

UNIVERZITA KARLOVA

Filozofická fakulta

Katedra psychologie

Diplomová práce



Bc. Petr Mutinský

**Vliv úpravy spánkového režimu na psychickou zátěž
a tělesnou hmotnost**

**The effect of adjustment of sleep patterns on mental stress
and body weight**

Vedoucí práce: PhDr. Denisa Manková, Ph.D.

Konzultant: PhDr. Marek Urban, Ph.D.

Praha 2024

Poděkování

Velmi děkuji své úžasné vedoucí PhDr. Denise Mankové PhD. za její vstřícnost, cenné rady, neustálé připomínky, podporu, trpělivost a věnování velkého množství času při vedení této diplomové práce. Dále děkuji svému konzultantovi PhDr. Markovi Urbanovi PhD. za to, že mi věnoval svůj čas i při zahraničním pobytu a za pomoc se zpracováním statistické části této práce. Také děkuji doc. Mgr. et Mgr. Tomáši Nikolaiovi, Ph.D. za cenné rady k dokončení práce a podporu při studiu a doc. MUDr. Mgr. PhDr. Radvanu Bahbouhovi Ph.D. za motivaci a tipy ohledně psaní. Velké díky také patří milé paní Mgr. Kateřině Červené Ph.D. za poskytnutí aktigrafů a spánkových deníků a za pomoc s vyhodnocením dat i domluvení spolupráce s NÚDZ a Ing. Jakobovi Milému z projektu Jdidosebe & Mansformation za poskytnutí InBody přístroje a skvělého zázemí. V neposlední řadě děkuji své rodině, zejména svému tatínkovi Mgr. Petru Mutinskému za podporu a korektury textu, a své nejdražší přítelkyni Kátě Kobzové Dis. za veškerou podporu a lásku. Děkuji také týmu ATA GYM za podporu a motivaci a Ing. Tereze Zavadové za neustálou kontrolu, že práci věnuji svůj čas, ať si mohu splnit jednu z mých dalších mnoha vizí.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně, že jsem řádně citoval všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

Bc. Petr Mutinský

V Praze dne 11. 4. 2024

Abstrakt

Tato práce se zabývá vlivem úpravy spánkového režimu na kvalitu spánku, cirkadiánní preferenci, psychickou zátěž a rozložení tělesné hmotnosti. Úprava spánkového režimu probíhala skrze 14denní intervenci u 3 skupin, které byly v úpravě různě angažované, a kterým všem byla poskytnuta doporučení zpracovaná do spánkového manuálu.

Cílem aktuální studie bylo ověření vztahu mezi změnou spánkového režimu v souvislosti s kvalitou spánku, cirkadiánní preferencí, mírou stresu a tělesným rozložením formou tělesného tuku a kosterního svalstva. Zároveň se jednalo o zjištění, zda má míra angažovanosti v úpravě spánkového režimu u dané skupiny vliv na kvalitu spánku po intervenci.

Studie probíhala pomocí online dotazníkové baterie obsahující dotazníky PSQI, MEQ a PSS-10, který vyplnilo $N = 95$ fyzicky aktivních participantů ve věku 18-53 let, spolu s absolvováním měření tělesného rozložení na přístroji InBody. Analýza opakovaných měření ANOVA prokázala staticky významné zlepšení skóre u kvality spánku po intervenci měřenou dotazníkem PSQI ($F(1, 77) = 144,31, p < 0,001, \eta^2_p = 0,66$). Rozdílnost v interakci mezi intervencí a jednotlivými skupinami však nebyla potvrzena ($F(2, 75) = 1,29, p = 0,28, \eta^2_p = 0,03$). Pearsonova korelace prokázala slabý pozitivní vztah míry stresu PSS-10 s kvalitou spánku PSQI ($r = 0,38, p < 0,001$) a silný negativní vztah mezi procentem tukové hmoty (BFM) a procentem kosterního svalstva (SMM) ($r = -0,99, p < 0,001$). Vztahy mezi tukovou tkání a stresem, kvalitou spánku, cirkadiánní preferencí nebyly potvrzeny. Stejně tak nebyl potvrzen vztah mezi kvalitou spánku a kosterním svalstvem či cirkadiánní preferencí.

Klíčová slova: spánkový režim; tělesná hmotnost; psychická zátěž; kvalita spánku; cirkadiánní rytmus

Abstract

This study aimed to investigate the impact of sleep pattern modification on sleep quality, circadian preference, mental strain, and body composition. Sleep pattern modification was implemented through a 14-day intervention involving three groups with varying levels of engagement. All participants received recommendations compiled into a sleep manual.

The primary objective was to examine the relationship between sleep pattern modification and changes in sleep quality, circadian preference, stress levels, and body composition, including body fat and skeletal muscle mass. Additionally, the study sought to determine whether the level of engagement in sleep pattern modification within each group influenced post-intervention sleep quality.

The study employed an online questionnaire battery comprising the PSQI, MEQ, and PSS-10 questionnaires, completed by N = 95 physically active participants aged 18-53 years. Body composition measurements were obtained using an InBody device.

Repeated measures ANOVA analysis revealed a statistically significant improvement in sleep quality following the intervention as measured by the PSQI questionnaire ($F(1, 77) = 144,31$, $p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,66$). However, no significant interaction between the intervention and individual groups was found ($F(2, 75) = 1,29$, $p = 0,28$, $\eta^2_p = 0,03$).

Pearson's correlation demonstrated a weak positive association between PSS-10 stress levels and PSQI sleep quality ($r = 0,38$, $p < 0,001$) and a strong negative correlation between body fat percentage (BFM) and skeletal muscle mass percentage (SMM) ($r = -0,99$, $p < 0,001$). No significant relationships were observed between body fat, stress, sleep quality, or circadian preference. Similarly, no significant relationships were found between sleep quality and skeletal muscle mass or circadian preference.

Key words: sleep; body weight; mental stress; sleep quality; circadian rhythm

Obsah

Úvod.....	10
1. Cirkadiánní rytmus a jeho role.....	11
1.1 Biologické základy cirkadiánního rytmu	11
1.2 Cirkadiánní rytmus ve vztahu ke spánku	13
1.3 Chronotypy a individuální variace.....	14
1.4 Vliv světla ve vztahu k cirkadiánním rytmům.....	17
1.5 Vliv fyzické aktivity na CR	19
1.6 Dopady a příklady desynchronizace cirkadiánního rytmu	21
2. Spánek jako klíčový biologický proces	24
2.1 Vliv spánku na regenerační procesy	28
2.2 Vztah mezi spánkem a tělesnou kompozicí	30
2.3 Fyzická aktivita a její dopad na spánek	32
2.4 Vliv spánku na well-being a psychickou zátěž.....	34
3. Jednotlivé proměnné tělesného rozložení	35
3.1 Charakteristiky tělesného rozložení svalové a tukové tkáně	35
3.2 Jak tělesné rozložení souvisí se zdravím	36
3.3 Metabolismus a změny tělesného složení ve vztahu k cirkadiánním rytmům.....	38
4. Výzkumný problém a cíle výzkumu	42
4.1 Hypotézy	44
5. Metodika	46
5.1 Dotazníková baterie a měřící nástroje	46
5.1.1 MEQ.....	46
5.1.2 PSQI.....	46
5.1.3 PSS-10	47
5.1.4 InBody	48
5.1.5 Aktigraf.....	50
5.1.6 Spánkový deník.....	50
5.1.7 Spánkový manuál.....	51
5.2 Procedura	51
5.2.1 Představení dotazníku	52
5.2.2 Výběr vzorku	53
5.2.3 Statistická analýza.....	53
5.2.4 Etika výzkumu	54
6. Výsledky	56
6.1 Výzkumný soubor a demografická data	56

6.2	Deskriptivní statistika	56
6.3	Popisná statistika škál	59
6.3.1	Kvalita spánku	61
6.3.2	Cirkadiánní preference.....	62
6.3.3	Míra stresu	62
6.4	Vztah mezi intervencí a kvalitou spánku měřenou dotazníkem PSQI.....	63
6.5	Korelační analýzy	66
6.5.1	Vztah mezi PSQI a BFM	67
6.5.2	Vztah mezi PSQI a SMM	67
6.5.3	Vztah mezi PSQI a MEQ.....	67
6.5.4	Vztah mezi BFM a MEQ	67
6.5.5	Vztah mezi BFM a PSS-10.....	67
6.5.6	Vztah mezi PSQI a PSS-10.....	68
6.5.7	Vztah mezi ES a PSQI	68
6.5.8	Další zjištěné vztahy	68
6.6	Lineární regrese	68
7.	Diskuse.....	71
7.1.	Slabé a silné stránky výzkumu.....	74
7.2.	Doporučení pro další výzkum.....	76
8.	Závěr	77
	Souhrn.....	79
	Reference	81
	Seznam obrázků.....	123
	Seznam tabulek	124
	Seznam příloh	125
	Přílohy.....	126

Seznam zkratek

ALAN - Artificial Light At Night

APA – American Psychological Association

BFM – Body Fat Mass

BMI – Body Mass Index

CR – Circadian Rhythm

CVD – Cardiovascular Disease

DXA - Dual-Energy X-ray Absorptiometry

ES – Effectivity of Sleep

CHD – Coronary Heart Disease

IF – Intermittent Fasting

ipRGC - Intrinsically Photosensitive Retinal Ganglion Cell

IKEM – Institut klinické a experimentální medicíny

kHz - Kiloherzt

MCTQ – The Munich ChronoType Questionnaire

MEQ –Morningness-Eveningness Questionnaire

nm - Nanometer

NREM – Non-Rapid Eye Movement

PSQ - Polysomnography

PSQI – Pittsburgh Sleep Quality Index

PSS-10 – Perceived Stress Scale

REM – Rapid Eye Movement

SAD - Seasonal Affective Disorder/Depression

SCN – Suprachiasmatic Nucleus

SMM – Skeletal Muscle Mass

TRE – Time Restricted Eating

TRF – Time Restricted Feeding

VFL – Visceral Fat Level

WHO – World Health Organization

Úvod

Teoretická část je koncipována do tří hlavních kapitol. První kapitola představuje cirkadiánní rytmus a vybrané faktory, které jej ovlivňují, jako jsou fotické i nefotické vlivy, včetně spánku a cirkadiánních variací. Od této kapitoly se odvíjí kapitola druhá, která je nosnou částí pro tuto práci, jež se zaměřuje na spánek a jeho charakteristiky, které se týkají změn spánkového režimu, a dále se zabývá regeneračními funkcemi spánku, jeho vztah vůči tělesné kompozici a vliv na well-being a mentální stres. Dále se také zabývá dopadem fyzické aktivity na spánek. Kapitola třetí se poté věnuje jednotlivým proměnným rozložení tělesné hmotnosti, jako jsou svalová hmota a tuková tkáň, v souvislosti se zdravím a metabolismem.

Výzkumná část této diplomové práce se zabývá vlivem úpravy spánkového režimu na mentální stres, tělesnou hmotnost, kvalitu spánku a cirkadiánní preferenci na vzorku fyzicky aktivních dospělých (N = 95). Výzkum probíhal kombinovanou prezenční i online formou, kdy byli jednotliví účastníci studie nejprve náhodně rozděleni do jedné ze tří skupin (kontrolní, která obdržela spánkové manuály, a dvě experimentální skupiny s více úrovněmi, tedy skupina, která k manuálům dostala ještě spánkové deníky, a skupina, která dostala manuály i spánkové deníky a k tomu navíc ještě aktigrafy na zápěstí). Všechny tři skupiny nejprve absolvovaly měření na InBody přístroji a následně vyplnily online dotazník obsahující inventář PSQI, mapující subjektivní kvalitu spánku, škálu PSS-10, mapující míru stresu, a dotazník MEQ, který mapoval cirkadiánní preferenci. Po 14 dnech proběhla všechna měření znovu a výzkum byl ukončen.

Cílem této práce je komplexně analyzovat propojení mezi cirkadiánním rytmem, spánkem a tělesným rozložením a zdůraznit efektivitu intervence zlepšující kvalitu spánku.

Tato práce obsahuje téměř výhradně zahraniční zdroje, které jsou citovány podle citační normy APA (7. vydání).

I. Teoretická část

1. Cirkadiánní rytmus a jeho role

1.1 Biologické základy cirkadiánního rytmu

Cirkadiánní rytmy jsou cyklické endogenní procesy. Termín cirkadiánní je složen ze dvou latinských slov. Ze slova *circa*, které znamená „přibližně“, a ze slova *dies* znamenající „den“. Jak už název napovídá, cirkadiánní rytmy probíhající v periodách 20-28 hodin, jelikož biologické rytmy nebývají přesně 24hodinové. Jedná se o dobu, která se vyznačuje otočením se Země kolem své osy. Tyto biorytmy jsou nezávislé na vůli, avšak dají se do určité míry ovlivnit (Kassin, 2007; Johnston, 2014; Serkh & Forger, 2014).

Je mnoho různých rytmů, které se podílejí na chodu organismu. Cirkadiánní rytmy jsou však jen jedněmi z nich. Rytmy se dále mohou dělit na rytmy infradiánní, které se opakují za periody delší jak 24 hodin, a rytmy ultradiánní, u nichž je perioda kratší než 24 hodin. Ultradiánní rytmy jsou takové, které se podílejí na změnách enzymatických aktivit, buněčném dýchání či koncentraci hormonů (Brodsky, 2014). Infradiánní rytmy jsou oproti tomu mnohem delší. Například se jedná o menstruační cyklus, kde cirkadiánní hodiny hrají významnou roli v načasování ovulace. Případná desynchronizace může mít za následek komplikace při reprodukci či produkci hormonů (Sellix & Menaker, 2010).

Funkci cirkadiánních hodin popisuje model orchestru, který navrhuje nezávislost periferních hodin v různých tkáních. V tomto modelu působí centrální hodiny jako dirigent a každé periferní hodiny jako hudebník. Všechny periferní hodiny společně vytvářejí zjevné rytmy ve fyziologii a chování (Dibner, Schibler & Albrecht, 2010). Cirkadiánní hodiny řídí rytmy podřízených buněčných hodin po celém těle a tím i lokální fyziologické procesy podle vlastních 24hodinových periodicit. Tyto vnitřní rytmy však mohou být narušovány, nebo znovu sladěny, prostřednictvím rozsáhlých změn životního stylu, které se týkají spánku, pohybu, stresu či metabolismu (Schibbler & Sassone-Corsi, 2002; Pilonz, Helfrich-Förster & Oster, 2018). Příkladem může být fyzická aktivita, kdy centrální hodiny přijímají informace o stimulech vzrušení, jako třeba fyzický stres, čímž mění čas hodin úpravou nervové aktivity nebo exprese genů jednotlivých cirkadiánních hodin. Periferní hodiny mají silnou přímou odezvu na vnější podněty stresu, cvičení či jídla, jelikož nejsou závislé na centrálních hodinách (Tahara & Shibata, 2018). Různé tělesné funkce pak mají různá období aktivit toho, kdy jsou tyto funkce na vrcholu a naopak, kdy v období nečinnosti jsou na nejnižším bodě (Dierickx, Van Laake & Geijsen, 2018; Reid, 2019; Khan et al., 2020).

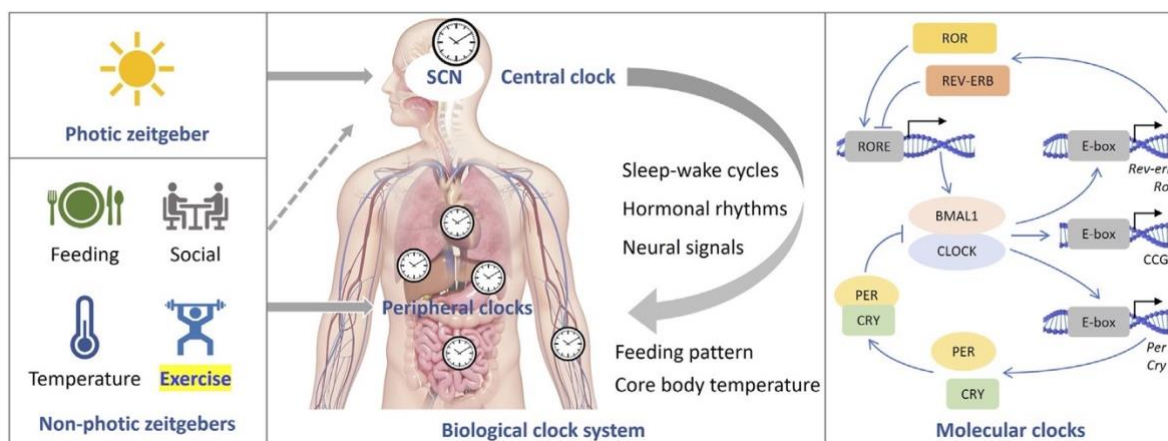
Nastavení cirkadiálních hodin probíhá především dle environmentálních podnětů, například střídání světla a tmy. Nevhodná expozice světlu má pak za následek desynchronizaci cirkadiálních rytmů (Golombek & Rosenstein, 2010; LeGates, Fernandez & Hattar, 2014).

Centrální cirkadiální hodiny jsou umístěny v suprachiasmatickém jádru v anteroventrální části hypotalamu. Hypotalamus je částí mozku, který reguluje tělesnou teplotu, příjem potravy a tekutin, emoce či sexuální chování, včetně zmíněných cirkadiálních rytmů (Schwartz et al., 2001; Mohawk, Green & Takahashi, 2012). Suprachiasmatické jádro, dále uváděné jako SCN, je odvozené od slov *supra*, znamenající horní, a *chiasm*, mající význam jako křížící. Právě SCN, skrze signál z každého oka, reguluje hladinu melatoninu. Melatonin pak řídí klíčové fyziologické procesy, jako jsou lidské cirkadiální rytmy, cyklus spánku a bdění, úzkost a imunitní a srdeční funkce (Reiter et al., 2010; Costello et al., 2014; Hacisevki & Baba, 2018; Farouk Aly & Zaki Rizk, 2018; Rong, Wu & Sun, 2020).

Z centrálních hodin v SCN je výstup přenášen přes jádra hypotalamu, čímž se přenášejí cirkadiální signály do oblastí mozku, které regulují cykly spánku a bdění, a synchronizují periferní cirkadiální hodiny jiných tkání prostřednictvím neurohormonálních mechanismů. Denní změny, které mohou ovlivnit nebo resetovat cirkadiální rytmy se nazývají zeitgebery. Zeitgebery se dělí na fotické (viz kapitola 1.4), jako sluneční světlo či umělé osvětlení, a nefotické (viz kapitola 1.5), kam se řadí meditace, léky, teplota, příjem potravy, strava, cvičení nebo socializace. Cirkadiální rytmus však může fungovat i bez vnějších synchronizátorů, kdy tzv. volně běží (Fisk et al., 2018; Ruan, Yuan & Eltzhig, 2021). Například konstantní tma je považována za „volně běžící“ cirkadiální stav s periodou, která se může lišit od 24 hodin. Konstantní tma nastává u savců během hibernace (Zhang et al., 2006).

Světlo slouží jako primární zeitgeber ale i nefotické podněty mají schopnost synchronizovat cirkadiální rytmy. Na molekulární úrovni tvoří hlavní hodinové geny a proteiny sadu transkripčně-translačních zpětnovazebních smyček, které mají pozitivní i negativní regulační prvky (viz Obrázek 1) (Chen a Yang, 2014; Fagiani et al., 2022).

Obrázek 1 - Hodiny lidského těla, převzato z Shen et al. (2023).



Pozn. Hodiny lidského těla a jak působí foticke a nefoticke zeitgebery na centrální a periferní cirkadiální hodiny. Na molekulární úrovni (vpravo) soubor základních genů a proteinů hodin společně tvoří vysoce konzervované transkripčně-translační zpětné vazby.

1.2 Cirkadiální rytmus ve vztahu ke spánku

Cyklus spánku a bdění je regulován vyladěnou souhrou mezi spánkovým homeostatickým a cirkadiálním mechanismem, které určují, zda lidé spí, nebo bdí. U cirkadiálního systému je vyslán signál z vnitřních cirkadiálních hodin, které udávají rytmus mozku, tělu a všem buňkám. U homeostatického systému působí: (1) tlak na bdění a (2) tlak ke spánku (sleep pressure). Cirkadiální signál podporující probuzení interaguje s homeostázou spánku a bdění a společně tak vytváří cyklus spánku a bdění (Meyer et al., 2022). Tlak na bdění převládá během dne a je určený délkou intervalu od probuzení. Tlak ke spánku zase převládá během noci, tedy čím déle je člověk vzhůru, tím je tlak ke spánku větší, a jakmile překročí určitý práh, člověk začne usínat (Schwartz et al., 2001; Goel et al., 2013).

Homeostatický tlak ke spánku reguluje sklon ke spánku a je založen na experimentálně pozorovaných variacích v síle pomalých vln (0,75–4,5 Hz) fluktuací v záznamech elektroencefalogramu (EEG) během spánku (Rusterholz, Dürr & Achermann, 2010; Borbély et al., 2016). Tlak ke spánku vzniká díky akumulaci adenosinu, který hraje důležitou roli ve zprostředkování zvýšení homeostatického spánkového tlaku v době bdění a jeho poklesu během spánku. Adenosin podporuje spánek tak, že signalizuje ukončení behaviorální aktivity, aby se zabránilo nadměrným změnám souvisejícím s aktivitou, a tím bylo umožněno regeneračním procesům převzít kontrolu nad spánkem (Reichert et al., 2016).

