | MVPA | LPA | -0,06921299 | -0,123417629 | -0,015008341 |
| 30 min | LPA | MVPA | 0,07708965 | 0,009431471 | 0,144747838 |
| | MVPA | LPA | -0,11614007 | -0,204696915 | -0,027583228 |
| 40 min | LPA | MVPA | 0,09948871 | 0,010283531 | 0,188693890 |
| | MVPA | LPA | -0,18135024 | -0,315496194 | -0,047204281 |
| 50 min | LPA | MVPA | 0,12106868 | 0,010167102 | 0,231970248 |
| | MVPA | LPA | -0,29648253 | -0,507512831 | -0,085452231 |
| 60 min | LPA | MVPA | 0,14218344 | 0,009105315 | 0,275261566 |

Poznámka. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula.
SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

Tabulka G

Realokace 10minutových intervalů mezi časem tráveným v poloze leh a sed

| čas | Přerozdělení | | Odhad změny obvyklé rychlosti chůze | 95% interval spolehlivosti | |
|--------|--------------|-----|-------------------------------------|----------------------------|---------------|
| | z | do | | dolní mez | horní mez |
| 10 min | Leh | Sed | 0,003753755 | 0,0004150617 | 0,0070924481 |
| | Sed | Leh | -0,003740171 | -0,0070852883 | -0,0003950533 |
| 20 min | Leh | Sed | 0,007523709 | 0,0008498129 | 0,0141976052 |
| | Sed | Leh | -0,007469394 | -0,0141690653 | -0,0007697230 |
| 30 min | Leh | Sed | 0,011312468 | 0,0013039880 | 0,0213209484 |
| | Sed | Leh | -0,011190341 | -0,0212571075 | -0,0011235743 |
| 40 min | Leh | Sed | 0,015122641 | 0,0017773722 | 0,0284679089 |
| | Sed | Leh | -0,014905729 | -0,0283553501 | -0,0014561084 |
| 50 min | Leh | Sed | 0,018956848 | 0,0022697995 | 0,0356438965 |
| | Sed | Leh | -0,018618339 | -0,0354699212 | -0,0017667576 |
| 60 min | Leh | Sed | 0,022817737 | 0,0027811509 | 0,0428543239 |
| | Sed | Leh | -0,022331029 | -0,0426071777 | -0,0020548804 |

Poznámka. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula.

Tabulka H

Realokace 10minutových intervalů mezi časem tráveným v poloze leh a stoj

| čas | Přerozdělení | | Odhad změny obvyklé rychlosti chůze | 95% interval spolehlivosti | |
|--------|--------------|------|-------------------------------------|----------------------------|-------------|
| | z | do | | dolní mez | horní mez |
| 10 min | Leh | Stoj | -0,004538474 | -0,012541775 | 0,003464827 |
| | Stoj | Leh | 0,004931950 | -0,003387731 | 0,013251631 |
| 20 min | Leh | Stoj | -0,008713891 | -0,024436197 | 0,007008414 |
| | Stoj | Leh | 0,010292848 | -0,006699809 | 0,027285505 |
| 30 min | Leh | Stoj | -0,012552479 | -0,035737591 | 0,010632633 |
| | Stoj | Leh | 0,016124314 | -0,009937444 | 0,042186071 |
| 40 min | Leh | Stoj | -0,016076946 | -0,046493453 | 0,014339560 |
| | Stoj | Leh | 0,022475530 | -0,013101587 | 0,058052648 |
| 50 min | Leh | Stoj | -0,019307030 | -0,056745536 | 0,018131475 |
| | Stoj | Leh | 0,029405104 | -0,016192905 | 0,075003113 |
| 60 min | Leh | Stoj | -0,022259931 | -0,066530722 | 0,022010859 |
| | Stoj | Leh | 0,036983536 | -0,019211730 | 0,093178801 |

Poznámka. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula.

Tabulka I

Realokace 10minutových intervalů mezi časem tráveným v poloze leh a pohybem

| čas | Přerozdělení | | Odhad změny obvyklé rychlosti chůze | 95% interval spolehlivosti | |
|--------|--------------|-------|-------------------------------------|----------------------------|--------------|
| | z | do | | dolní mez | horní mez |
| 10 min | Leh | Pohyb | 0,01589208 | 0,007661672 | 0,024122492 |
| | Pohyb | Leh | -0,01659501 | -0,025212232 | -0,007977788 |
| 20 min | Leh | Pohyb | 0,03115737 | 0,015040932 | 0,047273803 |
| | Pohyb | Leh | -0,03398228 | -0,051653282 | -0,016311269 |
| 30 min | Leh | Pohyb | 0,04586134 | 0,022166738 | 0,069555935 |
| | Pohyb | Leh | -0,05226766 | -0,079487937 | -0,025047379 |
| 40 min | Leh | Pohyb | 0,06006078 | 0,029064172 | 0,091057383 |
| | Pohyb | Leh | -0,07157801 | -0,108913636 | -0,034242388 |
| 50 min | Leh | Pohyb | 0,07380533 | 0,035755121 | 0,111855529 |
| | Pohyb | Leh | -0,09206724 | -0,140169901 | -0,043964589 |
| 60 min | Leh | Pohyb | 0,08713868 | 0,042258820 | 0,132018533 |
| | Pohyb | Leh | -0,11392473 | -0,173551420 | -0,054298032 |

Poznámka. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula.

SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

Tabulka J

Realokace 10minutových intervalů mezi časem tráveným v poloze sed a stoj

| čas | Přerozdělení | | Odhad změny obvyklé rychlosti chůze | 95% interval spolehlivosti | |
|--------|--------------|------|-------------------------------------|----------------------------|---------------|
| | z | do | | dolní mez | horní mez |
| 10 min | Sed | Stoj | -0,008320011 | -0,0156733408 | -0,0009666814 |
| | Stoj | Sed | 0,008644338 | 0,0009696186 | 0,0163190579 |
| 20 min | Sed | Stoj | -0,016348818 | -0,0307665796 | -0,0019310564 |
| | Stoj | Sed | 0,017651025 | 0,0019429198 | 0,0333591294 |
| 30 min | Sed | Stoj | -0,024115516 | -0,0453373758 | -0,0028936567 |
| | Stoj | Sed | 0,027064085 | 0,0029207836 | 0,0512073869 |
| 40 min | Sed | Stoj | -0,031645867 | -0,0594368079 | -0,0038549260 |
| | Stoj | Sed | 0,036934979 | 0,0039042517 | 0,0699657073 |
| 50 min | Sed | Stoj | -0,038962855 | -0,0731104810 | -0,0048152292 |
| | Stoj | Sed | 0,047324467 | 0,0048945625 | 0,0897543710 |
| 60 min | Sed | Stoj | -0,046087144 | -0,0863994311 | -0,0057748577 |
| | Stoj | Sed | 0,058305089 | 0,0058931989 | 0,1107169790 |

Poznámka. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula.

SB = sedavé chování; LPA = pohybová aktivita nízké intenzity; MVPA = pohybová aktivita střední až vysoké intenzity

Tabulka K

Realokace 10minutových intervalů mezi časem tráveným v poloze sed a pohybem

| čas | Přerozdělení | | Odhad změny obvyklé rychlosti chůze | 95% interval spolehlivosti | |
|--------|--------------|-------|-------------------------------------|----------------------------|--------------|
| | z | do | | dolní mez | horní mez |
| 10 min | Sed | Pohyb | 0,01211054 | 0,004209462 | 0,020011627 |
| | Pohyb | Sed | -0,01288262 | -0,021172571 | -0,004592672 |
| 20 min | Sed | Pohyb | 0,02352244 | 0,008066206 | 0,038978676 |
| | Pohyb | Sed | -0,02662410 | -0,043643073 | -0,009605125 |
| 30 min | Sed | Pohyb | 0,03429830 | 0,011595755 | 0,057000842 |
| | Pohyb | Sed | -0,04132789 | -0,067574308 | -0,015081466 |
| 40 min | Sed | Pohyb | 0,04449186 | 0,014819511 | 0,074164202 |
| | Pohyb | Sed | -0,05711856 | -0,093161822 | -0,021075304 |
| 50 min | Sed | Pohyb | 0,05414950 | 0,017755407 | 0,090543594 |
| | Pohyb | Sed | -0,07414788 | -0,120643344 | -0,027652421 |
| 60 min | Sed | Pohyb | 0,06331146 | 0,020418419 | 0,106204508 |
| | Pohyb | Sed | -0,09260317 | -0,150311858 | -0,034894486 |

Poznámka. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula.

Tabulka L

Realokace 10minutových intervalů mezi časem tráveným v poloze stoj a pohybem

| čas | Přerozdělení | | Odhad změny obvyklé rychlosti chůze | 95% interval spolehlivosti | |
|--------|--------------|-------|-------------------------------------|----------------------------|--------------|
| | z | do | | dolní mez | horní mez |
| 10 min | Stoj | Pohyb | 0,02078267 | 0,007328414 | 0,034236917 |
| | Pohyb | Stoj | -0,02117485 | -0,034696839 | -0,007652861 |
| 20 min | Stoj | Pohyb | 0,04128468 | 0,014367542 | 0,068201824 |
| | Pohyb | Stoj | -0,04286170 | -0,070052260 | -0,015671139 |
| 30 min | Stoj | Pohyb | 0,06161295 | 0,021147914 | 0,102077993 |
| | Pohyb | Stoj | -0,06519283 | -0,106282534 | -0,024103133 |
| 40 min | Stoj | Pohyb | 0,08187312 | 0,027696346 | 0,136049887 |
| | Pohyb | Stoj | -0,08831815 | -0,143629806 | -0,033006494 |
| 50 min | Stoj | Pohyb | 0,10217294 | 0,034036684 | 0,170309204 |
| | Pohyb | Stoj | -0,11241176 | -0,182372570 | -0,042450951 |
| 60 min | Stoj | Pohyb | 0,12262603 | 0,040190423 | 0,205061633 |
| | Pohyb | Stoj | -0,13768084 | -0,222839579 | -0,052522103 |

Poznámka. Předpokládaná změna byla považována za významnou, pokud 95% interval spolehlivosti nepokrýval hodnotu nula.