Adenosin může také ovlivnit cirkadiální hodiny a interakci mezi cirkadiálními hodinami a spánkovými homeostatickými mechanismy, což je patrné při požití stimulantů obsahujících kofein. Ten způsobuje většinu svých biologických účinků prostřednictvím antagonizace všech

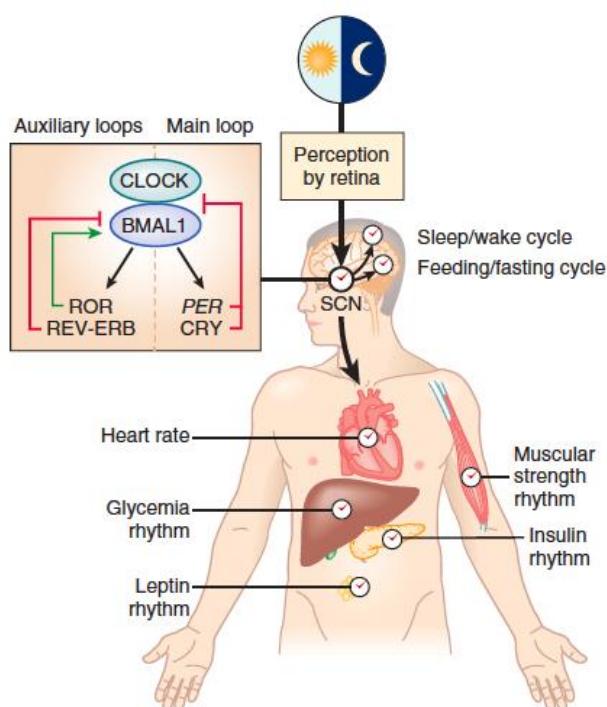
typů adenosinových receptorů, a stejně jako adenosin, i kofein ovlivňuje na neurony a gliové buňky všech oblastí mozku, čímž je snížena aktivita adenosinu v organismu (Ribeiro & Sebastião, 2010). Vliv kofeinu na spánek je patrný i u malých dávek. Například 200 mg kofeinu večer dokáže zpoždit vyplavování melatoninu o 40 minut, což je polovina zpoždění způsobeného jasným světlem před spaním (Burke et al., 2015).

1.3 Chronotypy a individuální variace

V těle savců existují tzv. geny řízené hodinami (CCG) cirkadiálním způsobem, které jsou ve většině tkání a buňkách těla, ale exprese CCG se liší podle typu buňky (Koike et al., 2012). I když lidé žijí ve stejných podmínkách prostředí a provádí podobné či stejné denní činnosti, přítomné rytmické variace se mohou lišit. Jedním z nejvýraznějších rozdílů je preference rána, nebo večera. Geny cirkadiálních hodin se podílejí nejen na správném fungování, ale i poruchách spánku, metabolismu či psychického fungování (Welsh, Takahashi & Kay, 2010).

Savčí buňky mají vnitřní molekulární hodiny, které se skládají z transkripční a/nebo translační autoregulační zpětnovazební smyčky. Na fyziologické úrovni pak cirkadiální hodiny řídí metabolismus celého těla. Na molekulární úrovni jsou buněčně autonomní cirkadiální rytmy produkovány aktivitou transkripčních aktivátorů CLOCK a BMAL1 a jejich cílovými geny PER, CRY a NR1D1, které dočasně akumulují a tvoří tzv. represorový komplex, což je skupina proteinů, která se spojí a následně zpomaluje a dočasně zastavuje CLOCK a BMAL1. Tím dochází k inhibici genů PER, CRY a NR1D1 (viz Obrázek 2) (Robinson & Reddy, 2014; Gerhart-Hines & Lazar, 2015).

Obrázek 2 - Hierarchická organizace cirkadiálního systému, převzato z Grosbellet & Challet (2017).



Pozn. Hlavní hodiny umístěné v SCN synchronizují síť mozkových a periferních hodin, což vede k cirkadiálním rytmům fyziologických, metabolických a hormonálních parametrů. Molekulární hodiny se spoléhají na transkripčně-translační zpětnovazební smyčky. Hlavní smyčka zahrnuje CLOCK-BMAL1 stimuluji transkripci genů *Per* a *Cry*, které zase inhibují transkripční aktivitu CLOCK-BMAL1. V pomocných smyčkách po stimulaci jejich transkripce pomocí CLOCK-BMAL1 stimuluji ROR a REV-ERB transkripci BMAL1. Pomocné smyčky pomáhají stabilizovat 24hodinové oscilace hodinových proteinů. BMAL1, Brain-muscle-arnt-like protein; HODINY, cirkadiální lokomotorické výstupní cykly; CRY, Cryptochrome; PER, perioda; REV-ERB, produkt reverzního virového erytroblastického onkogenu; ROR, sirotčí jaderný receptor související s receptorem kyseliny retinové.

Zpětnovazební smyčka buněčně autonomních jaderných hodin je významně regulována několika faktory, včetně aktivity hlavních hodin umístěných v SCN (Robinson & Reddy, 2014; Gerhart-Hines & Lazar, 2015; Panda, 2016). Přibývající důkazy naznačují, že narušení tohoto mechanismu je velmi škodlivé pro metabolismus; například v několika zvířecích modelech narušení mechanismu cirkadiálních hodin vedlo k obezitě a inzulinové rezistenci (Dyar et al., 2014; Schiaffino et al., 2016), a to i v případě nepřímého narušení prostřednictvím špatných spánkových vzorců. Podobné škodlivé účinky na metabolismus u lidí mohou mít i proměnlivé práce na směny (Vetter et al., 2018; Bescos et al., 2018). Více ohledně vztahu metabolismu a cirkadiálních rytmů je zmíněno v kapitole 3.3.

Z fyziologického hlediska jsou cirkadiální rytmy pro život nepostradatelné. Abnormality v cirkadiálních rytmech oslabují imunitní systém, čímž mohou bránit optimálnímu duševnímu

i fyzickému zdraví. Imunitní systém hraje zásadní roli při udržování lidského zdraví tím, že předchází různým nemocem. Imunita se dělí na dva typy: (1) imunitu vrozenou a (2) imunitu adaptivní. Vrozená imunita je zodpovědná za nespecifické, ale rychlé reakce, zatímco adaptivní imunita zprostředkovává specifickou a dlouhodobou ochranu (Karatsoreos, 2012).

Denní rytmy mohou být narušeny prací na směny, vzorci stravování, fyzickou aktivitou nebo vystavování se umělému zdroji světla, fluktuací tělesné teploty, sociálními interakcemi a následnými genetickými mutacemi, které dávají vzniknout divergentním cirkadiánním rytmům (Schwartz et al., 2001; Atkinson et al., 2008; Huang et al., 2011; Patke et al., 2017).

Tyto typy chování mohou silně modulovat jak spánkové vzorce, tak vnitřní cirkadiánní hodiny (Manoogian & Panda, 2017). Ovlivňování jedinců různými exogenními a endogenními faktory tvoří tzv. chronotypy (Fischer et al., 2017), které hrají zásadní roli ve zdraví, výkonu či v toleranci práce na směny (Reiter et al., 2021). Například chronotyp cvičence může mít roli v odlišných výkonech při cvičení v různých denních dobách (Facer-Childs & Brandstaetter, 2015a; Facer-Childs & Brandstaetter, 2015b).

Chronotypy se dají zkoumat z hlediska preferencí a fází ovlivňování. Cirkadiánní preference, zjišťované dotazem na preferovaný čas usínání, vstávání, cvičení a další aspekty, rozdělují lidi na ranní typy, večerní typy a typy nevyhraněné prostřednictvím dotazníku MEQ. Oproti tomu cirkadiánní fáze ovlivňování se zaměřuje na skutečný cirkadiánní rytmus, například na tělesnou teplotu, prostřednictvím dotazníku MCTQ. Ten porovnává danou fázi cirkadiánního rytmu s jednotlivými zeitgebery, jako je například soumrak či úsvit. Dotazník MEQ tedy hodnotí cirkadiánní preference, kdežto MCTQ hodnotí jednotlivé cirkadiánní fáze ovlivňování. Volba dotazníku závisí na tom, co studie zkoumá a co by měl chronotyp reprezentovat. Využití MCTQ je vhodné tehdy, pokud má chronotyp sloužit jako ukazatel cirkadiánních rysů, a využití MEQ je vhodné zase tehdy, když se studie zajímá o rozdíly v psychologických rysech (Roenneberg, 2015).

Rozdělení cirkadiánních preferencí na ranní, nevyhraněný a večerní typ může být vlivem endogenního rytmického řízení, tedy vlivem vnitřních cirkadiánních hodin (Montaruli et al., 2021). Ranní typ je více synchronizovaný nebo ovlivňovaný prostředím, tedy cyklem světla a tmy, než je tomu tak u večerního typu. Ranní typy preferují brzké probuzení, jsou aktivnější během časného rána a chodí spát dříve večer. Večerní typy naopak upřednostňují vstávání později ráno, jsou bdělejší odpoledne a večer a dávají přednost nočním aktivitám a ponocování (Adan & Natale, 2002; Randler, 2007). Ranní či večerní preference není pevnou vlastností, ale může se v průběhu života jednotlivce měnit v závislosti na věku, pohlaví, práci či zdraví

(Randler & Engelke, 2019). Ranní preference je častější do 10 let a po 50. roce života (Roenneberg et al., 2004). Většina populace však leží mezi těmito dvěma extrémy a lze je označit za nevyhraněné typy (Adan et al., 2012).

Studie z roku 2012 přinesla zajímavé zjištění, že čím vyšší byla inklinace k ranním preferencím (a tím i vyšší skóre v dotazníku MEQ), tím lepší byla kvalita spánku (tedy tím nižší skóre v dotazníku PSQI). Studie však zahrnovala pouze studentky, kde cirkadiánní preference měla významný vliv na kvalitu spánku prostřednictvím vnímaného stresu (Roeser et al., 2012). Ve studii z roku 2020 měla cirkadiánní preference přímý negativní vliv na kvalitu spánku, kdy preferování ranních hodin vedlo k vyšší kvalitě spánku. Tento vztah však částečně zprostředkoval vnímaný stres ($p < .001$) (Litwic-Kaminska & Kotysko, 2020). Tuto korelaci podporuje i výzkum z roku 2018, kdy bylo zaznamenáno, že sportovci s večerní preferencí vykazovali horší kvalitu spánku (Bender, Van Dongen & Samuels, 2018). Večerní preference u lidí jsou asociovány s horší kvalitou spánku i v dalších studiích (Rose et al., 2015; Sun et al., 2019; Nowakowska-Domagala et al., 2022).

Zatím není jasné, zda osoby s večerní preferencí mají vrozenou predispozici k poruchám spánku a chování, jako jsou poruchy příjmu potravy, nebo zda se jedná o obecný rizikový faktor bez specifické souvislosti (Kasof, 2001; Tortorella et al., 2007), nebo zda se jedná o nesoulad mezi biologickými hodinami a jinými rytmy. Například se může jednat o sociální jet lag (Roenneberg, Wirz-Justice & Mellow, 2003), který hraje důležitou roli při modulaci psychické pohody (Natale et al., 2005). Výzkumy však naznačují jisté rozdíly mezi jednotlivými chování daných chronotypů. Večerní preference korelují se závažnějšími symptomy deprese (Chan et al., 2014) a jsou spojeny se zvýšenou pravděpodobností poruchy nálady (Merikanto et al., 2015).

1.4 Vliv světla ve vztahu k cirkadiánním rytmům

Tím nejspolehlivějším a neustále opakujícím se signálem pro synchronizaci cirkadiánního rytmu je denní světlo, které člověka ovlivňuje a kolem kterého se celý cirkadiánní rytmus točí, pokud se člověk dennímu světlu vystavuje. Tato světlá část dne, tzv. fotoperioda, se mění průběhem roku vlivem ročních období, což má za následek změny v rytmitě a funkčním stavu cirkadiánních hodin (Schwartz et al., 2001).

Aby cirkadiánní rytmus dobře fungoval, musí být všechny cirkadiánní hodiny v těle vzájemně synchronizovány pomocí SCN. Stejně jako ostatní buňky, i neurony SCN mohou generovat autonomní cirkadiánní rytmy. Tyto neurony jsou však v několika ohledech speciální. Za prvé přijímají přímý fotografický vstup ze sítnice, a to klasickými fotoreceptorovými buňkami,

jmenovitě tyčinkami a čípkami, a dále vnitřně fotosenzitivními gangliovými buňkami obsahujícími fotopigment melanopsin, vysoce citlivý na modré světlo (Rollag, Berson & Provencio, 2003; Welsh, Takahashi & Kay, 2010; Peirson et al., 2018).

Vnitřní fotosenzitivní gangliové buňky sítnice (ipRGC), třetí typ fotoreceptorů vedle tyčinek a čípků (Hankins et al., 2008; Hattar et al., 2002; Lucas, Douglas & Foster, 2001), přitahují velkou pozornost především kvůli jejich účinkům na funkce netvořící obraz, jako je cirkadiánní rytmus (Berson et al., 2002), spánek (Altimus et al., 2008), bdělost (Vandewalle, Maquet & Dijk, 2009) a pupilární světelný reflex (Lucas, Douglas & Foster, 2001; Lucas et al., 2003; Tsujimura, Hosoya & Kawamura., 2010). Tyto gangliové buňky sítnice exprimují melanopsin, fotopigment s absorpčním spektrem vrcholícím kolem 480 nm, což je ve stejném rozsahu, v jakém člověk vnímá modrou barvu (Lucas, Douglas & Foster, 2001).

Axony těchto gangliových buněk tvoří retinohypothalamický trakt a jsou monosynapticky projektovány do jádra SCN, kde je uvolňován protein PACAP (Hattar et al., 2006). Důležité je, že retinohypotalamický trakt se projektuje nejen do SCN, ale také do mezigenikulového listu (IGL) thalamu. Mezigenikulární list thalamu je součástí savčích biologických hodin, které integrují fototické a nefotické informace a předávají je hlavním biologickým hodinám - SCN. Z mezigenikulového listu se projektuje geniculohypothalamický trakt do SCN a může tak nepřímo předávat světelnou informaci uvolňováním neuropeptidu Y, GABA a enkefalinu (Harrington, 1997). Osvětlení může měnit přirozené světelné rytmy prostorově, časově a spektrálně (Gaston et al., 2013).

Již od vynálezu elektrických světelných lamp v roce 1879 a započnutí průmyslové revoluce světlo zlepšilo kvalitu života a ekonomiku obyvatelstva (Potter et al., 2016). Avšak až 75 % světové populace je v noci vystaveno umělému světlu, které, byť nedosahuje stejné intenzity jako denní světlo, stále dosti ovlivňuje člověka (Cinzano et al., 2001). Odhaduje se, že jednotlivci v moderních společnostech běžně zažívají intenzitu světla více jak dvakrát vyšší, než jaká je přirozená expozice dennímu světlu mezi západem slunce a spánkem. To ovlivňuje spánek do takové míry, kdy se projevuje formou opožděného nástupu spánku či zkrácením doby spánku (Wright et al., 2013). Modrá oblast světelného spektra vysoce stimuluje melanopsin přítomný ve vnitřních fotosenzitivních gangliových buňkách sítnice (ipRGC), které přenášejí světelnou informaci do centrálního nervového systému, a kromě jiných procesů vede k supresi melatoninu (Foster, Hughes & Peirson, 2020). Dokonce už jen řada pulzů modrého světla dodávaných přes zavřená víčka potlačuje melatonin a posouvá fáze lidského cirkadiánního systému (Figueiro, Bierman & Rea, 2013). Toto potlačení je zvláště patrné, jsou-li lidé

vystavování umělému světlu v pozdních večerních hodinách či v noci (ALAN), jako jsou obrazovky různých elektronických zařízení a zářivky nebo studené bílé LED lampy, protože mnoho zdrojů ALAN vyzařuje značné množství modrých vlnových délek (Davies & Smyth, 2018). Působení ALAN vede k různým fyziologickým, biochemickým a behaviorálním změnám souvisejícími se zvýšeným výskytem různých patologií (Fleury, Masís-Vargas & Kalsbeek, 2020; Kinouchi & Sassone-Corsi, 2020). Nadměrné vystavování se modrému světlu může způsobit nespavost a TSB (Transient Smartphone Blindness). TSB, přechodná slepota vlivem užívání chytrých telefonů, je nedávný fenomén charakterizovaný akutní, bezbolestnou, přechodnou ztrátou zraku spojenou s používáním smartphonu vleže ve tmě (Ratnayake et al., 2020).

I když jsou důsledky nepřirozeného osvětlení moderní společností ve způsobu života podceňovány, světelné znečištění může mít silný dopad na lidské zdraví. Účinky zdrojů umělého světla mohou mít přímé důsledky na zdraví sítnice. Neustálé vystavování se různým vlnovým délkám a intenzitám světla podporovaným světelným znečištěním může způsobit degeneraci sítnice jako důsledek smrti buněk fotoreceptoru nebo pigmentového epitelu sítnice, tedy vést k poškození sítnice a ohrozit tak zrak (Grimm et al., 2001; Roehlecke et al., 2011; Contín et al., 2016; Shang et al., 2017; Jaadane et al., 2020).

V důsledku moderního života má vystavování se umělému světlu negativní dopad na živé organismy s řadou škodlivých účinků. Jedná o narušení behaviorálních a metabolických rytmů, změny v různých světlem regulovaných fyziologických a psychologických funkcích a degradaci životního prostředí (Navara & Nelson, 2007; Grimm et al., 2008; Shuboni & Yan, 2010).

1.5 Vliv fyzické aktivity na CR

Za jeden z nejdůležitějších nefotických zeitgeberů se považuje fyzická aktivita, která je pro tuto práci, vzhledem ke stanoveným cílům, nejzásadnější. Pravidelná fyzická aktivita cvičení pomáhá udržovat správné fungování biologických hodin. Podobně jako načasování expozice světlu, i načasování fyzické aktivity ovlivňuje cirkadiánní rytmus (Youngstedt, Elliott & Kripke, 2019). Intracelulární cirkadiánní hodiny mohou modulovat fyziologické procesy v průběhu dne (Gerhart-Hines & Lazar, 2015), například modulací molekulárních hodin v kosterním svalstvu, a ovlivňovat jak amplitudu, tak fázi cirkadiánních rytmů (Wolff & Esser, 2012; Martin, Viggars & Esser., 2023; Sato a Yamanaka, 2023). Jak nahodilé, tak dlouhodobě pravidelné cvičení mění amplitudu cirkadiánních genů v lidských myotubech, ze kterých pak vznikají svalová vlákna (Hansen et al., 2016). Aerobní cvičení už o nízké intenzitě může

ovlivnit cirkadiánní rytmus kosterního svalstva (Choi et al., 2020; Saner & Lee, 2020). Schopnost cirkadiánně ovlivňovat svalstvo má i anaerobní cvičení, které aktivuje expresi genů BMAL1 a PER2 v kosterním svalstvu (Zambon et al., 2003; Wolff & Esser, 2019) a ovlivňuje energetický metabolismus mozku akumulací adenosinu z rozpadu ATP, díky čemuž může také hrát klíčovou roli v homeostatické regulaci spánku (Dworak et al., 2007).

Další parametr, který zřejmě souvisí s hodinami kosterního svalstva a také s metabolismem, jsou mitochondriální funkce. Mitochondriální dynamika (fúze a štěpení mitochondrií) může oscilovat cirkadiánním způsobem (van Moorsel et al., 2016). S tím souvisí snížená oxidační kapacita kosterního svalstva se sníženým výkonem při cvičení a rozvojem diabetu 2. typu (Phielix & Mensink, 2008; O'Connor & Wellenius, 2012). Ve studii z roku 2020 došli autoři ke zjištění, že vrcholný výkon aerobního cvičení u zdravých jedinců nastává později během dne, k čemuž částečně přispívají denní fluktuace mitochondriálních funkcí (Choi et al., 2020).

Studie sice ukazují, že cvičení mění rytmus hodinového mechanismu v kosterním svalstvu (Wolff & Esser, 2012; Peek et al., 2017; Saner & Lee, 2020), avšak optimální načasování cvičení tak, aby bylo prospěšné pro zdraví a došlo i ke zlepšení účinků narušených cirkadiánních rytmů však nebylo doposud zcela objasněno. Pravidelný fyzický trénink má však i tak velké množství zdravotních přínosů a může být terapeutickým nástrojem jak v prevenci, tak v léčbě metabolických onemocnění (Gabriel & Zierath, 2017; Bruggisser et al., 2023).

Zvýšené fyzické schopnosti jako maximální síla, dynamická síla a vytrvalost bývají častěji pozorovány ve vyšších hladinách spíše odpoledne a večer ve srovnání s ranními časy (Chtourou & Souissi, 2012; Facer-Childs & Brandstaetter, 2015b). Zároveň kombinace silového a vytrvalostního tréninku během večerních časů častěji vede k většímu nárůstu svalové hmoty ve srovnání s ranními tréninky (Küüsmaa et al., 2016).

Fyzická aktivita zlepšuje metabolismus glukózy a lipidů, zvyšuje citlivost na inzulín a působí jako prevence hyperglykémie, hyperlipidémie a hypercholesterolémie, což může snížit riziko metabolických onemocnění a souvisejících komplikací částečně právě regulací cirkadiánními rytmy (Gabriel & Zierath, 2019; Murphy et al., 2020). Samotné metabolické změny vyvolané cvičením mohou regulovat neurotransmitterové systémy. Například vysoce intenzivní cvičení zvýšilo plazmatické koncentrace molekuly adenosinu podporující spánek u potkanů (Gray et al., 2006). Velké změny v aktivitě imunitního systému a metabolismu lipidů a sacharidů po vyčerpávajícím cvičení mohou podpořit akutní zánět svalů a poškození tkáně (Magherini et al., 2019).

Dalším zeitgeberem ovlivňující CR může být dostupnost a konzumace jídla, která během určitého času ovlivňuje úroveň transkripce cirkadiálních genů (Ulgherait et al., 2021; Deota et al., 2023), což může pomoci při udržování normálních cirkadiálních rytmů a zmírňovat metabolické poruchy způsobené dietou s vysokým obsahem tuků, tzv. high fat diet (HFD) (Hatori et al., 2012; Chaix et al., 2014; Li, 2022), zlepšení schopnosti těla vyrovnat se s cirkadiálním narušením (Ren et al., 2021; Ren et al., 2022), zlepšení běžecké vytrvalosti bez předchozího cvičení (Xin et al., 2023) a dokonce mít vliv i na prodloužení délky života (Acosta-Rodriguez et al., 2022).

Co se týče nefotických zeitgeberů, jejich účinek záleží na tom, zda jsou použity samostatně, nebo zda jsou součástí určitého cyklu, například cyklu světla a tmy. Takto může být například účinek okolní teploty na cirkadiální rytmus velmi odlišný. Záleží tak nejen na době expozice, ale i dané intenzitě (Wams et al., 2017). Mezi nefotické zeitgebery dále patří behaviorální vzrušení, které vyvolává jak hyperaktivitu, tak spánkovou deprivaci, nebo sociální interakce (Challet & Pévet, 2003; Mistlberger & Skene, 2005).

1.6 Dopady a příklady desynchronizace cirkadiálního rytmu

Když se vnitřní biologické hodiny desynchronizují s vnějším prostředím, může to vést k nesouladu mezi centrálními a periferními hodinami, stejně jako mezi různými tkáněmi nebo orgány, a dokonce i mezi různými hodinovými geny ve stejném orgánu (Reppert a Weaver, 2002). Mezi hlavní stimuly odpovědné za vliv stresorů na cirkadiální hodiny patří glukokortikoidy, sympatické nervy, oxidační stres, změny pH, snížená hladina kyslíku v lokálních tkáních, změněná hladina cytokinů a teplota (Tahara & Shibata, 2018).

Desynchronizace cirkadiálních rytmů se dělí na: (1) akutní desynchronizaci a (2) chronickou desynchronizaci. Akutní desynchronizace se vyznačuje krátkodobou expozicí nějakému environmentálnímu podnětu v nepřírozený čas, například již zmíněná expozice umělému světlu v noci. Tento stav se dá však změnit skrze vhodně vytvořené návyky (Vosko, Colwell & Avidan, 2010). Oproti tomu chronická desynchronizace se vyskytuje u dlouhodobě opakovaných expozic, jako je tomu u pracovníků na směny, kde světlo na pracovníky působí opakovaně po dlouhou dobu v nepřírozený čas. To může mít za následek zvýšení predispozic k nemocem jako jsou rakovina, obezita či deprese (Germain, 2008; Engin, 2017; Greene, 2012). Jakékoli nucené narušení normálních spánkových vzorců, např. práce na směny nebo časté cestování přes dvě nebo více časových pásem (jetlag), může vést k cirkadiálnímu vychýlení, které je pak spojováno s různými metabolickými onemocněními (Nakanishi-Minami et al., 2012; Depner, Stothard & Wright, 2014; Woller & Gonze, 2021; Khosravipour et al., 2021).

Chronické metabolické poruchy jsou celosvětově hlavním problémem veřejného zdraví. V tomto ohledu může cirkadiánní narušení související s metabolickou dysregulací a nedostatek spánku přispívat k nárůstu hmotnosti, obezitě a diabetu 2. typu, zánětům a zhoršení glukózové tolerance a citlivosti na inzulin (Depner, Stothard & Wright; Woller & Gonze, 2021).

Narušení denního rytmu může také negativně ovlivnit sportovní výkon. Právě cestování skrze časová pásma na východ má větší negativní vliv na fyzický výkon a psychologické ukazatele únavy než cestování na západ. Nehledě na sportovní výkon, mezipásmové cestování je i po dalších stránkách velkou zátěží pro tělo (Fowler et al., 2017). Dlouhodobé narušení cirkadiánních rytmů je pak úzce spojováno s nástupem a progresí různých duševních a fyzických onemocnění, včetně kardiovaskulárních onemocnění, neurodegenerativních onemocnění a nádorů (Fatima a Rana, 2020; Meyer et al., 2022; Bolshette et al., 2023; Lane et al., 2023).

Cirkadiánní vychýlení tak představuje míru, v jaké je cirkadiánní fáze jedince napřed nebo opožděná (např. vlivem pracovních nároků nebo socializací, tzv. sociálním jet lagem) vzhledem k přirozenému cyklu spánku a bdění. Jedná se o negativní efekt ovlivňující zdraví (Levandovski et al., 2011; Murray et al., 2017; Henderson, Brady & Roberston, 2019; Nguyen et al., 2019; Islam et al., 2020). Sociální jet lag může vznikat například tím, že se lidé snaží vykompenzovat spánkový dluh prodloužením spánku o víkendech, následované ponocováním vlivem pozdního vstávání. Při klasickém scénáři se délka spánku v noci z neděle na pondělí dramaticky zkrátí kvůli velmi pozdnímu usínání v důsledku fázového zpoždění, ke kterému došlo přes víkend, a které je spojeno s pondělním časným probuzením kvůli sociálním nebo pracovním omezením: proto může tak vzniknout začarovaný kruh spánkového dluhu (Skeldon, Phillips & Dijk, 2017). Sociální jet lag je spojován s větší impulzivitou a nepozorností (McGowan, Voinescu & Coogan, 2016) a s dysfunkcí neurotransmiterových drah souvisejících s odměnou, která se projevuje sníženou motivací a ztrátou zájmu o běžné aktivity (Hasler & Clark, 2013).

Jedním z dalších cirkadiánních vychýlení je tzv. sezónní afektivní porucha (SAD), která interaguje mezi geny a prostředím. SAD je podtyp deprese, který vychází z každoročního modelu recidivy na podzim či v zimě a spontánní remise na jaře či v létě a je nejčastěji hlášen v zeměpisných šířkách, kde jsou kratší fotoperiody nebo méně hodin denního světla (Lieberman et al., 2018). Globální populace mají různá genetická zázemí, která mohou, ale nemusí být dobře přizpůsobena krátkým světelným dnům. Frekvence cirkadiánních genových variant se tak může lišit podle zeměpisné šířky, populační historie a faktorů prostředí (Ciarleglio et al., 2008).

Porucha SAD bývá spojována s hypersomnií, sociálním stažením, přejídáním, nízkou energetickou touhou či zvýšenou touhou po sacharidech (Meesters & Gordijn, 2016). Dysforická nálada u pacientů se SAD také ovlivňuje spánek, který se pak neprojevuje restorativně, což je způsobeno nesrovnalostí vnitřních cirkadiánních hodin i za předpokladu, že člověk nemá problém usínat a vstávat ve stejné časy (Emens, 2008).

Narušení cirkadiánních rytmů může také zesílit oxidační stres a poškození neuronů tím, že naruší neuroprotektivní účinek melatoninu. Dlouhodobé narušení cirkadiánního času může vést ke kognitivnímu poškození nebo demenci a zvýšit riziko rozvoje neurodegenerativních onemocnění, jako je Alzheimerova choroba (Wu et al., 2019). Může také způsobit zánět v trávicím systému, což vede k zánětlivému onemocnění střev (Gombert et al., 2019). Záněty v těle a cirkadiánní rytmy se vzájemně ovlivňují, přičemž prozánětlivé faktory narušují funkci hodinových genů, které regulují svalovou funkci a fenotyp (Yang et al., 2013; Curtis et al., 2015; Schroder et al., 2015). Udržování normálního cirkadiánního rytmu je důležité pro podporu regenerace a opravy kosterního svalstva, což může pomoci předcházet svalové atrofii nebo ji zmírňovat (Zhang et al., 2020).

2. Spánek jako klíčový biologický proces

Spánek je jednou ze základních lidských potřeb důležitých pro obnovu životní síly a funkce těla. Byť je spánek klíčem k životnímu fungování, lidé se jako jediný živočišný druh o něj dobrovolně připravují. Náklady na vyrovnání se s tímto deficitem se odráží ve všech úrovních života, ať už se jedná o psychickou, fyzickou, sociální či pracovní oblast. Mnoho lidí na spánek příliš nedbá, přitom však tvoří jednu třetinu lidského života. Zdravý spánek však vyžaduje adekvátní dobu, dobrou kvalitu, vhodné načasování, pravidelnost a absenci spánkových poruch či rušného prostředí (Watson et al., 2015). Dle The National Sleep Foundation a American Academy of Sleep Medicine je minimální doporučená doba spánku 7 hodin denně pro dospělé pro podporu optimálního zdraví (Watson et al., 2015, Manoogian & Panda, 2017).

Spánek je komplexním fenoménem, který lze pochopit a posoudit pomocí objektivních (polysomnografie, aktigrafie) a subjektivních (spánkové deníky, dotazníky) přístupů (Sadeh, 2015). Ačkoli je polysomnografie (PSG) široce přijímaným objektivním měřítkem spánku považovaným za zlatý standard, aktigrafie má při odhadu spánku několik výhod oproti PSG: je relativně levná, minimálně rušivá a lze ji nosit nepřetržitě po dobu jednoho měsíce nebo déle, což vede k poskytování informací po delší dobu v přirozeném prostředí uživatele. Ve srovnání s denními spánkovými deníky je aktigraf opět výhodnější, jelikož je pro participanty méně zatěžující a nepodléhá zkreslení vlastních odhadů. Kombinace spánkového deníku a aktigrafu však vede k větší přesnosti měření (Mercer, Bootzin & Lack, 2002; Sadeh, 2015). Použití aktigrafů je obvykle doplněno kvalitativními metodami pro úplnější informace o problémech se spánkem a chování souvisejícím se spánkem. Například dotazníkem jako je Pittsburghský index kvality spánku (PSQI), který bývá použit jako obecné měřítko kvality spánku a denní ospalosti a také k posouzení zdraví a denní dysfunkce (Mondal et al., 2013).

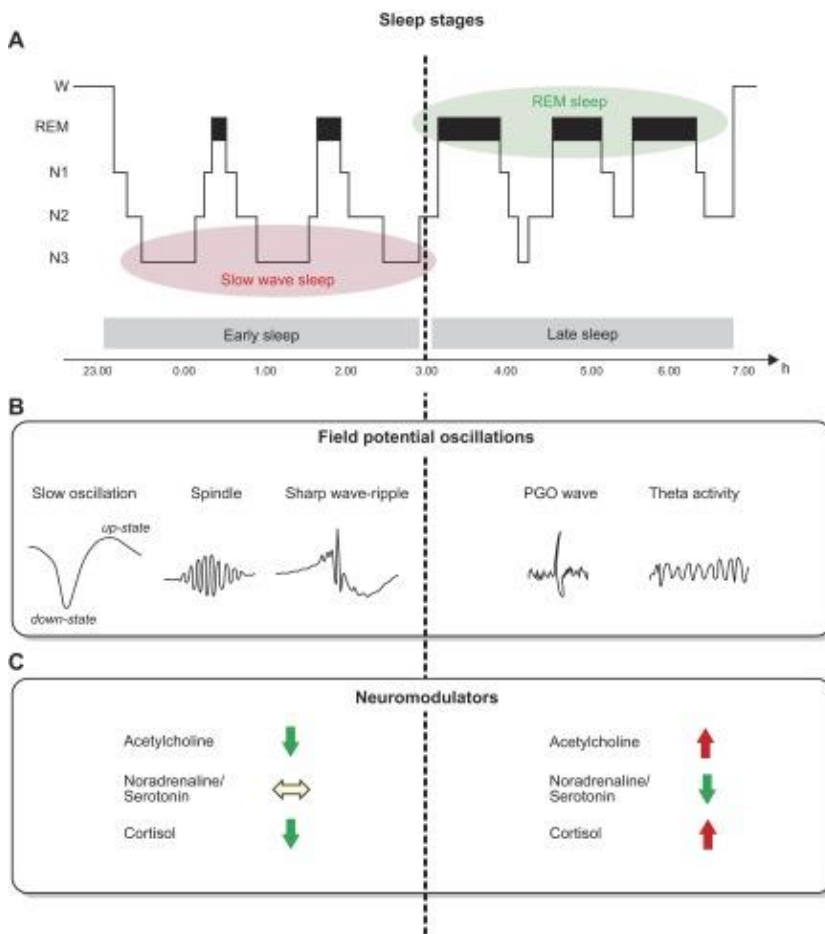
Spánek se může dělit na: (1) uspokojivý (dostatečně dlouhý a kvalitní) a (2) neuspokojivý. Uspokojivý spánek, tedy pravidelný spánek dle doporučeného počtu hodin, je spojován s lepšími zdravotními výsledky a zlepšením pozornosti, učení či paměti. Dále se zlepšením emoční regulace, kvality života a duševního i fyzického zdraví (Ahmed et al., 2009; Watson et al., 2015; Paruthi et al., 2016; Lohitaswha et al., 2017). Za neuspokojivý se spánek považuje v tom případě, kdy buď není dostatečně dlouhý, jelikož je přerušovaný, anebo nepřetržitý, ale nedostatečně kvalitní (Stores, 2009). Neuspokojivý spánek obojího typu se může projevat účinky jako jsou nekontrolovatelné emoce, deprese, obtíže se soustředěním, paměti či neschopností jasně myslet, uspokojivě pracovat nebo řešit problémy. Neuspokojivý spánek také

vede k pocitům úzkosti, napětí, únavě a kognitivním poruchám (Lemma et al., 2012). Důsledky různých poruch spánku jsou dále popsány v kapitole 2.1.

Spánek je charakterizován cyklickým střídáním spánku s rychlým pohybem očí (REM) a tzv. Non-REM spánkem, tedy fází bez rychlého pohybu očí (Iber et al., 2007). Spánek probíhá v pěti fázích: bdění, N1, N2, N3 a REM. Fáze N1 až N3 jsou považovány za spánek bez rychlých pohybů očí, přičemž každá fáze vede k postupně hlubšímu spánku. Člověk tráví přibližně 75 % tráví ve stádiích NREM, přičemž většina času je především ve fázi N2 (Malik, Lo & Wu, 2018). S procesem stárnutí se mění struktura spánku, klesá jeho celková doba i účinnost a snižuje se podíl NREM a REM fází. I když jsou poruchy spánku u starších osob běžné, nepatří k přirozenému procesu stárnutí. Větší vliv na ně mají faktory jako různé choroby, psychika a sociální prostředí. Následné poruchy spánku jsou pak spojovány se zvýšenou morbiditou a mortalitou. Proto je důležité je komplexně hodnotit a řešit jako multifaktoriální geriatrický problém s ohledem na různé oblasti (Miner & Kryger, 2020).

Typický noční spánek se skládá ze 4 až 5 spánkových cyklů s progresí fází spánku v následujícím pořadí: N1, N2, N3, N2, REM (Bin Heyat, 2015). Úplný spánkový cyklus trvá zhruba 90 až 110 minut. První REM období je krátké a jak noc postupuje, dochází k delším obdobím REM a zkrácení doby v hlubokém spánku (NREM) (viz Obrázek 3) (Varga et al., 2018).

Obrázek 3 - Typický lidský spánkový profil a signály související se spánkem, převzato z Dickelmann & Born (2010).



Pozn. A: V první části noci (brzký spánek) dominuje N3, zatímco v druhé polovině převažuje REM spánek (pozdní spánek); B: Nejvýraznější oscilace potenciálu elektrického pole během N3 jsou neokortikální pomalé oscilace (~0,8 Hz), thalamokortikální vřetenka (10–15 Hz) a ostré vlnění hipokampu (100–300 Hz). U lidí jsou oscilace PGO vln a theta aktivita méně snadno identifikovatelné; C: Spánek je doprovázen dramatickou změnou úrovně aktivity různých neurotransmiterů a neuromodulátorů. Ve srovnání s bděním dosahuje cholinergní aktivita minima během N3, zatímco hladiny během REM spánku jsou podobné nebo dokonce vyšší než během bdění. Podobný vzorec je pozorován u stresového hormonu kortizolu. Aminergní aktivita je vysoká během bdění, střední během N3 a minimální během REM spánku.

První fází spánku je fáze bdění, která dále závisí na tom, zda jsou oči otevřené nebo zavřené. Během bdění s otevřenými očima převládají beta vlny. Alfa vlny začnou převládat ve chvíli, kdy se jednotlivci stávají ospalými a začínají zavírat oči (Varga et al., 2018). Druhou fází je N1, což je nejlehčí fází spánku a začíná, když je více než 50 % alfa vln nahrazeno nízkou amplitudovou smíšenou frekvencí (LAMF). V kosterním svalstvu je přítomen svalový tonus a dýchání probíhá pravidelně. Tato fáze trvá přibližně 1 až 5 minut.

Navazující fáze N2 představuje hlubší fázi spánku kvůli klesající srdeční frekvenci a tělesné teplotě. Tuto fázi charakterizuje přítomnost spánkových vřetének. Spánková vřeténka jsou krátké, silné výbuchy neuronových výbojů v horních temporálních gyrech, předním cingulátu, insulárních kůrách a thalamu, které indukují příliv vápníku do kortikálních pyramidálních buněk a podílí se na konsolidaci paměti (Antony et al., 2019). Fáze N3 je poté nejhlubší formou spánku, který je charakterizován signály s nižšími frekvencemi a vyššími amplitudami, známými jako delta vlny. Z této fáze je nejtěžší se probudit; u některých lidí ani hlasité zvuky (> 100 decibelů) nevedou k bdělému stavu. Jak lidé stárnou, tráví méně času v tomto hlubokém spánku s delta vlnami a více času ve spánku ve fázi N2. Protože má tato fáze nejvyšší práh vzrušení, pokud se někdo během této fáze probudí, bude mít přechodnou fázi duševní mlhy, známou jako spánková setrvačnost. Kognitivní testování ukazuje, že jedinci probuzení během této fáze mívají středně poškozenou duševní výkonnost po dobu 30 minut až 1 hodiny (Hilditch & McHill, 2019). Toto je fáze, kdy tělo opravuje a podporuje růst tkání, buduje kosti a svaly a posiluje imunitní systém. Také se jedná o fázi, kdy dochází k náměsíčnosti, nočním děsům a nočnímu pomočování (El Shakankiry, 2011).

Poslední z fází, REM stadium, není považováno za fázi klidného spánku. Zatímco EEG je podobné jako u bdělého jedince, kosterní svaly jsou atonické a bez pohybu, kromě očí a bráničních svalů, které zůstávají aktivní. Frekvence dýchání je však nepravidelnější. REM fáze souvisí se sněním a nepravidelnými pohyby svalů a také rychlými pohyby očí, ztrátou motorického tonusu, zvýšenou spotřebou kyslíku v mozku, zvýšeným a proměnlivým pulzem a krevním tlakem a zvýšenou hladinou acetylcholinu. Lidé mají tendenci se spontánně probouzet ráno právě během epizody REM spánku. Mozek je vysoce aktivní po celou dobu spánku REM a zvyšuje metabolismus mozku až o 20 % (Peever & Fuller, 2017). Tato fáze obvykle začíná 90 minut po započetí spánku, přičemž každý další REM cyklus se během noci prodlužuje. První cyklus obvykle trvá 10 minut, přičemž poslední cyklus trvá až 1 hodinu (Della Monica et al., 2018).

Spánek podporují neurony v předním hypotalamu uvolňující kyselinu gama-aminomáselnou (GABA), která inhibuje oblasti podporující probuzení v hypotalamu a mozkovém kmeni (Murrilo-Rodríguez et al., 2009). GABA působí jako primární inhibiční neurotransmitter centrálního nervového systému, váže se na receptory GABA-A v mozku a podporuje spánek (Gottesmann, 2002). Adenosin také podporuje spánek inhibicí hypocretinových/orexinových neuronů lokalizovaných v bazálním předním mozku, laterálním hypotalamu a tuberomamilárním jádru a aktivací neuronů v preopticko/přední hypotalamické oblasti

a ventrolaterální preoptické oblasti (Watson et al., 2010). Na udržení bdělého stavu se na druhou stranu podílejí neurochemikálie, jako jsou acetylcholin, dopamin, norepinefrin, serotonin, histamin a hypokretinové peptidy (Murillo-Rodríguez et al., 2009).

2.1 Vliv spánku na regenerační procesy

Spánek plní funkci šetření energie, obnovuje energetické zdroje, opravuje buněčnou tkáň (Krueger et al., 2016), podílí se na termoregulaci (Harding, Franks & Wisden, 2020), metabolické regulaci (Knutson et al., 2007; Van Cauter et al., 2008) a adaptivních imunitních funkcích (Lange, Dimitrov & Born, 2010). Těchto funkcí by však mohlo být rovněž dosaženo i ve stavech tiché bdělosti, aniž by došlo ke ztrátě vědomí a schopnosti reagovat na vnější hrozby během spánku. Tyto význačné rysy spánku silně poukazují na představu, že při spánku jde především o mozek (Hobson, 2005). Funkce spánku počínají detoxikací mozku od volných radikálů (Cardinali & Garay, 2023), přes náhradu glykogenu (Scharf, 2008), až po zapojení spánku do konsolidace paměti a synaptickou plasticitu (Tononi & Cirelli, 2006; Diekelmann & Born, 2010; Rasch & Born, 2013; Antony et al., 2019).

Spánek a cirkadiánní systém spolupracují obousměrně na organizaci imunitních funkcí v čase a prostoru prostřednictvím neuroendokrinních a sympatických efektorových mechanismů (Majde & Krueger, 2005). Imunitní buňky jsou přiřazeny buď ke vrozenému imunitnímu systému (nespecifické, např. neutrofilny, monocyty, makrofágy, dendritické buňky a přirozené zabíječské [NK] buňky), nebo adaptivnímu imunitnímu systému (antigenově specifické; lymfocyty [T- a B-buňky]). Při oscilaci cyklu spánek-bdění vykazují leukocyty výrazné denní rytmy s maximální hladinou v noci nebo během dne, v závislosti na typu buňky (Yuan et al., 2020).

Krátká doba spánku může oslabit imunitní odpověď vlivem snížení hladin imunitních buněk (Majde & Krueger, 2005). Za krátký spánek by se dal považovat interval o délce 6 a méně hodin za noc. Na druhou stranu i chronicky déle trávající spánek (o délce více jak 10 hodin) může zvyšovat nemocnost a mortalitu (Kripke et al., 2002), pro což však bude třeba více studií do budoucna. V mnoha studiích totiž nebyly zjištěny žádné příčinné souvislosti chronického prodloužení délky spánku a jeho nežádoucí účinky, protože průměrně zdravý člověk nemůže chronicky spát déle jak 10 hodin denně (Klerman et al., 2021). Co se týče délky spánku, tak spánek delší jak 9 hodin však může být přínosný v případě, že se jedná o jedince, kteří se zotavují ze spánkového dluhu či z nemoci (Redeker & McEnany, 2011; Lemma et al., 2012; Watson et al., 2015; Paruthi et al., 2016).

Poruchy spánku tedy mají negativní vliv nejenom na různé aspekty zdraví, ale zasahují i do ekonomické sféry, jako je například zvýšení rizika pracovní neschopnosti (Amiri & Behnezhad, 2020b), rozvoje duševních poruch (Shi et al., 2018; Harris et al., 2020), kardiovaskulárních onemocnění (Lemma et al., 2012; Sofi et al., 2020), fyzického postižení či bolestí pohybového aparátu (Amiri & Behnezhad, 2020a).

Spánková deprivace vykazuje úbytky ve výkonnosti a bdělosti stejně jako požití alkoholu v míře 0,5 promile v krvi, je-li člověk vzhůru déle jak 18 hodin. Pokud je vzhůru déle jak 24 hodin, tak se jedná o ekvivalent 1 promile v krvi (Williamson & Feyer, 2000). Nedostatečné množství či kvalita spánku bývají spojovány s muskuloskeletálními zraněními u sportovců (Gao et al., 2019; Viegas et al., 2022), avšak je třeba dalších výzkumů pro zjištění míry vlivu akutního nedostatku spánku na riziko zranění.

Problémy se spánkem jsou také potenciálním rizikovým faktorem pracovních úrazů (Uehli et al., 2014), které mají enormní dopad na ekonomiku, co se týče nákladů na rekonvalescenci související s pracovními úrazy způsobené vlivem nedostatku spánku (Drake et al., 2003; Kucharczyk et al., 2012). Tato tvrzení podporují studie, které uvádí, že obstrukční spánková apnoe (AlGhanim et al., 2008), nespavost (Léger & Bayon, 2010), hypersomnie (Bayon et al., 2009) a ospalost (Robb et al., 2008) zvyšují riziko dopravní nehody (Connor et al., 2001; Akerstedt et al., 2011; Williamson et al., 2011). Právě problémy se spánkem způsobují dvojnásobné až sedminásobné zvýšení rizika dopravních nehod (Hartenbaum et al., 2006).

Kromě poruch existuje i tzv. spánková prokrastinace. Fenomén spánkové prokrastinace poprvé pojmenovali Kroese et al. (2014) jako podtyp obecné prokrastinace, široce definované jako dobrovolné odkládání odchodu do postele bez jakýchkoliv vnějších příčin, které toto zpoždění způsobují, jako jsou děti, domácí zvířata nebo pracovní pohotovost (Kroese et al., 2014; Kroese et al., 2016). Ne všechna opoždění spánku představují prokrastinaci. U spánkové prokrastinace se jedná o vědomou volbu, kdy si člověk vybírá oddálení fáze usínání. Tato volba může být aktivního typu, kdy může jít o čtení knížky v posteli, učení nebo práci, nebo pasivního typu, a může se tak například jednat o bezmyšlenkovité procházení sociálních médií (Nauts et al., 2019).

Výzkum ukazuje, že lidé, kteří často prokrastinují před spaním, tráví výrazně více času společenskými aktivitami a také volnočasovými aktivitami pomocí médií (jako je sledování televize, používání počítačů a chytrých telefonů) ve srovnání s těmi, kteří prokrastinují krátkou dobu (Chung et al., 2020). Podobně jako obecná prokrastinace zahrnuje spánková prokrastinace širokou škálu chování, která se zdánlivě opírá o iracionální zpoždění postupu v nějaké aktivitě

– v tomto případě chození do postele. Spánková prokrastinace je v široké veřejnosti dosti rozšířená (Kroese et al., 2016), i když není známo, kolik lidí zažívá závažnou a chronickou prokrastinaci až do té míry, kdy by vedla k osobním potížím (Rozenal & Carlbring, 2014).

Úloha spánku má také velký význam pro sportovce, pro které je kvalitní spánek žádoucí podmínkou vzhledem k jeho roli při regeneraci (Samuels, 2008) a sportovním výkonu (Fullagar et al., 2015). Přesto však výsledky studií provedených na sportovcích naznačují, že sportovci zažívají sníženou kvalitu spánku (Erlacher et al., 2011; Hoshikawa, Uchida & Hirano, 2018; Knufinke et al., 2018)

2.2 Vztah mezi spánkem a tělesnou kompozicí

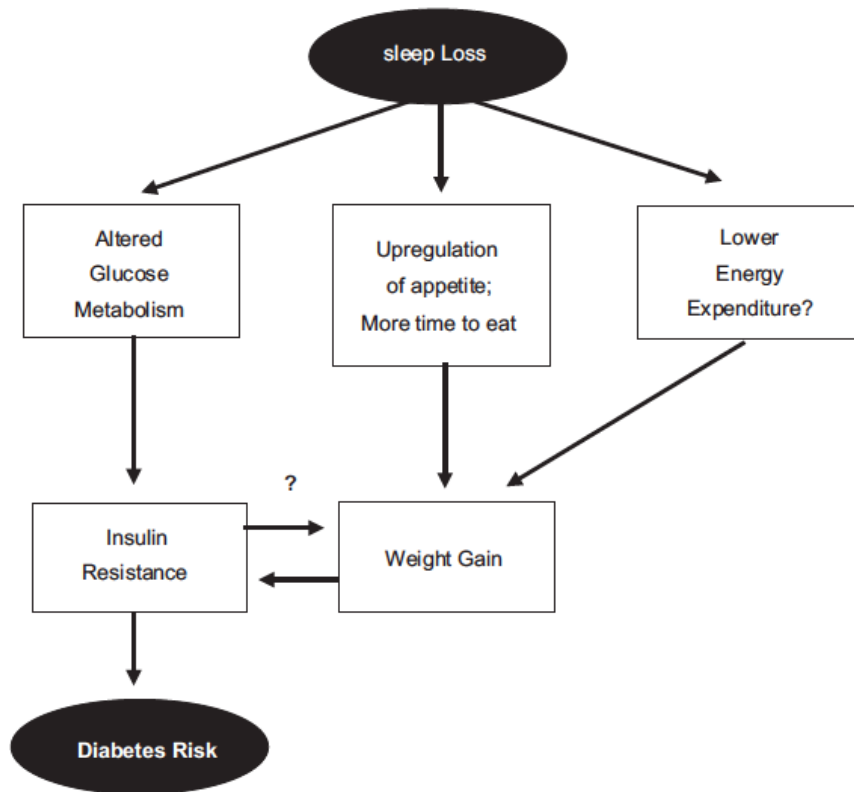
Krátké (méně jak 6h) i dlouhé (více jak 9h) doby spánku mohou být předpokladem pro zvýšené riziko budoucího nárůstu tělesné hmotnosti a tuku u dospělých (Chaput et al., 2008). Špatná subjektivní kvalita spánku bývá spojována s nárůstem procent tuku u dospělých (Jurado-Fasoli et al., 2018). Nižší účinnost spánku, tedy čas, který člověk tráví spánkem, bývá spojována s vyšším BMI a vyššími procenty tělesného tuku. Zvýšené BMI nebo procento tělesného tuku také bylo pozorováno u pozdějších dob probuzení, delší spánkové latenci (dobou, než jedinec usne) a kratší doby spánku (Wirth et al., 2015).

Vyšší BMI bývá také spojováno s poruchami spánku (Chan et al., 2018) jako obstrukční spánková apnoe (Dong et al., 2020). Výsledkem metaanalýzy z roku 2023 bylo zjištění, že dlouhodobé BMI nad 25 zvyšuje riziko poruch spánku až o 33 % (Amiri, 2023). Epidemiologické důkazy sice naznačují, že diabetes 2. typu a obezita jsou spojeny se ztrátou kvality spánku (Gangwish et al., 2007; Ogilvie & Patel, 2017), ale není známo, zda se jedná o kauzální jev. Kromě toho obezita nebo diabetes 2. typu mohou vnitřně narušovat cirkadiánní hodiny (Hansen et al., 2016).

Obezita je sice sama o sobě hlavním rizikovým faktorem diabetu 2. typu, ale krátký spánek může zhoršit metabolismus glukózy, a tím zvýšit riziko diabetu nezávisle na změnách indexu tělesné hmotnosti (BMI). Omezení spánku může ovlivnit energetickou bilanci, což může vést k nárůstu hmotnosti v důsledku zvýšení apetitu, většího množství času na konzumaci a snížení energetického výdeje. Výrazný nárůst hmotnosti může vést k inzulinové rezistenci, což je stav, který zvyšuje riziko vzniku cukrovky a může podporovat usazování tuku v organismu. Tato kaskáda negativních událostí se pravděpodobně urychlí u mnoha lidí s nadváhou a obézních jedinců s poruchami dýchání vázanými na spánek, tzv. sleep disordered breathing, dále SDB (Ip et al., 2002; Punjabi et al., 2004). Obrázek 4 ukazuje schematické znázornění tří

potencionálních cest nepříznivého vlivu ztráty spánku, které zvyšují riziko rozvoje obezity a cukrovky.

Obrázek 4 - Schéma potenciálních cest vedoucích od ztráty spánku k riziku cukrovky, převzato z Knutson et al. (2007).



Během hlubokého spánku nastává vrchol produkce růstového hormonu a testosteronu, které se podílí na růstu svalů (Luboshitzky et al., 2001). Nižší hladiny testosteronu byly ve studii z roku 2008 také spojeny s méně konsolidovaným spánkem, tedy se sníženou účinností spánku a zvýšeným probouzením se (Barret-Connor et al., 2008).

Ve studii z roku 2023 došlo v případě zkrácení délky spánku a snížení kvality spánku k nárůstu tělesného tuku. Ve stejném případě docházelo i ke snížení kosterní svalové hmoty, a to i navzdory tomu, pokud byla délka spánku v dostatečné míře, avšak ve zhoršené kvalitě (Song et al., 2023). Nedostatečné množství spánku vede nejen ke zhoršené regeneraci, ale i zvyšuje riziko muskuloskeletálních zranění (Gao et al., 2019; Viegas et al., 2022). Zhoršení spánkového chování tak může mít negativní dopad na svalovou hmotu a přispívat k obezitě. Studie z roku 2016 přinesla zjištění, že osoby s nižší svalovou hmotou trpí častěji nízkou efektivitou spánku, definovanou jako poměr skutečné doby spánku k době strávené v posteli (Buchmann et al., 2016). Další studie z roku 2017 pak dále dokládá, že osoby s kratší dobou spánku vykazují vyšší procenta tělesného tuku ve srovnání s jedinci s dostatečným spánkem. Tyto poznatky

naznačují, že adekvátní délka a kvalita spánku hrají klíčovou roli v regulaci celkového složení těla ve formě svalové hmoty i tělesného tuku (Kim et al., 2017).

2.3 Fyzická aktivita a její dopad na spánek

Mnoho lidí bojuje s poruchami spánku, jako jsou nespavost či spánková apnoe. Jednou ze strategií, jak zlepšit kvalitu spánku a snížit riziko poruch spánku, je právě fyzická aktivita, která má reciproční vztah s kvalitou spánku (Kline, 2014). Nepravidelně aplikované cvičení způsobuje únavu a špatné ovládnání emocí, kdežto pravidelnost může mít pozitivní dopad na fyzické a duševní zdraví (Penedo & Dahn, 2005). Fyzická nečinnost je poté považována za rizikový faktor mnoha běžných onemocnění (Schloss et al., 2020; Valenzuela et al., 2020). Nižší míra fyzické aktivity může také narušit biologické hodiny a vylučování hormonu melatoninu, který je důležitý v regulaci spánku. Tento deficit melatoninu pak ovlivňuje kvalitu spánku člověka (Wang & Boros, 2020). Ve světě má 30 % až 50 % z celkové populace špatnou kvalitu spánku kvůli nedostatku pohybu. Jedním z příkladů je potýkání se s insomnií v důsledku únavy právě vlivem nedostatku fyzické aktivity (Manggopa et al., 2019).

Fyzická aktivita může napomoci k lepšímu spánku různými způsoby a zlepšovat tak celkovou kvalitu spánku a příznaky poruch spánku (Driver & Taylor, 2000; Myllymaki et al., 2011; Baron, Reid & Zee, 2013; Inoue et al., 2013; Xie et al., 2013; Takács & Török, 2019; Xie et al., 2021; Rosa et al., 2021; Khazaie et al., 2022; Alnawwar et al., 2023). Kvalitu spánku lze zlepšit zvýšením produkce melatoninu vlivem pohybu (Almendros-Ruiz et al., 2023), který může mít rychlý i opožděný (12–24 h) účinek na sekreci melatoninu u člověka (Buxton et al., 2003; Escames et al., 2012). Například aerobní cvičení dokáže aktivovat parasympatické nervy a snížit aktivitu sympatických nervů, což má za následek únavu, která způsobuje ospalost. Cvičení pak stimuluje epifýzu, což má vliv na již zmíněné vylučování melatoninu. Hladká distribuce kyslíku následkem cvičení má poté vliv na zvýšení relaxace ve spánku (Jurado-Fasoli et al., 2020). Fyzická aktivita také napomáhá regulaci tělesné teploty, která je nezbytná pro usínání. Zvýšení tělesné teploty během fyzické aktivity napomáhá případnému poklesu 30-90 minut po cvičení, což urychluje nástup ospalosti (Dolezal et al., 2017).

V roce 2022 vydala World Health Organization doporučení, které uvádí, že dospělý člověk by měl vykonávat středně intenzivní aerobní aktivitu po 150-300 minut týdně nebo alespoň 75-150 minut intenzivní aerobní fyzické aktivity během týdne (World Health Organization, 2022). Studie z roku 2013 ukazuje, že dospělí, kteří cvičili alespoň 30 minut denně, spali v průměru o 15 minut déle než ti, kteří necvičili (Baron, Reid & Zee, 2013).

Je však zapotřebí brát v potaz nejen dobu provádění fyzické aktivity, ale i její intenzitu. Cvičení již o nízké až střední intenzitě, prováděné před spaním (před 22. hodinou) zvyšuje kvalitu a množství spánku (Kredlow et al., 2015; Banno et al., 2018). Avšak je nutné podotknout, že pozdní noční cvičení o vysoké intenzitě také zvyšuje stresovou reakci, která může toto zlepšení zmírnit nebo dokonce poškodit kvalitu spánku, ať už se jedná o psychofyzilogický stres (Bonato et al., 2020), změny cirkadiálních fází (Youngstedt, Elliott & Kripke, 2019), zvýšení bdělosti (Oda & Shirakawa, 2014), spuštění hyperaktivity sympatiku, zvýšení tělesné teploty nebo narušení normálního nočního poklesu v tělesné teplotě (Willmott et al., 2019). Vyrvalostní sportovci často pociťují horší kvalitu spánku kvůli vysoké tréninkové zátěži (Driller, Dixon & Clark, 2017), která může u cvičenců snižovat hladinu melatoninu (O'Donnell et al., 2019).

Kromě délky, objemu a intenzity fyzické aktivity, je třeba se zaměřit i na načasování cvičení. Načasování fyzické aktivity může hrát zásadní roli například při negativní zpětné vazbě regulace tělesné teploty či při vyplavování melatoninu dle cirkadiálních rytmů, kdy se předpokládá se, že tento účinek zprostředkovává několik mechanismů (Gray et al., 2008; Mendt et al., 2021). Například za podmínek, kdy je během dne po dobu 16 hodin světlo a během noci po 8 hodin tma, může odporové cvičení ráno nebo v poledne urychlit cirkadiální fázi tělesné teploty, zatímco dlouhodobý odpočinek na lůžku ji může oddálit (Buxton et al., 2003). Večerní čas tréninku však může vést k opožděnému nástupu spánku skrze posun cirkadiální fáze spánku (Glavin et al., 2021). Cvičení v pozdních večerních hodinách během vzestupné fáze cirkadiálního uvolňování melatoninu bývá doprovázeno zpožděním sekrece hormonu, nebo i dokonce inhibicí, v závislosti na délce a intenzitě cvičení. Pokud však hladiny melatoninu dosáhnou maximální fyziologické hodnoty, může i cvičení vysoké intenzity prováděné v podvečer zvyšovat uvolňování melatoninu (Tahara & Shibata, 2018).

Avšak i cvičení v blízkosti bodu uvolňování melatoninu nebo během dne (ráno, odpoledne) nemusí vyvolat významné změny v koncentraci melatoninu v plazmě. Tyto změny se dají vysvětlit působením již zmíněných zeitgeberů, které mohou interagovat s fyzickou aktivitou a modifikovat tak nervovou aktivitu spolu s expresí cirkadiálních genů, čímž mění čas hodin. To poněkud komplikuje kontrolu všech faktorů ovlivňujících uvolňování melatoninu (Tahara & Shibata, 2018). Regulace melatoninu a tělesné teploty však může být nezávislá na cyklu spánku a bdění, na kterém se mohou podílet i jiné oblasti mozku mimo SCN. Je tedy zapotřebí dalšího výzkumu, aby bylo možné prozkoumat interakci mezi různými cirkadiálními hodinami

a zda cvičení přímo reguluje cirkadiánní rytmus SCN, nebo nepřímo ovlivňuje cyklus spánku a bdění. (Yamanaka, 2020).

Dalším způsobem, jak zvýšit kvalitu spánku, je snižování stresu, který bývá hlavní překážkou pro usínání a udržení spánku, jak je dále zmíněno v kapitole 2.4. Fyzická aktivita také zlepšuje náladu a pozitivně ovlivňuje celkový well-being (Magnan et al., 2013; Alnawwar et al., 2023).

2.4 Vliv spánku na well-being a psychickou zátěž

Psychická zátěž ve formě stresu a spánek se navzájem ovlivňují. Nekvalitní spánek může zvyšovat stres a vysoký stres může způsobovat poruchy spánku (Irwin, 2008). Ukazuje se, že dlouhodobé změny ve spánku mohou zhoršovat stresové stavy, které se mohou rozvinout v depresi (Waqas et al., 2015). Mnoho studií prováděných na vysokoškolských studentech podporuje vztah mezi silným stresem a špatnou kvalitou spánku (Herawati & Gayatri, 2019). To samé zjištění přinášejí studie na sportovcích, kdy stres ovlivňuje subjektivní kvalitu spánku (Filho et al., 2015; Nédélec et al., 2015; Monma et al., 2018). Vyšší míra stresu má tedy jeden z hlavních podílů na zhoršené kvalitě spánku (Knutson et al., 2007; Kontronoulas et al., 2013).

Kvalita spánku a úroveň stresu se tak stávají podstatnými faktory, které je třeba vzít v úvahu v rámci nahlížení na zdraví z holistického úhlu pohledu. Špatná kvalita spánku může způsobovat až 4,7krát vyšší pravděpodobnost vyššího stresu, než tomu tak bude u kvalitního spánku (Herawati & Gayatri, 2019). Zvýšená fragmentace spánku byla zjištěna v noci před náročnou zkouškou (Sadeh, Keinan & Daon, 2004; Kim & Dimsdale, 2007) nebo v noci před operací (Edéll-Gustaffson, 2002). Dále bylo zjištěno, že sledování znepokojivých filmů před spánkem ovlivňuje emocionální zážitek v prvních REM-obdobích během noci (Lauer et al., 1987). Kromě toho vyplynuly silné vazby mezi stresem vyplývajícím ze sociální situace v práci a zhoršeným spánkem (Akerstedt et al., 2002). Jiná studie také prokázala souvislost mezi interpersonálními konflikty a zvýšenou mírou stresu, jehož negativní vliv následně narušuje spánek v danou noc (Brissette & Cohen, 2002). Jiné sociální problémy, jako je snížená sociální podpora a zvýšené vyhýbání se sociálnímu kontaktu, obvykle vedou k psychickým potížím a potížím se spánkem (Shaver et al., 1997; Theadom, Cropley & Humphrey, 2007).

Vztah mezi kvalitou spánku a životní spokojeností (well-beingem), měřený v rámci neklinických populací, je obecně pozitivní (Howell et al., 2008; Weinberg, Noble & Hammond, 2016). Nižší kvalita spánku je doprovázena nižší spokojeností ve fyzické, psychické, sociální a environmentální oblasti (Marques et al., 2017).

3. Jednotlivé proměnné tělesného rozložení

3.1 Charakteristiky tělesného rozložení svalové a tukové tkáně

Hmota kosterního svalstva a celkový tělesný tuk jsou nezbytnou součástí tělesného složení jednotlivce. Tělesná skladba obsahuje tři důležité složky, tj. tuk, svaly a kosti, lidské tělo by se mělo skládat z požadovaného poměru těchto složek.

První důležitou složkou je tuková hmota. Abnormální nebo nadměrné hromadění tuku, které může škodit zdraví, jsou dle World Health Organization (2021) definovány jako nadváha a obezita. V těle se však vyskytuje několik typů tukové tkáně. Jedná se o bílou tukovou tkáň, viscerální tuk a hnědý tuk (Wibmer et al., 2021). Bílá tuková tkáň, která se nachází v podkožních a viscerálních zásobnicích, funguje jako klíčový energetický rezervoár pro jiné orgány. Ukládá přebytečné triglyceridy a odpovídá za zvýšenou tělesnou hmotnost ve stavech pozitivní energetické bilance (Choe et al., 2016). Bílá tuková tkáň je vysoce dynamickou tkání, kdy narušení jejího fungování bývá spojováno se závažnými a běžnými nemocemi, jako je obezita, inzulínová rezistence / diabetes 2. typu a dyslipidémie (Arner & Rydén, 2022). Podkožní bílá tuková tkáň je relativně benigní (Porter et al., 2009; Lee et al., 2014) nebo dokonce prospěšná (Yusuf et al., 2005), avšak viscerální tuk se podílí na metabolické dysfunkci a inzulínové rezistenci (Després et al., 2008). Stav a zvýšená aktivita hnědé tukové tkáně u lidí může snížit závažnost metabolického onemocnění spojeného s obezitou, zejména viscerální adipozity (zmnožení tukové tkáně). Nejen přítomnost, ale i aktivita hnědé tukové tkáně je spojena se sníženou viscerální adipozitou a podporuje zdravou distribuci hnědé tukové tkáně a bílé tukové tkáně (Wibmer et al., 2021). Hnědá tuková tkáň také akumuluje lipidy pro chladem indukovanou adaptivní termogenezi, což znamená, že během expozice chladu se naakumulované lipidy používají jako palivo pro produkci tepla (Choe et al., 2016).

Druhou důležitou složkou je svalová hmota. Kosterní svaly jsou tvořeny uspořádanými řadami mnohojaderných svalových vláken. Každé vlákno má složitou vnitřní strukturu, díky níž dokáže přeměňovat chemickou energii na fyzikální práci svalového stahu. Jde o tzv. terminálně diferencované buňky, což znamená, že se nemohou dělit a obnovovat tak svalovou skupinu poškozených vláken. Místo toho vznikají nebo se opravují srůstem se skupinou prekurzorových buněk schopných dělení, nazývaných myoblasty (Morgan & Partridge, 2020).

Svalový růst, neboli hypertrofie, nastává, když syntéza svalových proteinů převyšuje rozklad svalových proteinů a vede k pozitivní čisté proteinové bilanci v kumulativních obdobích (Damas et al., 2018). Na hypertrofii se v konvenčním modelu podílejí tři hlavní faktory působící

prostřednictvím fyzické aktivity: mechanické napětí, poškození svalů a metabolický stres (Schoenfeld, 2010).

Primární fyzickou intervencí používanou ke stimulaci svalové hypertrofie a nárůstu síly je odporový trénink. Nárůst svalové hmoty tvoří klíčové složky kondiční přípravy v různých sportech díky korelaci mezi plochou svalového průřezu a svalovou silou (Jones et al., 2008; Herman et al., 2010). Intenzita a délka fyzické aktivity ovlivňují typ svalových vláken, která se aktivují během cvičení. Při cvičení s vysokou intenzitou nebo vyšším odporem se zapojuje větší množství vláken typu II než při vytrvalostním cvičení s nízkou intenzitou, při kterém se zapojují převážně vlákna typu I. Vlákna typu II jsou rychlá, rychleji se unaví a jsou více glykolytická než vysoce oxidativní vlákna typu I (Egan & Zierath, 2013). Rozdílné zapojení jednotlivých typů vláken během cvičení může ovlivnit cirkadiánní genovou expresi (Dyar et al., 2015).

Kosterní svalstvo, kromě primárních úkolů jako je udržování postury těla, dýchání či lokomoce, také představuje důležitou zásobárnu živin a působí jako metabolický regulátor (Wolfe, 2006). Během stárnutí dochází u jedince ke ztrátě přibližně 30 % svalové hmoty až do věku 80 let a tato ztráta bývá umocněna fyzickou nečinností a špatnou výživou. Tato ztráta se nazývá sarkopenií (Janssen et al., 2000; Topinková, 2008).

3.2 Jak tělesné rozložení souvisí se zdravím

Existuje stále více důkazů, že trajektorie sarkopenie (úbytek svalové hmoty) a ztráty svalů je vysoce závislá na úrovni fyzické aktivity (Kortebein et al., 2008). Fyzická aktivita může vést k vyšším hladinám irisinu, což může podporovat hnědnutí adipocytů. Tento proces zvyšuje interakci mezi tukovou a svalovou tkání, což může vést ke zlepšení metabolických funkcí (Anastasilakis et al., 2014). Fyzická aktivita dále také zvýšením smykového napětí stěny tepen, stimulací endoteliálních buněk k uvolňování oxidu dusnatého (NO) a podporou vazodilatace ke zlepšení zásobování kosterním svalstvem živinami, zlepšuje vaskulární zdraví, jehož nedostatek je potenciálním rizikovým faktorem pro sarkopenii (Kim et al., 2010). Chronický sedavý styl života a fyzická nečinnost jsou naopak klíčovými mechanismy sarkopenie a mohou urychlit ztrátu svalové hmoty a síly vedoucí ke zhoršené pohyblivosti, vyššímu riziku pádů a zvýšené úmrtnosti (Montero-Fernandez & Serra-Rexach, 2013).

Kolísání vhodných poměrů tukové a svalové hmoty tak může vést k narušení stavby těla. Výsledky studie z roku 2016 odhalily významnou negativní korelaci, týkající se tělesného tuku a kosterního svalstva ($r = -0,667$, $p = 0,000$), což znamená, že zvýšení procenta tělesného tuku může vést k poklesu procenta kosterního svalstva a naopak (Kumar, 2016). Úspěšné stárnutí je

spojováno s vyšší úrovní kosterní svalové hmoty a nižší úrovní tukové hmoty bez ohledu na věk, bydliště, pohlaví, kouření, konzumaci alkoholu, kávy a čaje (Tyrovolas et al., 2016).

BMI jednotlivce je poté důležité při určování potenciálních budoucích zdravotních problémů a je široce používán jako faktor při určování různých politik veřejného zdraví. BMI, index tělesné hmotnosti, je metoda využití výšky a hmotnosti dospělých k jejich širokému zařazení do kategorií podváhy, normální hmotnosti, nadváhy a obezity (výpočet BMI = tělesná váha (kg) / (výška v metrech) ²). BMI lze vypočítat pomocí metrických nebo imperiálních jednotek (Nuttall, 2015). Nárůst BMI v podobě nadváhy či obezity je spojován s vyšší úmrtností (Aune et al., 2016) nebo s řadou nemocí, které ohrožují zdraví, jako je riziko diabetu (Abdullah et al., 2010), rakoviny (Larsson & Wolk, 2007), deprese (Luppino et al., 2010), problémů týkající se duševního zdraví (Amiri & Behnezhad, 2019) nebo již zmíněných poruch spánku (Chan et al., 2018).

Dále také jednotlivce vystavuje významnému riziku rozvoje hypertenze, hyperlipidémie a diabetu, což jsou všechno rizikové faktory pro koronární srdeční onemocnění. V respiračním systému je zvýšené BMI nejčastěji spojováno se syndromem hypoventilace obezity (OHS), který je způsoben intraabdominálním tlakem a zvýšenou tělesnou hmotností, která inhibuje fyziologické pohyby plic (Calle et al., 1999; Abdullah et al., 2010). Jedinci s abdominální (viscerální) obezitou jsou vystaveni vyššímu riziku postižení větším množstvím patologických stavů, z čehož pak plyne vyšší morbidita a mortalita (Shuster et al., 2012).

World Health Organization (2022) definuje nadváhu u dospělých tak, kdy je BMI větší nebo rovno 25. Obezita je poté definována jako BMI vyšší nebo rovno 30. BMI poskytuje užitečné měřítko nadváhy a obezity na úrovni populace, protože je stejné pro obě pohlaví a pro všechny věkové skupiny dospělých. Mělo by se však považovat za hrubé vodítko, protože nemusí odpovídat stejnému stupni obezity u různých jedinců. Při výpočtu BMI se výška umocňuje na druhou, aby se snížil podíl délky nohou u vyšších lidí, protože většina tělesné hmoty zůstává v trupu. Nevýhodou je, že s touto normalizací rovnice rozděluje stejnou hmotnost na každou úroveň výšky, což snižuje možnost využití BMI ve studiích různých typů těla (Nuttall, 2015). Je také důležité pochopit, že BMI má omezenou hodnotu při hodnocení tělesné hmotnosti u lidí nízkého vzrůstu a nezohledňuje rozdíly v tělesných typech mezi muži a ženami. Vzhledem k tomu, že hmotnost v kriticky nemocné populaci kolísá (typicky snížená hmotnost), není užitečné využívat BMI těchto pacientů jako vodítko pro možnosti léčby nebo budoucí výsledky (Calle et al., 1999).

Ve svém nejzákladnějším smyslu může být BMI užitečný pro identifikaci těch, kteří jsou vystaveni zvýšenému zdravotnímu riziku v důsledku nadměrného hromadění tuku. Navzdory rozšířenému používání BMI v klinické praxi má BMI mnoho omezení. Co se týče sledování změn hmotnosti, neexistuje způsob, jak zjistit, zda se změny v hmotnosti, a tím pádem i změny BMI, týkají tukové nebo svalové hmoty. Proto může být vhodnější zaměřit na změny přímo týkající se procentuálního rozložení svalové a tukové hmoty (Biospace, 2008b).

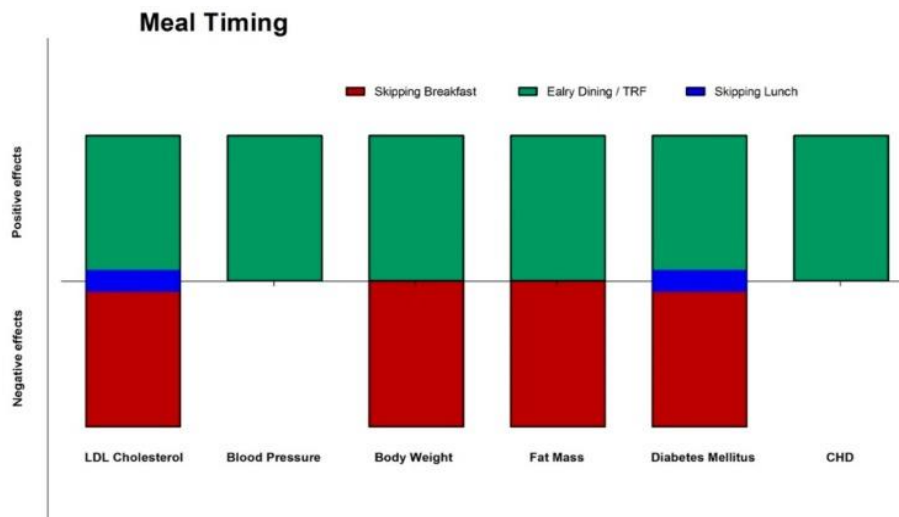
3.3 Metabolismus a změny tělesného složení ve vztahu k cirkadiánním rytmům

Metabolická homeostáza je nezbytnou složkou organismu, která reguluje energetický metabolismus, zejména v tukové tkáni. Chuť k jídlu, příjem potravy, trávení a metabolismus vykazují cirkadiánní vzorce. Samotný příjem potravy slouží jako regulátor cirkadiánních hodin, zejména u periferních cirkadiánních hodin v tkáních, jako jsou játra a střeva. Malé peptidy odštěpené z dietních proteinů jsou transportovány cirkadiánně řízeným procesem (Qandeel et al., 2009) stejně jako je tomu u transportu glukózy (Iwashina et al., 2011) a lipidů (Pan & Hussain, 2007).

Regulace chuti k jídlu probíhá skrze interakci mezi metabolickými a hormonálními signály a nervovými mechanismy. Obloukové jádro hypotalamu má dvě protichůdné sady neuronových obvodů, stimulujících chuť k jídlu a potlačujících chuť k jídlu, které mohou taktéž působit jako periferní hormonální signály. Mezi tyto periferní hormonální signály patří leptin, hormon inhibující chuť k jídlu, a ghrelin, hormon stimulující chuť k jídlu. Leptin je primárně vylučovaný tukovou tkání a zdá se, že podporuje sytost (Gale et al., 2004). Ghrelin je primárně uvolňovaný ze žaludku a zvyšuje chuť k jídlu, a tím pádem i příjem potravy (van der Lely et al., 2004). Narušení tohoto cirkadiánního způsobu stravování může vést k biologické zranitelnosti vůči poruchám příjmu potravy (Tortorella et al., 2007). Cirkadiánní fázi stravování však může narušit i ztráta spánku, která bývá spojována s nižšími hladinami leptinu a vyššími hladinami ghrelu, což vede k vyšší pravděpodobnosti zvýšení chuti k jídlu a nižšímu energetickému výdeji, které má za následek přibírání na tělesné hmotnosti (Knutson et al., 2007; Chaput et al., 2008). Dle studie z roku 2017 změna indexu tělesné hmotnosti (BMI) souvisí s délkou nočního hladovění. Čím delší je hladovění přes noc, tím nižší BMI. Pozitivní účinky takového nutričního režimu mohou být způsobeny kombinací načasování, frekvence jídla a samotného nočního hladovění, avšak může se jednat i o zlepšení účinků hormonů sytosti, zlepšení periferních cirkadiánních hodin a snížení oxidačního poškození spolu s vyšší odolností vůči stresu (Kaehlova et al., 2017).

Zdraví se tedy z velké části odvíjí nejen od toho, co a v jakém množství člověk jí. Je zde jedna další proměnná, a tou je čas, kdy je potrava konzumována. Časování příjmu potravy hraje důležitou roli (viz Obrázek 5), tedy především začátek a konec stravování, který hraje roli v rozložení denního energetického příjmu a celkového příjmu kalorií (Paoli et al., 2019).

Obrázek 5 - Časování jídel v průběhu dne, převzato z Paoli et al. (2019).



Pozn. Efekty (zelená: pozitivní; červená: negativní; modrá: neutrální) načasování jídla na různé rizikové faktory kardiovaskulární nemoci a dalších onemocnění. CHD: ischemická choroba srdeční; CVD: kardiovaskulární onemocnění; TRF: časově ohraničené stravování.

Konzumace většího podílu kalorií dříve během dne, do čehož se často počítá i konzumace snídaně, může mít fyziologické výhody ve srovnání s konzumací velkého množství kalorií později v noci. Přínosem může být i prodloužení denního půstu nad rámec standardního nočního půstu nebo zavedení příležitostných půstů navíc. Byť je tento styl stravování přínosný, problematikou tohoto typu stravování může být posun od tradičních stravovacích vzorců nebo nutnost přizpůsobit se pracovní době či společenským událostem. Díky tomu nemusí být tento styl stravování žádoucí či proveditelný pro mnoho jedinců (Paoli et al., 2019).

Mnoho lidí má teprve večer čas si odpočinout a bavit se. K tomu často patří i zvýšený přístup k jídlu, který může tento typ stravování bojkotovat. Dlouhodobé pozdní jezení souvisí se zvýšeným rizikem obezity a ischemickou chorobou srdeční. Pravidelná pozdní večeře může posouvat fázi cirkadiálních hodin směrem k večeru, což nahrává vyššímu výskytu poruch příjmu potravy ve večerních hodinách i vlivem sociálních faktorů (Madzima et al., 2014).

V případě konzumace potravy mimo normální cyklus světla a tmy nemohou stimuly krmení ovlivnit centrální hodiny v SCN, ale centrální hodiny mohou částečně detekovat metabolický stav. Na ten reagují právě lokální hodiny v periferních tkáních, včetně jater a ledvin, které mají

přímou a silnou reakci v rámci přijímaných kalorií (Tahara & Shibata, 2018). Proto může být prospěšnější implementovat alespoň nějakou ze strategií, které zdraví jedince podpoří. Tím může být, na základě těchto doporučení, posunutí spotřeby většiny kalorií do první poloviny dne nebo naopak prodloužení celonočního půstu posunutím ranních pokrmů (Paoli et al., 2019). Dopad načasování a frekvence jídla sice může být rozdílný v závislosti na různých populacích a kulturních zvyklostech, avšak manipulace s některými z proměnných (frekvence jídel, doba půstu mezi jídly či celková doba načasování konzumace) může být užitečná pro zlepšení zdraví v celé lidské populaci (Paoli et al., 2019).

Omezování délky intervalu jezení je známo již delší dobu jako tzv. přerušovaný půst, především formou intermittent fasting (IF). Jedná se o prodloužený noční půst. Forma IF spočívá v tom, že člověk začíná jíst blíže k druhé polovině dne a končí později večer (Jamshed et al., 2019). Výsledky u této metody přerušovaného půstu naznačují, že dochází ke snížení tělesné hmotnosti, snížení hladiny inzulínu, krevního tlaku, zánětu, oxidačního stresu a chuti k jídlu (Antoni et al., 2017; Mattson, Longo & Harvie., 2017; Patterson & Sears, 2017; Tinsley & Horne, 2018). Kromě zlepšení citlivosti na inzulín také zlepšuje lipidové profily a zvyšuje antioxidační obranyschopnost organismu (Longo & Mattson, 2014; Anton et al., 2017). Hlavní výhody IF plynou především z omezení celkového množství kalorií (Seimon et al., 2015; Cioffi et al., 2018).

Jiná forma přerušovaného jezení TRF (nebo také TRE), zvaná time restricted feeding/eating, na druhou stranu prokazuje benefity nezávislé na celkovém příjmu energie (Sutton et al., 2018; Ravussin et al., 2019). Intervence TRF, kde je interval mezi jednotlivými jídly krátký, mohou být účinné při zlepšování 24hodinových hladin glukózy. TRF snižuje tělesnou hmotnost, zlepšuje kontrolu glykémie, snižuje hladinu inzulínu a krevní tlak, zabraňuje hyperlipidémii, snižuje jaterní tuk, zlepšuje zánětlivé markery, zpomaluje růst nádorů a prodlužuje životnost, i když příjem potravy zůstává nezměněn. Devět pilotních studiích aplikování TRF na zvířatech naznačuje, že TRF by mohlo mít i podobné výsledky u lidí. Tedy snížení celkové hmotnosti, snížení hladiny inzulínu a krevního tlaku a zlepšení inzulínové citlivosti, konzumuje-li člověk stravu převážně v první polovině až polovině dne. Pokud participanti jedli v pozdních časech během dne, mohlo se zhoršovat kardiometabolické zdraví, nebo se nedostavovaly efekty jako u ranních konzumentů (Jamshed et al., 2019).

Mnoho metabolických a hormonálních rytmů dosahuje vrcholů ráno a večer jsou snižovány. Z toho důvodu je ráno považováno za optimální příjem potravy (Poggiogalle, Jamshed & Peterson, 2018). Jíst v souladu s těmito rytmy může zlepšit kardiometabolické zdraví

(Garulet et al., 2013; Jakubowicz et al., 2013; Rabinovitz et al., 2014; Reid et al., 2014; Ruiz-Lozano et al., 2016), kdežto jezení v nesouladu, a tedy pozdě během dne, zvyšuje několik kardiometabolických rizik, především porušenou glukózovou toleranci (prediabetes), kdy je hladina glukózy v krvi vyšší než normálně (Scheer et al., 2009; Morris et al., 2015; Morris et al., 2016; Wefers et al., 2018). Právě cirkadiánní narušení je rizikovým faktorem metabolického syndromu (Chaput et al., 2023).

II. Empirická část

4. Výzkumný problém a cíle výzkumu

Jak již bylo zmíněno v teoretické části, určité cirkadiánní preference vedou k lepší či horší kvalitě spánku. Ranní typy bývají asociovány s vyšší kvalitou spánku, kdežto večerní typy korelují s nižší kvalitou spánku. Ranní preference fáze cirkadiánního rytmu urychlují, večerní preference zase cirkadiánní fáze zpožďují (Roeser et al., 2012; Rose et al., 2015; Bender, Van Dongen & Samuels, 2018; Sun et al., 2019; Glavin et al., 2021; Nowakowska-Domagala et al., 2022). V tomto ohledu může posun cirkadiánních hodin souviset také s metabolickou dysregulací, kdy nedostatek spánku přispívá k nárůstu hmotnosti, obezité a diabetu 2. typu, zánětům a zhoršení glukózové tolerance spolu s citlivostí na inzulin (Depner, Stothard & Wright; Woller & Gonze, 2021). Pro zjištění cirkadiánních preferencí byl použit dotazník ranních a večerních typů MEQ (Horne & Östberg, 1976) za účelem zjištění spíše psychologických rysů než cirkadiánních (Roenneberg, 2015).

Jiné studie však ještě zdůrazňují, že tyto vztahy bývají částečně ovlivňovány vnímaným stresem (Roeser et al., 2012, Litwic-Kaminska & Kotysko, 2020). Dle několika dalších studií právě stres ovlivňuje subjektivní kvalitu spánku (Filho et al., 2015; Nédélec et al., 2015; Monma et al., 2018), proto byla ve studii zahrnuta i škála vnímaného stresu PSS-10 (Cohen & Williamson, 1988).

Kvalita spánku byla poté zjišťována skrze inventář PSQI (Buysse et al., 2023) u kontrolní skupiny, u druhé skupiny byl přidán i spánkový deník (Mondal et al., 2013) a u třetí skupiny pro větší přesnost kombinace aktigrafu a spánkového deníku. I když je polysomnografie považována za zlatý standard měření spánku, aktigraf má několik výhod, převážně se jedná o relativně levnou, minimálně rušivou a poměrně přesnou metodu měření; aktigraf se rovněž dá nosit po dobu několika dní až měsíců (Mercer, Bootzin & Lack, 2002; Sadeh, 2015).

Hlavní cílem této práce je zjistit, zda má úprava spánkového režimu vliv na kvalitu spánku, cirkadiánní preference, psychický stres a rozložení tělesné tkáně ve formě svalové hmoty a tukové tkáně. Dílčími cíli je poté zjistit, zda míra intervence bude mít rozdílný vliv na kvalitu spánku mezi skupinami a jak bude kvalita spánku dle PSQI souviset s naměřenou efektivitou spánku z aktigrafu. Z této teorie jsme poté formulovali následné výzkumné otázky.

VO1: Jaký je vliv změny spánkového režimu podle spánkového manuálu na kvalitu spánku?

VO2: Jak se budou lišit jednotlivé skupiny, dle angažovanosti, v kvalitě spánku po intervenci?

VO3: Jaký je vztah mezi kvalitou spánku a procentem tělesného tuku?

VO4: Jaký je vztah mezi kvalitou spánku a procentem kosterního svalstva?

VO5: Jaký je vztah mezi chronotypem a kvalitou spánku?

VO6: Jaký je vztah mezi chronotypem dle časových preferencí a procentuálním podílem tělesného tuku?

VO7: Jaký je vztah mezi úrovní vnímaného stresu a procentuálním podílem tělesného tuku?

VO8: Jaký je vztah mezi kvalitou spánku a úrovní vnímaného stresu?

VO9: Jaký je vztah mezi kvalitou spánku z dotazníku a naměřenou efektivitou spánku z aktigrafu?

4.1 Hypotézy

Na základě důkladného průzkumu výzkumného problému a stanovených cílů výzkumu jsme definovali následující výzkumné hypotézy:

H1: Lidé po dokončení intervence dle spánkového manuálu dosahují nižšího skóre v PSQI než před intervencí.

Tato hypotéza bude přijata, pokud se prokáže signifikantní rozdíl v celkovém skóre PSQI před intervencí a v celkovém skóre PSQI po intervenci alespoň na hladině významnosti $p < 0,05$.

H2: Skupina s aktigrafy dosahuje po dokončení intervence dle spánkového manuálu nižšího skóre PSQI než skupina pouze se spánkovými manuály.

Tato hypotéza bude přijata, pokud se prokáže signifikantní rozdíl v celkovém skóre PSQI před intervencí a v celkovém skóre PSQI po intervenci alespoň na hladině významnosti $p < 0,05$.

H3: Po absolvování intervence lidé s nižším skóre v dotazníku PSQI dosahují nižšího procenta tělesného tuku na InBody.

Tato hypotéza bude přijata v případě, že se mezi celkovým skóre PSQI a hrubým skóre vyjadřujícím procento tělesného tuku (BFM) objeví alespoň slabý pozitivní vztah, tj. $r \geq 0,10$, na hladině významnosti $p < 0,05$.

H4: Po absolvování intervence lidé s nižším skóre v dotazníku PSQI dosahují vyššího procenta kosterního svalstva na InBody.

Tato hypotéza bude přijata v případě, že se mezi celkovým skóre PSQI a hrubým skóre vyznačujícím procento kosterního svalstva (SMM) objeví alespoň slabý negativní vztah, tj. $r \geq -0,10$, na hladině významnosti $p < 0,05$.

H5: Po absolvování intervence lidé s vyšším skóre v dotazníku MEQ dosahují nižšího skóre v dotazníku PSQI.

Tato hypotéza bude přijata v případě, že se mezi celkovým skóre MEQ a celkovým skóre PSQI objeví alespoň slabý negativní vztah, tj. $r \geq -0,10$, na hladině významnosti $p < 0,05$.

H6: Po absolvování intervence lidé s nižším skóre v dotazníku MEQ dosahují vyššího procenta tělesného tuku na InBody.

Tato hypotéza bude přijata v případě, že se mezi celkovým skóre MEQ a hrubým skóre vyjadřujícím procento tělesného tuku objeví alespoň slabý negativní vztah, tj. $r \geq -0,10$, na hladině významnosti $p < 0,05$.

H7: Po absolvování intervence lidé s vyšším skóre v dotazníku PSS-10 dosahují vyššího procenta tělesného tuku na InBody.

Tato hypotéza bude přijata v případě, že se mezi celkovým skóre PSS-10 a hrubým skóre vyjadřujícím procento tělesného tuku objeví alespoň slabý pozitivní vztah, tj. $r \geq 0,10$, na hladině významnosti $p < 0,05$.

H8: Po absolvování intervence lidé s vyšším skóre v dotazníku PSQI dosahují vyššího skóre v dotazníku PSS-10.

Tato hypotéza bude přijata v případě, že se mezi celkovým skóre PSQI a celkovým skóre PSS-10 objeví alespoň slabý pozitivní vztah, tj. $r \geq 0,10$, na hladině významnosti $p < 0,05$.

H9: Po absolvování intervence lidé s nižším skóre v dotazníku PSQI dosahují vyššího skóre v ES naměřenou z aktigrafu.

Tato hypotéza bude přijata v případě, že se mezi celkovým skóre PSQI a hrubým skóre ES objeví alespoň slabý negativní vztah, tj. $r \geq 0,10$, na hladině významnosti $p < 0,05$.

H10: Alespoň jedna z nezávislých proměnných před intervencí (PSS-10, MEQ, SMM, BFM) má statisticky významný vliv na skóre PSQI po intervenci.

Tato hypotéza bude přijata v případě, že se mezi závislou proměnou PSQI a alespoň jednou nezávislou proměnou (PSS-10, MEQ, SMM, BFM) nalezne dostatečná velikost efektu na hladině významnosti $p < 0,05$.

5. Metodika

5.1 Dotazníková baterie a měřicí nástroje

Před samotným vyplněním dotazníkové baterie byli participanti požádáni o vyplnění základních sociodemografických údajů, jako byl věk a pohlaví.

5.1.1 MEQ

MEQ, nebo také Morningness-Eveningness Questionnaire, je 19 položkový sebesuzovací dotazník ranních a večerních typů (Horne & Östberg, 1976). Na položky označené čísly 1, 2, 10, 17 a 18 se odpovídá výběrem jedné ze 4 nabízených možností, které se týkají časového intervalu pohybujícího se na škále od jednoho do pěti bodů. Zbývajících 14 položek dotazníku MEQ se také hodnotí na 5bodové škále, kde 1 znamená "vůbec nesouhlasím" a 5 znamená "plně souhlasím". Otázky zkoumají různé aspekty cirkadiálních preferencí, včetně energetické hladiny, nálady, kognitivních funkcí, spánku a fyzické a kognitivní aktivity.

Celkové skóre se získává sečtením odpovědí ze všech 19 položek a může se pohybovat od minima 16 do maxima 86 bodů. Dle výsledného hrubého skóre participantovi vyjde jeden z pěti typů:

1. výrazně ranní typ (HS = 70-86),
2. spíše ranní typ (HS = 59-69),
3. nevyhraněný typ (HS = 42-58),
4. spíše večerní typ (HS = 31-41) a
5. vyhraněný večerní typ (HS = 16-30).

Nižší skóre naznačují větší cirkadiální preferenci večerních časů, zatímco vyšší skóre naznačují větší cirkadiální preferenci ranních časů. Při sběru dat byl využit český překlad sebesuzovacího dotazníku ranních a večerních typů, který vykazuje vysokou vnitřní konzistenci, a to Cronbachovo $\alpha = 0,87$ (Janečková, 2014), nebo $\alpha = 0,84$ (Fárková et al., 2020). Reliabilita MEQ v tomto výzkumu byla Cronbachovo $\alpha = 0,80$.

5.1.2 PSQI

Další použitou metodou byl Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) v české verzi dotazníku distribuovanou společností Mapi Research Trust (Buysse et al., 2023). Tento dotazník v 19 položkách hodnotí kvalitu spánku a poruchy za poslední měsíc. V rámci aktuálního výzkumu byl však použit na období 14 dní. Každá otázka dotazníku je, dle odpovědi, hodnocena skóre

v rozsahu 0 až 3 bodů. Celkem 9 položek je standardních a 10 reverzních. Standardní položky se bodují od 0 do 3 bodů, přičemž 0 bodů je nejhorší a 3 body nejlepší. Reverzní položky se bodují opačně, od 3 bodů do 0 bodů, přičemž 3 body je nejlepší výsledek a 0 bodů nejhorší. Dotazník dále obsahuje samostatnou sekci pěti otázek, určenou pro partnera sdílejícího lože nebo pokoj s testovaným participantem. Tyto otázky nesouvisí s celkovým skóre PSQI a slouží výhradně k doplnění klinických informací. Zaměřují se na aspekty spánku, které participant nemůže objektivně posoudit sám, jako je chrápání, spánková apnoe, neobvyklé pohyby končetin a další (Buysse et al., 1989).

Na základě výpočtů z jednotlivých otázek je následně tvořeno 7 komponent:

1. subjektivní kvalita spánku (položka č. 6),
2. spánková latence (položky č. 2 a 5a),
3. délka spánku (položka č.4),
4. efektivita spánku (položky č. 1, 3 a 4),
5. narušení spánku (položky č. 5b-5j),
6. medikace (položka č. 7) a
7. narušení bdělosti (položky č. 8 a 9).

Po vyhodnocení a součtu všech komponent se celkové skóre dotazníku pohybuje v rozmezí 0–21 bodů s následujícími výsledky:

1. hodnota 0-5 je označována jako dobrá kvalita spánku,
2. hodnota 6-10 znamená zhoršenou kvalitu spánku, tzv. lehký spánek, a
3. hodnota 11-21 svědčí pro spánkovou poruchu.

Tedy čím vyšší skór, tím horší kvalita spánku. Co se týče vnitřní konzistence, v původní verzi dotazníku je Cronbachovo $\alpha = 0,83$ (Buysse et al., 1989), v české verzi je Cronbachovo $\alpha = 0,75$ (Manková et al., 2021). Reliabilita v tomto výzkumu byla Cronbachovo $\alpha = 0,80$.

5.1.3 PSS-10

The Perceived Stress Scale (PSS) je 10položkový sebesposuzovací dotazník, z čehož 7 položek je standardních a 3 položky jsou reverzní. Škála se skládá z položek, které byly sestaveny tak, aby zhodnotily prožitek přetížení a pocit neschopnosti ovládat nebo předvídat události v životě jednotlivce. Skóre u každé položky se hodnotí na pětibodové Likertově škále (1 = vůbec

nesouhlasím, 5 = zcela souhlasím). Celkové skóre se pak pohybuje v rozpětí od 0 do 40 bodů, definovaný následovně (Cohen & Williamson, 1988):

1. nízké vnímaný stres je definován jako skóre mezi 0 až 13,
2. střední stres je definován jako skóre mezi 14 až 26,
3. vysoce vnímaný stres je definován jako skóre mezi 27 až 40.

U české verze dotazníku PSS-10 vychází Cronbachova $\alpha = 0,87$, což znamená, že vykazuje vysokou míru vnitřní konzistence (Buršíková Brabcová & Kohout, 2018). Reliabilita PSS-10 v tomto výzkumu byla Cronbachovo $\alpha = 0,89$.

5.1.4 InBody

Složení těla bylo diagnostikováno přístrojem InBody 720 (1–1000 kHz; multifrekvenční bioelektrická impedanční metoda), který rozlišuje tělesnou hmotnost na 3 složky – celkovou tělesnou vodu (vnitrobuněčnou a mimobuněčnou), sušinu (bílkoviny a minerály) a tělesný tuk. Tato technologie využívá 8 kontaktních elektrod (2 jsou umístěny na dlani a na palci, další 2 jsou na přední části chodidla a na patě), které umožňují analyzovat 5 základních částí těla (levou a pravou horní končetinu, trup a levou a pravou dolní končetinu) nezávisle na sobě. Měření bylo provedeno v laboratorních podmínkách podle návodu k obsluze (Biospace, 2024).

V tomto výzkumu byly použity pouze hodnoty hmotnosti tukové tkáně a svalové hmoty. BMI nebylo využito z důvodu toho, že rozděluje stejnou hmotnost na každou úroveň výšky, což snižuje možnost využití BMI v této studii, a zároveň to není záměrem této studie (Nuttall, 2015).

InBody přístroj je považován za vhodnou alternativu počítačové tomografie (CT) k posouzení hmoty kosterního svalstva (SMM) i tukové tkáně (FBM), kdy korelace mezi CT a InBody přístrojem je $r = 0,92$ (Kim et al., 2020). Zároveň dokáže předvídat změny ve složení těla, jako jsou tuková či svalová hmota, podobně jako DXA přístroj (Antonie et al., 2019). Reliabilita InBody přístroje v tomto výzkumu byla Cronbachovo $\alpha = 0,81$.

Co se týče charakteristik InBody měření, jednotlivá měření, hodnoty a jejich interpretace jsou uvedeny v následujících tabulkách (Tab. 1-3):

V tabulce 1 jsou vyznačené jednotlivé hodnoty a jejich následná interpretace (World Health Organization, 2024). BMI je pouze orientační hodnota, jelikož nezapočítává svalovou hmotu, která je těžší než tuk, což znamená, že může měření může být nepřesné u velmi svalnatých lidí nebo starších lidí. Dalším aspektem je nerozlišování mezi pohlavími.

Tabulka 1 - Hodnocení dosažených hodnot BMI.

BMI	Hodnoty
Podváha	18.5
Normální váha	18.5-24.9
Nadváha	25-29,9
Obezita	30 a více

V tabulce číslo 2 je interpretace jednotlivých hodnot, které v procentech uvádí podíl kosterního svalstva vzhledem k celkové tělesné hmotnosti. Nejedná se o tzv. lean body mass, kam patří i beztuková tkáň, jako je voda, minerály a glykogen (Janssen et al., 2000).

Tabulka 2 - Hodnocení dosažených hodnot kosterního svalstva.

Pohlaví	Kosterní svalstvo (SMM)	Hodnoty
Muž	Nízká hodnota	Méně než 30 %
Muž	Střední hodnota	30-40 %
Muž	Vysoká hodnota	40 % a více
Žena	Nízká hodnota	Méně než 25 %
Žena	Střední hodnota	25-35 %
Žena	Vysoká hodnota	35 % a více

V tabulce číslo 3 je interpretován tělesný tuk vzhledem k celkové tělesné hmotnosti v souvislosti se zdravím (World Health Organization, 2024).

Tabulka 3 - Hodnocení dosažených hodnot tělesného tuku.

Pohlaví	Tělesný tuk (BFM)	Hodnoty
Muž	Zdravé rozmezí	10-20 %
Muž	Nadváha	20-25 %

Muž	Obezita	25 % a více
Žena	Zdravé rozmezí	18-28 %
Žena	Nadváha	28-35 %
Žena	Obezita	35 % a více

5.1.5 Aktigraf

Jedna skupina participantů nosila po dobu intervence aktigrafy typu MotionWatch 8 a značky CamNtech (viz Příloha 8), což je druh aktigrafu je kompaktní, lehký a voděodolný. Tyto aktigrafické hodinky jsou určeny k nošení na zápěstí ke sledování spánku, cirkadiálního rytmu a fyzické aktivity. Zařízení zachycuje pohyby i světlo během běžného každodenního života, včetně času stráveného sedavou, lehkou, střední a intenzivní činností. Data jsou shromažďována při 50 Hz a zpracovávána do epoch nastavených časových úseků, v rámci tohoto výzkumu v minutových intervalech. Data jsou poté uložena v interní energeticky nezávislé paměti a lze je snadno stáhnout pro analýzu na konci období hodnocení (CamNtech, 2024). K zachycení spolehlivých zpráv o denní aktivitě stačí pouhá doba 2-7 dní (Resnick et al., 2021). Vybranou měřenou hodnotou zde byla efektivita spánku, která může měřit nedostatky spánku pramenící z vnitřních kognitivních nebo biobehaviorálních procesů přesněji, než je tomu u délky spánku, která může být omezena denními rutinami (Buchmann et al., 2016; Forner-Cordero, 2018). Pro výzkum bylo zvoleno 14 dní.

5.1.6 Spánkový deník

Použitý spánkový deník byl zapůjčen z Národního ústavu duševního zdraví (NÚDZ), který byl připraven na 14denní dobu intervence (viz Příloha 2). Spánkový deník sestával vždy ze sloupku pro každý den, kdy každý participant zadával „ANO“, nebo „NE“ jako odpověď na otázky, zda „Poslední 2h před spaním...jedl; cvičil; používal média (mobil, tablet, pc)“, zda usnul „v obvyklou dobu, kdy chodí spát“, a jestli k „probuzení použil budík“. Dále participant odpovídali na otázky typu, kdy ulehli do postele, kdy zhasli světlo, kolik minut jim odhadem trvalo usnout, počet nočních probuzení, v kolik se probudili a v kolik vstali z postele. Poslední položka byla na škále 1 až 6 a týkala se otázky, jak se cítili po probuzení (1 – vyčerpaný/á až 6 – zcela odpočatý/á). Spánkové deníky, ve srovnání s dotazníky hodnotícími subjektivní kvalitu spánku, uvádějí delší trvání spánku, ale i symptomů nespavosti, avšak s konzistentními výsledky specifickými pro všední dny a víkendy (Mallinson et al., 2019). Kombinaci

spánkového deníku a dotazníku PSQI využila česká studie z roku 2019, která se zabývala blokadí modrého světla za účelem zlepšení kvality spánku (Janků et al., 2019)

5.1.7 Spánkový manuál

Manuál ke spánkové hygieně převzatý z IKEMu byl participantům poskytnut za účelem zlepšení kvality spánku (viz Příloha 3). Špatná spánková hygiena má významný vliv na zhoršení kvality i délky spánku. Nespavost může mít škodlivý vliv na pohodu člověka a špatný spánkový režim je spojen s řadou duševních a fyzických poruch (Mastin, Bryson & Corwyn, 2006; Brick, Seely & Palermo, 2010; Irish et al., 2015). Dobrá spánková hygiena má pozitivní vliv na kvalitu spánku, důraz je na ni kladen zvláště u pacientů s chronickými onemocněními (Barati & Amini, 2022). Aplikování doporučení pro zlepšení spánkové hygieny může zlepšit výsledky spánku u celé řady dospělých populací, například u fyzicky aktivních dospělých (Chen et al., 2010; Kakinuma et al., 2010; O'Donnell & Driller, 2017; Lever et al., 2020). Přestože byly pokyny pro spánkovou hygienu původně zamýšleny pro použití v klinické populaci, hojně se také používají u neklinických skupin, u kterých prokazatelně zlepšují kvalitu spánku (Irish et al. 2015).

5.2 Procedura

Participantů absolvovali měření před a po intervenci, která probíhala v intervalu 14 dní. Nejprve byli participantů náhodně rozděleni do jedné ze tří skupin (kontrolní, se spánkovým deníkem a se spánkovým deníkem + aktigrafem). Všechny tři skupiny absolvovaly měření na InBody přístroji a vyplnily online dotazník s informovaným souhlasem a dotazníky PSS-10, MEQ a PSQI. Participantů nejprve vyplnili online dotazník a teprve následně byli změřeni na InBody přístroji. Před samotným změřením byli participantů instruováni k jezení nejpozději 2 hodiny před měřením společně s vynecháním vyšší fyzické námahy nebo silového tréninku před měřením. Analýza probíhala na boso s minimem oblečení (počet vrstev byl zaznamenán kvůli shodným podmínkám měření), bez kovových ozdob, hodinek a šperků, s minimem pohybu a ověřením, že se správně dotýkají všech kontaktních elektrod.

Následně dostaly všechny skupiny manuály o spánkové hygieně s instrukcí, aby dodržovaly doporučení rady a postupy (IKEM, 2020). První skupina působila jako kontrolní, druhá skupina kromě manuálu obdržela i online odkaz na vlastní spánkový deník, který měla po dobu výzkumu vyplňovat, a třetí skupina získala manuál, online spánkový deník společně navíc i s aktigrafem, který účastníci nosili po celou dobu výzkumu. Pokud byli participantů náhodně vybráni do skupiny s aktigrafy, tak byli informováni formou pokynů pro užívání (viz Příloha

7), že aktigrafy musí být nošeny nepřetržitě, včetně sprchování, koupání, plavání nebo spaní. Aktigraf nesměl být zakrytý oblečením a při každém sundání i nandání bylo třeba zmáčknout tlačítko, které signalizovalo změnu nošení. Měřeno bylo všech sedm dnů z týdne, což znamená, že data z aktigrafů reflektovala i dva víkendy.

Po 14 dnech byla měření zopakována, tzn. proběhlo opětovné měření na InBody a participanti vyplnili stejnou dotazníkovou baterii.

5.2.1 Představení dotazníku

Po schválení etickou komisí Filosofické Fakulty Univerzity Karlovy v září 2022 (viz příloha 1), byl vytvořen online dotazník k aktuálnímu výzkumu pomocí Google Forms. Začátek dotazníku obsahoval úvod do výzkumu a popsal zkoumanou problematiku společně se všemi charakteristikami jako cirkadiánní preference, kvalita spánku, vnímaný stres či hodnoty z měření na přístroji InBody.

V úvodu online dotazníku bylo uvedené jméno autora výzkumu i jeho odborné vedoucí společně se spolupracující organizací. Dotazník dále informoval o podvojném měření. Ode dne změření na InBody přístroji společně s vyplněním dotazníku se jednalo o 14denní interval, kdy se měření znovu opakovalo. Krom toho byla i zmíněna informace o náhodném rozdělení do jedné ze tří zkoumaných skupin, kdy jedna skupina byla pouze jako kontrolní, druhá obdržela online odkaz na spánkové deníky a třetí skupina obdržela taktéž spánkové deníky společně s aktigrafy určených pro nošení na zápěstí, u kterých bylo třeba podepsat smlouvu o zapůjčení. Účastníci byli zároveň informováni, že účast je dobrovolná a že v průběhu výzkumu je možnost kdykoli skončit bez udání důvodu. Odměnou za účast ve výzkumu bylo měření na InBody přístroji zcela zdarma, kromě toho nebyl výzkum jakkoliv honorován. Dále bylo zmíněno, že k veškerým citlivým datům mají přístup pouze autor výzkumu a jeho vedoucí. Při vyhodnocení dat byly veškeré výsledky anonymizovány.

V dotazníku bylo třeba již v úvodu napsat své jméno a příjmení, pohlaví, datum narození, věk, bydliště, telefon a e-mail, na což bylo v úvodu dotazníku taktéž poukázáno, a to z důvodu kontaktování osob ohledně výsledků měření či vypůjčení nebo vrácení aktigrafů. Před proklikem na další stránku bylo třeba ještě souhlasit s prohlášením a zaškrtnout tak informovaný souhlas s účastí ve výzkumu (viz Příloha 5). Pod souhlasem bylo ještě upozornění a užitečné odkazy, kam se obrátit v případě zpozorování významných odchylek od běžné normy vlivem zvýšené vnímavosti vůči vlastnímu tělu.

Pokud byl souhlas zaškrtnut, participanta dotazník přesměroval na vyplnění sebesuzujících dotazníků PSS-10, MEQ a PSQI, které byly vždy krátce představeny společně s instrukcemi,

týkající se jejich vyplnění. Vyplnění dotazníku trvalo cca 20 minut. V závěru dotazníku byly uvedeny kontaktní informace na autora výzkumu.

5.2.2 Výběr vzorku

Na základě a priori kalkulace vzorku (viz kapitola 6.1) bylo zapotřebí nasbírat minimálně 26 participantů do každé ze tří skupin. Dohromady tedy 78 participantů.

Participantů byli osloveni na základě stratifikovaného náhodného výběru formou přímého i nepřímého oslovení skrze sociální síť autora výzkumu či sociální síť posilovny, kde docházelo k měření na InBody přístroji, dále probíhalo oslovení na skupinových lekcích a na recepci posilovny. Účastníci byli vybíráni na základě kriteriálního výběru, kdy kritériem byla pravidelná fyzická aktivita alespoň 1x týdně a věk 18 a více let, ne však 60 a více let.

Po absolvování prvního měření bylo s participanty domluveno datum a čas opětovného měření s tím, že jim v daný den přijde upozornění formou SMS zprávy. Ráno v den měření tak participantům vždy přišlo upozornění o opětovném měření, jelikož InBody měření bylo třeba vždy rezervovat, aby na něm mohli být měřeni pouze účastníci výzkumu. Výzkumu se celkem zúčastnilo celkem 95 participantů, z toho 78 participantů prošlo všemi fázemi výzkumu. Celkem 17 participantů ze 3 skupin bylo vyřazeno pro nevyplnění dotazníků na konci intervence - dotazníky vyplnili po delší době než 14 dní, nebo již nedorazili a neozvali se ohledně druhého termínu měření. Sběr dat probíhal od září 2022 do prosince 2022, dokud nebyl získán dostatečně velký vzorek participantů.

5.2.3 Statistická analýza

Čištění dat a vyhodnocování jednotlivých otázek probíhalo pomocí Google Spreadsheets, kam měl přístup pouze autor výzkumu, vedoucí diplomové práce a konzultant. Data ve vyhodnocené podobě byla převedena do anonymní formy. Pro a priori kalkulaci vzorku byly použity statistické kalkulátory (Soper, 2024). Jakékoliv další statistické analýzy byly provedeny s využitím programu JASP 0.16.1.0.

Nejprve byla prověřena normalita rozdělení vzorku pro případné vyřazení vybočujících hodnot prostřednictvím krabicových grafů. Dále byla provedena deskriptivní statistika a popisná statistika jednotlivých škál. Dotazníky PSS-10, PSQI, MEQ a InBody měření byly testovány na spolehlivost pomocí McDonaldova koeficientu ω a Cronbachovy α , u kterých jsou obecně hodnoty nad 0,70 považovány za přijatelné pro výzkumné účely (Field, 2013). První hypotéza a druhá hypotéza byly ověřovány pomocí analýzy opakovaných měření ANOVA. Třetí až devátá hypotéza byly ověřovány pomocí Pearsonovy korelace. U desáté hypotézy byla

provedena lineární regrese pro zjištění, jak moc různé proměnné ovlivňovaly kvalitu spánku po intervenci.

Síla vztahu Pearsonova korelačního koeficientu je uváděna následovně (Field, 2013):

1. $r = 0$: žádný vztah,
2. $0 < r < 0,3$: slabý vztah,
3. $0,3 < r < 0,5$: střední vztah,
4. $0,5 < r < 0,7$: silný vztah a
5. $r > 0,7$: velmi silný vztah.

Korelační koeficient (r) se pohybuje v rozmezí od -1 do 1, kde -1 značí dokonalou negativní korelaci, 0 značí nulovou korelaci a 1 značí dokonalou pozitivní korelaci. P-hodnota spojená s každým korelačním koeficientem udává statistickou významnost korelace. Stanovená hladina významnosti byla pro všechny analýzy $\alpha = 0,05$. Statisticky významná korelace je tedy taková, kde je p-hodnota menší než 0,05.

5.2.4 Etika výzkumu

V dotazníku byly otevřeně představeny cíle výzkumu a vysvětleny jednotlivé zkoumané faktory (viz Příloha 4). Účastníci museli před započnutím výzkumu podepsat informovaný souhlas, který byl součástí administrovaného online dotazníku. Po vyplnění dotazníku následně proběhlo InBody měření. Veškeré citlivé osobní údaje, jako e-mail, telefon či bydliště, byly při analýze dat smazány či anonymizovány. Tato data byla potřebná pro zapůjčení aktigrafů při kterých se podepisovala smlouva o výpůjčení (viz Příloha 6), či pro založení účtu na přístroji InBody, a následné zaslání výsledků měření. K výsledkům InBody měření měl pouze přístup autor výzkumu. Po skončení výzkumu byla data z přístroje smazána. K datům, které v online dotazníku vyplňovali participanti, má přístup pouze autor výzkumu a jeho odborná vedoucí, což bylo participantům avizováno již v úvodu dotazníku. Data či výsledky studie jsou použity pro účely aktuální diplomové práce autora a k případnému odbornému článku. Pro omezení přístupu k datům dalším osobám byla složka se všemi daty i kontaktními údaji chráněna šifrovacím programem, který znemožňoval otevření souboru bez zadání hesla.

Vyplnění dotazníku bylo zcela dobrovolné. Jako odměna bylo účastníkům nabídnuto měření InBody zdarma, které bylo součástí výzkumu, avšak samotná účast ve studii nebyla nijak honorována. Vyplnění dotazníku s sebou neneslo žádná známá rizika, před zapčtím výzkumu byly participanti informováni o tom, kam se případně obrátit v případě pozorování významných

odchylek od jejich běžné normy. Návrh tohoto výzkumu byl podán ke schválení Komisi pro etiku a výzkum Filozofické fakulty Univerzity Karlovy, která 26. září 2022 tento výzkum schválila (viz Příloha 1).

6. Výsledky

6.1 Výzkumný soubor a demografická data

Na základě a priori kalkulace vzorku pro $\alpha = 0,001$, $\beta = 0,8$ a očekávaného nejmenšího efektu $r = 0,25$ (Litwic-Kaminska & Kotysko, 2020) byla předpokládaná velikost vzorku 45 participantů. Tato podmínka byla naplněna. V případě porovnání mezi skupinami na základě a priori kalkulace vzorku $\alpha = 0,05$, $\beta = 0,8$ a očekávaného nejmenšího efektu $d = 0,7$ byla předpokládaná velikost vzorku 26 participantů na skupinu za předpokladu jednostranné hypotézy. Tato podmínka byla taktéž naplněna.

Studie se zúčastnilo celkem 95 participantů. Celkem bylo vyřazeno 17 participantů ze 3 skupin, jelikož nevyplnili dotazníky na konci intervence, a tím pádem neabsolvovali podvojně měření ($N = 10$), nebo dotazníky vyplnili po delší době, díky čemuž následné rozpětí mezi testy nebylo 14 dní ($N = 5$), nebo již nedorazili a neozvali se ohledně druhého termínu měření ($N = 2$).

Finální soubor čítá 78 mužů ($N = 48$) a žen ($N = 30$) ve věku 18-53 let, kteří byli na začátku výzkumu náhodně rozděleni do 3 skupin. První skupina obdržela aktigrafy na zápěstí a spánkové deníky ($N = 26$), druhá skupina obdržela pouze spánkové deníky ($N = 26$) a třetí skupina obdržela pouze spánkové manuály, aby působila jako kontrolní ($N = 26$).

6.2 Deskriptivní statistika

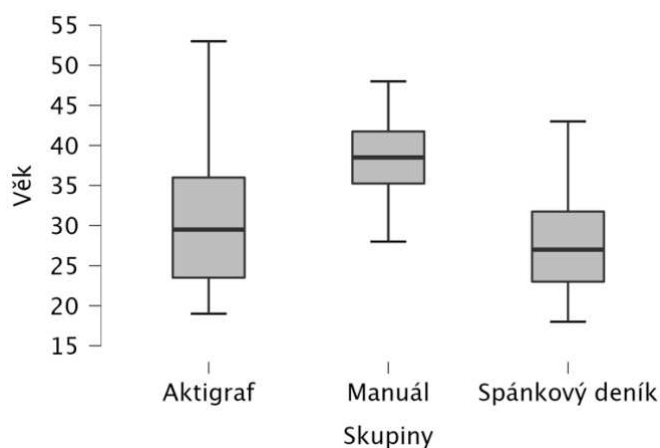
Tabulka 4 ukazuje deskriptivní statistiky pro věk participantů rozdělených do tří skupin (1. Aktigraf, 2. Spánkový deník, 3. Manuál).

Tabulka 4 - Deskriptivní statistika jednotlivých skupin.

Věk			
Skupina	1. Aktigraf	2. Spánkový deník	3. Manuál
Počet participantů	26	26	26
Průměrný věk	30,7	28,30	38,3
Směrodatná odchylka	8.29	6.71	5.28
Minimální věk	19	18	28
Maximální věk	53	43	48

Tyto deskriptivní statistiky jsou dále uvedeny vizuálně formou krabicového grafu, který umožňuje vizuální srovnání rozdělení věku participantů ve třech skupinách (viz Obrázek 6). Uprostřed boxu je zobrazen medián (střední hodnota) věku a okraje boxu jednotlivé kvartily. Vousy jednotlivých boxů poté zobrazují rozsah dat s výjimkou vybočujících hodnot (outliery), které však v této studii nejsou.

Obrázek 6 - Krabicové grafy věku u jednotlivých skupin.



Tabulka 5 pak ukazuje průměry, SD a minimální a maximální hodnoty dosažené v jednotlivých dotaznících a na měřeních na InBody vždy před a po intervenci u každé skupiny participantů. Pro rychlejší orientaci uvádíme barevné rozdíly v nárůstu (modrá) a poklesu (žlutá) mezi průměry, vyznačené ve druhém měření. Barevné značení není podloženo statistickou analýzou.

Tabulka 5 - Deskriptivní statistika jednotlivých skupin u jednotlivých měření použitých dotazníků a InBody přístroje před i po intervenci.

Dotazník (fáze měření)	Skupina	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
PSS-10 1/2	Aktigraf	21,77	3,85	16	31
PSS-10 1/2	Manuál	21,69	3,54	16	28
PSS-10 1/2	Spánkový deník	20,77	2,89	15	27
MEQ 1/2	Aktigraf	58,6	8,57	42	75

MEQ 1/2	Manuál	55,7	8,94	42	69
MEQ 1/2	Spánkový deník	54,9	6,42	40	66
PSQI 1/2	Aktigraf	10,42	3,44	5	19
PSQI 1/2	Manuál	10,80	2,83	5	17
PSQI 1/2	Spánkový deník	10,80	3,15	5	19
SMM 1/2	Aktigraf	43,9	5,99	28,51	54,76
SMM 1/2	Manuál	44,3	5,05	27,96	51,39
SMM 1/2	Spánkový deník	44,5	6,52	27,39	53,21
BFM 1/2	Aktigraf	21,99	10,01	4,54	49,31
BFM 1/2	Manuál	22,55	8,75	9,72	50,2
BFM 1/2	Spánkový deník	20,82	11,03	7,08	52,23
PSS-10 – 2/2	Aktigraf	19,35	4,66	5	31
PSS-10 – 2/2	Manuál	20,12	3,77	12	28
PSS-10 – 2/2	Spánkový deník	19,78	3,08	14	29
MEQ – 2/2	Aktigraf	59,7	8,18	45	74
MEQ – 2/2	Manuál	56,7	7,95	45	73
MEQ – 2/2	Spánkový deník	56,4	6,52	43	72

PSQI – 2/2	Aktigraf	7,15	2,78	2	14
PSQI – 2/2	Manuál	6,35	3,67	2	15
PSQI – 2/2	Spánkový deník	7,23	2,39	4	13
SMM – 2/2	Aktigraf	44,3	6,12	29,24	55,82
SMM – 2/2	Manuál	44,8	5,08	27,95	50,59
SMM – 2/2	Spánkový deník	44,9	6,61	26,86	54,23
BFM – 2/2	Aktigraf	21,29	10,12	2,98	47,81
BFM – 2/2	Manuál	21,86	8,74	11,45	50,12
BFM – 2/2	Spánkový deník	20,24	11,09	2,99	52,55

6.3 Popisná statistika škál

Výsledky analýzy spolehlivosti škály PSS-10 prokázaly silnou vnitřní konzistenci položek (viz Tabulka 6). Bodový odhad byl McDonaldovo $\omega = 0,89$ a Cronbachovo $\alpha = 0,89$. Tyto výsledky naznačují, že všechny položky v použité škále měřily vnímaný stres s vysokou mírou shody. Čtyři reverzní a kladné položky (PSS4, PSS5, PSS7 a PSS8) byly převedeny tak, aby odpovídaly záporným položkám.

Tabulka 6 - Analýza spolehlivosti u škály PSS-10.

PSS-10		
Statistika spolehlivosti frekvenční škály		
Odhad	McDonaldovo ω	Cronbachovo α
Bodový odhad	0,89	0,89

95 % dolní mez intervalu spolehlivosti	0,86	0,84
95 % horní mez intervalu spolehlivosti	0,93	0,92

Tabulka 7 ukazuje výsledky analýzy spolehlivosti položek v dotazníku MEQ, která prokazuje silnou vnitřní konzistenci. Bodový odhad byl McDonaldovo $\omega = 0,82$ a Cronbachovo $\alpha = 0,78$. Položky, měřící cirkadiánní preference, vykazovaly vysokou míru shody. Položka MEQ6 „Jakou máte chuť k jídlu během první půl hodiny po ranním probuzení?“ negativně korelovala s ostatními položkami. U této otázky může docházet ke zkreslování výsledků MEQ nebo nemusí být participanty správně chápána. Pokud by byla položka MEQ6 reverzně skórována, pak by byly hodnoty McDonaldovo $\omega = 0,83$ a Cronbachovo $\alpha = 0,80$.

Tabulka 7 - Analýza spolehlivosti u škály MEQ.

MEQ		
Statistika spolehlivosti frekvenční škály		
Odhad	McDonaldovo ω	Cronbachovo α
Bodový odhad	0,82	0,78
95 % dolní mez intervalu spolehlivosti	0,76	0,71
95 % horní mez intervalu spolehlivosti	0,88	0,84

Taktéž analýza spolehlivosti položek v dotazníku PSQI prokazuje silnou vnitřní konzistenci (viz Tabulka 8). Bodový odhad byl McDonaldovo $\omega = 0,75$ a Cronbachovo $\alpha = 0,74$. Položky, měřící chronotyp dle časových preferencí, vykazovaly vysokou míru shody.

Tabulka 8 - Analýza spolehlivosti u dotazníku PSQI.

PSQI		
Statistika spolehlivosti frekvenční škály		
Odhad	McDonaldovo ω	Cronbachovo α

Bodový odhad	0,75	0,74
95 % dolní mez intervalu spolehlivosti	0,68	0,65
95 % horní mez intervalu spolehlivosti	0,83	0,82

Výsledky Tabulky č. 9 naznačují, že přístroj InBody vykazuje dobrou až vysokou míru spolehlivosti při měření tělesné kompozice, kdy McDonaldovo $\omega = 0,92$ a Cronbachovo $\alpha = 0,81$. To znamená, že jednotlivé segmenty těla měřené přístrojem InBody jsou konzistentní a celkové výsledky jsou spolehlivým indikátorem skutečného stavu tělesné kompozice. Položka SMM (Skeletal Muscle Mass) jako jediná negativně korelovala se škálou, proto byla převedena na reverzní skóre. Je to z důvodu toho, že čím vyšší hodnota SMM, tím nižší bývají hodnoty BFM (Body Fat Mass) a VFL (Visceral Fat Level).

Tabulka 9 - Analýza spolehlivosti u přístroje InBody.

InBody		
Statistika spolehlivosti frekvenční škály		
Odhad	McDonaldovo ω	Cronbachovo α
Bodový odhad	0,92	0,81
95 % dolní mez intervalu spolehlivosti	0,92	0,75
95 % horní mez intervalu spolehlivosti	0,95	0,86

6.3.1 Kvalita spánku

V tabulce 10 jsou vyobrazeny změny v počtu participantů rozdělených podle kvality spánku před intervencí a po intervenci. Dobré kvality spánku po intervenci dosahuje o 77 % více participantů než na začátku intervence. Nárůst však můžeme pozorovat u zhoršené kvality spánku, kde je nárůst participantů o 7,89 %. V kategorii „Svědčí pro spánkovou poruchu“ byl zaznamenán pokles o 70,27 %.

Tabulka 10 - Kontingenční tabulka pozorovaných četností kvality spánku v dotazníku PSQI.

PSQI	Před intervencí	Po intervenci
------	-----------------	---------------

Dobrá kvalita spánku	3	26
Zhoršená kvalita spánku	38	41
Svědčí pro spánkovou poruchu	37	11

6.3.2 Cirkadiánní preference

Tabulka 11 ukazuje změny v počtu participantů dle cirkadiánních preferencí před intervencí a po intervencí. V kategorii „Výrazně ranní typ“ došlo k významnému nárůstu (150 %). Mírné změny pozorujeme u kategorie „Spíše večerní typ“. Mírné změny pozorujeme u kategoriích „Spíše ranní typ“, kde došlo k nárůstu (10,71 %), a „Nevyhraněný typ“, kde došlo k poklesu (-8,69 %). U kategorie „Spíše večerní typ“ došlo také ke snížení (-100 %). Počet participantů v kategorii „Vyhraněný večerní typ“ se po intervencí nezměnil.

Tabulka 11 - Kontingenční tabulka pozorovaných četností cirkadiánní preference v dotazníku MEQ.

MEQ	Před intervencí	Po intervencí
Výrazně ranní typ	2	5
Spíše ranní typ	28	31
Nevyhraněný typ	46	42
Spíše večerní typ	2	0
Vyhraněný večerní typ	0	0

6.3.3 Míra stresu

Tabulka 12 zobrazuje změny v počtu participantů dle míry stresu před intervencí a po intervencí. Nízkého stresu dosahuje o 300 % participantů více než před intervencí. V kategorii střední stres byl zaznamenán pokles o 6,67 % po intervencí, a u vysokého stresu došlo k nárůstu o 66,67 % více participantů než před intervencí.

Tabulka 12 - Kontingenční tabulka pozorovaných četností míry stresu v dotazníku PSS-10.

PSS-10	Před intervencí	Po intervencí
Nízký stres	0	3

Střední stres	75	70
Vysoký stres	3	5

6.4 Vztah mezi intervencí a kvalitou spánku měřenou dotazníkem PSQI

Nejprve byla provedena analýza opakovaných měření ANOVA, která zkoumala vliv intervence a její interakce se skupinou na kvalitu spánku měřenou dotazníkem PSQI (viz Tabulka 13). Intervence má statisticky vysoce významný a prakticky relevantní efekt na zlepšení kvality spánku ($F(1, 77) = 144,31, p < .001, \eta^2_p = 0,66$) při hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Intervence tedy měla silný vliv na kvalitu spánku. Jinými slovy, účastníci, kteří podstoupili intervenci, měli nižší skóre PSQI po intervenci než před ní, což indikuje zlepšení kvality spánku. Intervence vedla k významnému zlepšení kvality spánku, s velkým efektem ($\eta^2_p = 0,66$). To znamená, že intervence snížila skóre PSQI účastníků v průměru o 66 %, kdy nižší celkové skóre PSQI značí vyšší kvalitu spánku.

Změna spánkového režimu skrze intervenci (poskytnutí doporučení ve formě spánkového manuálu všem 3 skupinám) vedla k dosažení nižšího skóre v dotazníku PSQI na hladině významnosti $p < 0,05$. Na základě výsledků této analýzy byla **přijata alternativní hypotéza H1** „*Lidé po dokončení intervence dle spánkového manuálu dosahují nižšího skóre v PSQI než před intervencí.*“ a zamítnuta nulová hypotéza.

Analýza interakce mezi intervencí a skupinou však ukázala, že tato interakce není statisticky významná ($F(2, 75) = 1,29, p = 0,28, \eta^2_p = 0,03$). Nízké hodnoty $F(1,29)$ a $\eta^2_p(0,03)$ naznačují, že interakce nemá silný vliv na kvalitu spánku a vysvětluje pouze 3 % variability v tomto parametru. Nevýznamná hodnota $p = 0,28$ dále potvrzuje, že neexistuje statisticky významný rozdíl v efektu intervence mezi skupinami. To znamená, že neexistuje statisticky podložený důkaz pro rozdílný efekt intervence v závislosti na skupině v této studii.

Tabulka 13 - Efekty uvnitř skupin.

Efekty uvnitř skupin						
Subjekty	Součet čtverců	df	Průměrný čtverec	F	p	η^2_p
Intervence	554,08	1	554,08	144,31	< 0,001	0,66

Intervence skupiny	9,96	2	4,98	1,29	0,28	0,03
Reziduály	287,96	75	3,84			

Tabulka 14 znázorňuje výsledky efektů mezi skupinami u analýzy opakovaných měření ANOVA. Hodnota F (0,170) je nízká a statisticky nevýznamná ($p = 0,844$). Hodnota Eta-squared (0,005) je velmi nízká, což znamená, že faktor skupiny vysvětluje pouze 0,5 % variability v celkovém skóre PSQI. Na základě této analýzy nelze říci, že by existoval statisticky významný rozdíl v celkovém skóre PSQI mezi skupinami. Tímto **je zamítnuta alternativní hypotéza H2**: „Skupina s aktigrafy dosahuje po dokončení intervence dle spánkového manuálu nižšího skóre PSQI než skupina pouze se spánkovými manuály.“

Tabulka 14 - Efekty mezi skupinami

Efekty mezi skupinami						
Subjekty	Součet čtverců	df	Průměrný čtverec	F	p	η^2p
Skupina	5,090	2	2,545	0,170	0,844	0,005
Reziduály	1122,346	75	14,965			

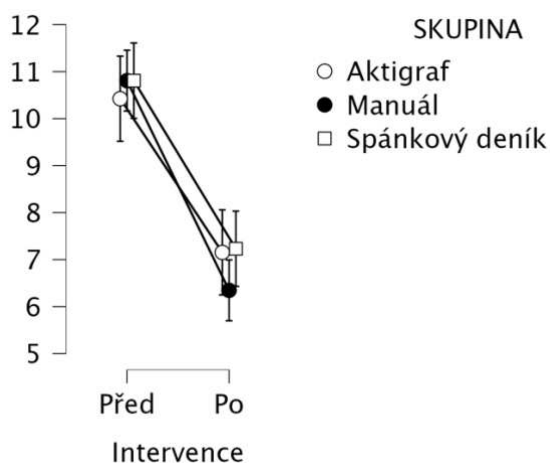
Tabulka 15 ukazuje průměrné hodnoty a směrodatné odchylky pro celkové skóre PSQI určující kvalitu spánku před a po intervenci v rámci tří skupin (1. aktigraf = aktigraf, spánkový deník a manuál ke spánku; 2. spánkový deník = spánkový deník a manuál ke spánku; 3. manuál = pouze manuál ke), kde N ukazuje počet pozorování v každé skupině. Rozdíl v průměrném skóre PSQI v závislosti na skupině je dle deskriptivních hodnot patrný, přesto však statistické analýzy (viz Tabulka 14) nepotvrdily signifikanci. Před intervencí má nejvyšší průměrné skóre (10,81) skupina s manuálem společně se skupinou se spánkovým deníkem (10,81), následované skupinou s aktigrafem (10,42). Skóre PSQI indikuje zhoršenou kvalitu spánku u všech skupin. Směrodatné odchylky jsou u všech skupin relativně vysoké, s nejvyšší hodnotou u aktigrafu (3,44). Výsledkem intervence je snížení průměrného skóre PSQI u všech tří skupin. Největší pokles nastal u skupiny s manuálem (o 4,46 bodů), následovaný skupinou se spánkovým deníkem (o 3,58 bodů) a nakonec u skupiny s aktigrafem (o 3,27 bodů). Avšak z tabulky je patrné, že došlo k celkovému posunu kvality spánku po intervenci (viz Tabulka 13).

Tabulka 15 - Deskriptivní statistika jednotlivých skupin před intervencí i po intervenci.

Deskriptivní statistika				
Proměnná	Skupina	Průměr	SD	N
Před intervencí	Aktigraf	10,42	3,44	26
	Manuál	10,81	2,83	26
	Spánkový deník	10,81	3,15	26
Po intervenci	Aktigraf	7,15	2,78	26
	Manuál	6,35	3,67	26
	Spánkový deník	7,23	2,34	26

Grafické znázornění změn poskytuje graf na obrázku č. 7, kde došlo u všech tří skupin ke snížení mediánových hodnot kvality spánku měřenou dotazníkem PSQI.

Obrázek 7 - Popisný graf porovnávající celkové skóry dotazníku PSQI před a po intervenci.



6.5 Korelační analýzy

Tabulka 16 zobrazuje Pearsonovy korelační koeficienty mezi všemi zkoumanými proměnnými. Jedná se o výsledky z měření dotazníků MEQ, PSQI a PSS-10 společně s měřeními z InBody přístroje a naměřené efektivity spánku z aktigrafů.

Tabulka 16 - Souhrnný přehled korelací mezi dotazníky MEQ, PSQI, PSS-10, procenty tělesného rozložení BFM a SMM a efektivitou spánku naměřenou z aktigrafů.

Pearsonův korelační koeficient										
Proměnná	BFM 1/2	BFM 2/2	PSQI 1/2	PSQI 2/2	SMM 1/2	SMM 2/2	MEQ 1/2	MEQ 2/2	PSS-10 1/2	PSS-10 2/2
PSQI 1/2	0,14	0,16	—							
PSQI 2/2	0,13	0,14	0,58	—						
SMM 1/2	-0,99	-0,98	-0,13	-0,13	—					
SMM 2/2	-0,98	-0,99	-0,14	-0,14	0,99	—				
MEQ 1/2	-0,2	-0,17	0,08	-0,08	0,18	0,15	—			
MEQ 2/2	-0,24	-0,22	0,13	-0,05	0,22	0,20	0,92	—		
PSS-10 1/2	-0,06	-0,05	0,24	0,15	0,06	0,04	-0,06	0,01	—	
PSS-10 2/2	-0,01	0,01	0,35	0,38	-0,01	-0,03	0,05	0,08	0,5	—
ES	-0,07	-0,07	-0,34	-0,30	0,06	0,07	0,09	-0,01	-0,37	0,03

BFM = procento bílého tělesného tuku, SMM = procento kosterního svalstva, PSQI = Pittsburghský index kvality spánku, PSS-10 = škála vnímaného stresu, MEQ = Dotazník ranních a večerních chronotypů, ES = efektivita spánku. Zvýrazněné korelační koeficienty v tabulce jsou signifikantní na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Statisticky významné korelace jsou zvýrazněny tučným písmem. Tmavě červená barva znamená silný negativní vztah, světle červená slabý negativní vztah. Tmavě zelená znamená silný pozitivní vztah, světle zelená slabě pozitivní vztah.

6.5.1 Vztah mezi PSQI a BFM

Hypotéza H3 zněla tak, že „*Po absolvování intervence lidé s nižším skóre v dotazníku PSQI dosahují nižšího procenta tělesného tuku na InBody.*“. Dle zjištěných hodnot nebyla nalezena žádná významná korelace BFM s celkovým skóre PSQI po intervenci ($r = 0,14$, $p = 0,222$). **Alternativní hypotéza H3 tedy byla zamítnuta** a přijata nulová hypotéza. V první vlně měření byl téměř totožný výsledek ($r = 0,14$, $p = 0,21$).

6.5.2 Vztah mezi PSQI a SMM

Při korelaci PSQI a SMM po intervenci byl nalezen slabý negativní vztah, tedy naznačení, že čím více nekvalitní spánek jedinec zažívá, tím méně svalové hmoty má, avšak bez statistické významnosti ($r = -0,14$, $p = 0,23$). Tímto **je zamítnuta alternativní hypotéza H4** „*Po absolvování intervence lidé s nižším skóre v dotazníku PSQI dosahují vyššího procenta kosterního svalstva na InBody.*“ a přijata nulová hypotéza. V první vlně měření byl výsledek ($r = -0,13$, $p = 0,271$).

6.5.3 Vztah mezi PSQI a MEQ

Při korelaci PSQI a MEQ po intervenci nebyla nalezena žádná významná korelace ($r = -0,05$, $p = 0,651$). To vede k tomu, že **je zamítnuta alternativní hypotéza H5** „*Po absolvování intervence lidé s vyšším skóre v dotazníku MEQ dosahují nižšího skóre v dotazníku PSQI.*“ a přijata nulová hypotéza. Měření před intervencí taktéž nepřineslo signifikantní výsledek ($r = 0,08$, $p = 0,504$).

6.5.4 Vztah mezi BFM a MEQ

Při korelaci BFM a MEQ z měření po intervenci byl nalezen slabý negativní vztah bez statistické významnosti ($r = -0,22$ a $p = 0,056$). Tímto **byla zamítnuta alternativní hypotéza H6** „*Po absolvování intervence lidé s nižším skóre v dotazníku MEQ dosahují vyššího procenta tělesného tuku na InBody.*“ a přijata nulová hypotéza. Slabý negativní vztah byl také nalezen v první vlně měření ($r = -0,2$, $p = 0,08$). Zajímavostí je však korelace mezi BFM před intervencí a MEQ po intervenci ($r = -0,24$, $p = 0,034$), kde byl nalezen slabý negativní vztah, který se ukázal být statisticky významný.

6.5.5 Vztah mezi BFM a PSS-10

Žádné významné korelace nebylo dosaženo ani v případě korelace hrubého skóru BFM a celkového skóre PSS-10 ve druhém měření ($r = 0,01$, $p = 0,914$). I zde byla **alternativní hypotéza H7 zamítnuta** „*Po absolvování intervence lidé s vyšším skóre v dotazníku PSS-10 dosahují vyššího procenta tělesného tuku na InBody.*“ a přijata nulová hypotéza. Měření před intervencí taktéž nepřineslo signifikantní výsledky ($r = -0,06$, $p = 0,599$).

6.5.6 Vztah mezi PSQI a PSS-10

Korelace celkového skóre PSQI s celkovým skóre PSS-10 po intervenci nalezla pozitivní středně silný vztah o vysoké statistické významnosti ($r = 0,38$, $p < 0,001$). Na základě těchto zjištění je **přijata alternativní hypotéza H8** „*Po absolvování intervence lidé s vyšším skóre v dotazníku PSQI dosahují vyššího skóre v dotazníku PSS-10.*“ a zamítnuta nulová hypotéza. Lidé, kteří mají vyšší skóre v dotazníku PSQI zároveň dosahují vyššího skóre v dotazníku PSS-10. Tato pozitivní korelace znamená to, že čím vyšší míru stresu jedinec prožívá, tím horší kvalitu spánku může zažívat. Korelace před intervencí přinesla pozitivní vztah, který je také statisticky významný ($r = 0,23$, $p = 0,039$), avšak slabší než měření na konci intervence.

6.5.7 Vztah mezi ES a PSQI

U korelace hrubého skóre ES, zjišťovaného během 14denní intervence skrze aktigraf, a celkového skóre PSQI po intervenci byl zjištěn středně silný negativní vztah, avšak bez statistické významnosti ($r = -0,3$, $p = 0,157$). Tento vztah může indikovat, že čím vyšší je skóre v PSQI, a tím pádem i horší kvalita spánku, tím nižší je efektivita spánku. Tímto je **zamítnuta alternativní hypotéza H9** „*Po absolvování intervence lidé s nižším skóre v dotazníku PSQI dosahují vyššího skóre v ES naměřenou z aktigrafu.*“ a přijata nulová hypotéza.

6.5.8 Další zjištěné vztahy

V rámci explorační analýzy mohou být zajímavé následující zjištěné vztahy.

Hrubé skóre ES bylo také korelováno s celkovým skórem PSS-10, kde v korelaci s druhým měřením nebyla nalezena jakákoliv statistická významnost ($r = 0,03$, $p = 0,901$).

Dále byla nalezena silná negativní korelace hrubého skóre BFM s hrubým skóre SMM v prvním měření ($r = -0,99$, $p < 0,001$), ale i ve druhém měření ($r = -0,99$, $p < 0,001$), což znamená, že čím více svalové hmoty jedinec má, tím méně má tukové tkáně.

Korelace MEQ a SMM vykazuje pozitivní slabý vztah v prvním měření před intervencí ($r = 0,18$, $p = 0,112$) i ve druhém měření po intervenci ($r = 0,2$, $p = 0,085$), nikterak však statisticky významný. Silnější vztah i významnost je při korelaci celkového skóru MEQ první vlny měření společně se skóre SMM ve druhé vlně měření ($r = 0,22$, $p = 0,054$).

6.6 Lineární regrese

Lineární regresní model umožňuje zjistit, jak moc různé proměnné (kovariáty) ovlivňují PSQI po intervenci. Tento model byl proveden za účelem pochopení faktorů, které mohou ovlivňovat

kvalitu spánku po intervenci. Na základě níže uvedené tabulky č. 17 je patrné, že alternativní hypotéza H10 ($R = 0,21$) vysvětluje 21,3 % variability celkového skóre v PSQI po intervenci skrze skóre v PSS-10 a MEQ spolu s hrubými skóre SMM a BFM před intervencí. Upravený koeficient determinace, který zohledňuje počet prediktorů (kovariací) v modelu, má hodnotu -0,01, což naznačuje, že model s ohledem na počet prediktorů nevysvětluje velký podíl variability. Střední kvadratická chyba v modelu při predikci celkového skóre PSQI po intervenci je RMSE 2,98, která je vzhledem k celkovému možnému rozpětí skóre v PSQI (0-21) považována za přijatelnou. I přes nízké R^2 a RMSE existuje prostor pro zlepšení modelu. Nicméně i v současné podobě může být model užitečným nástrojem pro predikci celkového skóre PSQI po intervenci.

Tabulka 17 - Souhrn modelu PSQI po intervenci.

Souhrn modelu - PSQI 2/2				
Model	R	R^2	Upravené R^2	RMSE
H0	0,00	0,00	0,00	2,97
H10	0,21	0,05	-0,01	2.98

Na základě provedené analýzy rozptylu (ANOVA) v tabulce č. 18, kde byla porovnávána závislá proměnná PSQI po intervenci s nezávislými proměnnými PSS-10, MEQ, SMM a BFM před intervencí, je možné shrnout, že model s použitými predikčními proměnnými nevysvětluje statisticky významný podíl variability v závislé proměnné. F-statistika byla nízká ($F = 0,86$) a p-hodnota vysoká ($p = 0,49$), čímž nebyl překročen práh statistické významnosti ($p < 0,05$). Model s těmito proměnnými nevysvětluje dostatečně velký podíl variability v závislé proměnné PSQI po intervenci.

Tabulka 18 - Výsledky ANOVA analýzy.

ANOVA						
Model		Součet čtverců	df	Průměrný čtverec	F	p
H10	Regrese	30,64	4	7,66	0,86	0,49

	Reziduál	647,73	73	8,87		
	Celkem	678,37	77			

Výsledky regresní analýzy v tabulce č. 19 ukázaly, že žádná z predikčních proměnných měřených před intervencí (PSS-10, MEQ, BFM, SMM) neměla statisticky významný vliv na PSQI po intervenci (viz Tabulka 14). V modelu H0 je intercept 6,91, což znamená, že průměrné predikované celkové skóre dotazníku PSQI po intervenci je 6,91, pokud nejsou zahrnuty žádné predikční proměnné. V modelu H10 je intercept 6,13, ale s velkou standardní chybou (25,31) a nízkou t-statistickou hodnotou (0,24) a p-hodnotou (0,81). To naznačuje, že intercept v modelu H10 není statisticky významný. Výsledky této regresní analýzy tedy naznačují, že PSS-10 může hrát roli v PSQI po intervenci, ale tento vztah není dostatečně silný a významný, aby byl potvrzen. Tímto **je zamítnuta alternativní hypotéza H10** „Alespoň jedna z nezávislých proměnných před intervencí (PSS-10, MEQ, SMM, BFM) má statisticky významný vliv na skóre PSQI po intervenci.“ a přijata nulová hypotéza.

Tabulka 19 - Koefficienty u lineární regrese.

Model		Nestandardizované	Standardní chyba	Standardizované	t	p
H0	(Intercept)	6,91	0,34		20,56	< 0,001
H10	(Intercept)	6,13	25,31		,24	0,81
	PSS-10 1/2	0,135	0,09	0,16	1,36	0,18
	MEQ 1/2	-0,02	0,04	-0,05	-0,4	0,69
	BFM 1/2	0,02	0,26	0,06	0,08	0,94
	SMM 1/2	-0,04	0,43	-0,07	-0,08	0,94

7. Diskuse

Cílem výzkumné části této práce bylo zjistit, zda má úprava spánkového režimu vliv na kvalitu spánku, cirkadiánní preference, psychický stres a rozložení tělesné tkáně ve formě svalové hmoty a tukové tkáně. Dílčími cíli bylo poté zjistit, zda míra intervence bude mít rozdílný vliv na kvalitu spánku mezi skupinami a jak bude kvalita spánku dle PSQI souviset s naměřenou efektivitou spánku z aktigrafu. Studie byla prováděna na vzorku fyzicky aktivních jedinců, kteří pravidelně cvičí (minimálně 1x týdně).

První hypotéza (H1) ověřovala předpoklad, že participanti budou díky spánkovému manuálu dosahovat nižšího celkového skóre v PSQI po dokončení intervence. Intervence se ukázala jako efektivní s vysokou statistickou významností, což vedlo k nižšímu celkovému skóre PSQI u všech skupin. Účastníci na základě prodělané intervence subjektivně lépe hodnotili kvalitu svého spánku. První hypotéza tak byla přijata. Dodržování dobré spánkové hygieny vedlo taktéž ke zlepšení kvality spánku ve studii, kde se jednalo o vysokoškolské studenty v Kataru (N = 2062) (Ali et al., 2023). K podobným výsledkům dospěla i studie z roku 2017, kde participanti (N = 19) absolvovali podvojně měření spánku s využitím dotazníku PSQI a obdrželi manuál ke spánkové hygieně, který využívali po dobu měsíční intervence. Participanti na konci intervenci uváděli zlepšení kvantity spánku (N = 7) a kvality spánku (N = 9) (Williams, 2017). Dobrá spánková hygiena může mít významný vliv na zlepšení kvality i délky spánku (Barati & Amini, 2022), zvláště, je-li o ní člověk dostatečně edukován (Chen et al., 2010; Kakinuma et al., 2010; O'Donnell & Driller, 2017; Lever et al., 2020). Už jen samotné uvědomění si jednotlivých aspektů spánkové hygieny mohlo vést k větší vnímavosti vůči sobě samému a svým návykům. Při dané struktuře je pak možné reflektovat své zvyky a následně je pak začít pomalu měnit k vyšší subjektivní spokojenosti se spánkem a jeho kvalitou. Tomu by mohl jít naproti i deskriptivní posun, kde subjektivní kvalita spánku byla zvýšena u 77 % participantů.

Hypotéza H2 se zaměřovala na analýzu interakce mezi intervencí a skupinou. Efekt mezi skupinami se však neukázal jako statisticky významný ($F(2, 75) = 1,29, p = 0,28, \eta^2_p = 0,03$). Všechny skupiny se zlepšily téměř totožně, nezávisle na míře angažovanosti v intervenci. Ve studii z roku 2022 rovněž nebyly zaznamenány významné rozdíly mezi kontrolní a experimentální skupinou (N = 70), kde byl taktéž použit dotazník PSQI pro změření kvality spánku v podvojném měření a bylo využito zařízení nošené na zápěstí pro sledování cirkadiánního monitorování, včetně motorické aktivity, které však bylo také měřeno dvakrát, a to před intervencí i po ní. Na druhou stranu byl taktéž zaznamenán efekt intervence, která podpořila lepší kvalitu spánku, v tomto případě u lékařsky zaměřených vysokoškolských

studentů (Ruiz-Zaldibar, 2022). Průměry celkového skóre PSQI se u všech tří skupin snížily. Deskriptivně jsou patrné rozdíly mezi jednotlivými skupinami, kdy skupina se spánkovými manuály měla nejmenší průměr ($M = 6,35$, $SD = 3,67$). Skupiny se spánkovými deníky ($M = 7,23$, $SD = 2,39$) a aktigrafy ($M = 7,15$, $SD = 2,78$) si však dle deskriptivní statistiky vedly o něco hůře.

Hypotéza H3 ověřovala předpoklad, že po absolvování intervence bude nižší skóre v dotazníku PSQI souviset s nižším procentem tělesného tuku na InBody, tedy, že vyšší kvalita spánku souvisela se snížením procenta tělesného tuku. Dostatečná korelace se však nenašla ($r = 0,14$, $p = 0,222$). Podobné zjištění měla i studie z roku 2023, kde vliv kvality spánku na procento tělesného tuku nedosahoval dostatečné statistické významnosti ($N = 200$, $r = -0,03$, $p = 0,65$) (Amin et al., 2023). Naopak, náš předpoklad podporuje studie z roku 2012, kdy lepší subjektivní kvalita spánku pomohla zvýšit pravděpodobnost úspěšného zhubnutí o 33 % u žen v 6měsíčním programu zaměřeném na hubnutí. Stejný efekt ($N = 245$) byl zaznamenán při spánku více než 7 hodin za noc (Thomson et al., 2012). Studie z roku 2012 taktéž zjistila významnou souvislost mezi délkou spánku a úbytkem tělesného tuku. Čím déle lidé v rámci studie spali, tím více tuku obvykle ztratili ($N = 123$, adjusted $\beta = 0,72$ kg/h; $p < 0,05$) (Chaput & Tremblay, 2012). Tomu by mohlo deskriptivně nasvědčovat i procentuální snížení tělesného tuku (BFM). Hrubá skóre u tělesného tuku sice poukazovala na nadváhu, ale napříč všemi skupinami došlo ke snížení celkového skóre. Nejvyšší průměr byl u spánkového manuálu ($M = 21,86$, $SD = 8,74$), poté u skupiny s aktigrafy ($M = 21,29$, $SD = 10,12$) a nakonec nejnižší u skupiny se spánkovými deníky ($M = 20,24$, $SD = 11,09$).

Po absolvování intervence se v hypotéze H4 předpokládalo nižší celkové skóre v dotazníku PSQI i u vyššího hrubého skóre SMM, což by znamenalo, že vyšší kvalita spánku koreluje s vyšším procentem kosterního svalstva na InBody. Zde se však také neukázala dostatečně silná korelace ($r = -0,14$, $p = 0,23$). Hypotézu však podporuje studie z roku 2023 ($N = 19770$), kde účastníci ve skupině s vysokou fyzickou aktivitou zaznamenali významné zvýšení indexu kosterní svalové hmoty vrchních končetin ($0,07$ kg/m², 95 % CI: 0,015, .130) (Song et al., 2023). Avšak deskriptivně jsme mohli zaznamenat nárůst kosterního svalstva (SMM) po intervenci. Hrubá skóre u kosterního svalstva značila vysoké hodnoty pro všechny tři skupiny, tedy skupinu s aktigrafy ($M = 44,3$, $SD = 6,12$), skupinu se spánkovými deníky ($M = 44,9$, $SD = 6,61$) a skupinu se spánkovými manuály ($M = 44,8$, $SD = 5,08$).

Následující hypotézy se týkaly dotazníku MEQ, kdy hypotéza H5 předpokládala s vyšším skóre v dotazníku MEQ zároveň dosažení nižšího skóre v dotazníku PSQI. Tedy, že ranní cirkadiánní

preferencie korelují s vyšší kvalitou spánku. Byť se našel středně silný negativní vztah, nebyl nijak statisticky významný ($r = -0,05$, $p = 0,651$). Studie z roku 2020 zjistila středně silnou negativní korelaci mezi skóre MEQ a PSQI, avšak u většího vzorku ($N = 101$, $r = -0,51$, $p = .001$) (Silva et al., 2020). U dotazníku MEQ však deskriptivně došlo k nárůstu ranních cirkadiálních preferencí, kdy po intervenci o 46 % více participantů inklinovalo k ranním preferencím. Hypotéza H6 předpokládala u nižšího celkového skóre v dotazníku MEQ souvislost s vyšším hrubým skóre BFM, tedy že večerní cirkadiální preference korelují s vyšším procentem tělesného tuku na InBody. Korelace se však ani zde nenašla ($r = -0,22$, $p = 0,056$). Hypotézu však potvrzuje měření, které provedeno v roce 2024 v Turecku ($N = 110$), kdy jedinci s večerní preferencí vykazovali vyšší tukovou hmotu (Baldan & Ozcelik-Ersu, 2024). Průměr celkového skóre v dotazníku MEQ značí skupiny s aktigrafy jako inklinující k spíše rannímu typu ($M = 59,7$, $SD = 8,18$), skupiny se spánkovými deníky ($M = 56,4$, $SD = 6,52$) a se spánkovými manuály ($M = 56,7$, $SD = 7,95$) jako inklinující k nevyhraněnému typu. Lze tedy sledovat jistý trend napříč deskriptivní statistikou. Je otázkou, jak velký by musel být vzorek či jak dlouhá by intervence musela být, aby se výsledek ukázal jako signifikantně významný.

Vyšším procentem tělesného tuku (BFM) se zabývala i hypotéza H7 v souvislosti s vyšším celkovým skóre v dotazníku PSS-10. Nalezená korelace však nebyla jakkoli významná ($r = 0,01$, $p = 0,914$). Ve studii z roku 2024 ($N = 822$) byla mezi vnímanou úrovní stresu měřenou dotazníkem PSS-10 a obvodem pasu statisticky významná souvislost ($p < 0,05$) a podobný trend s BMI, který však nebyl signifikantně významný ($p > 0,05$) (Jwad Taher et al., 2024).

Hypotéza H8 ověřovala předpokládané tvrzení, že po absolvování intervence, vyšší celkové skóre v dotazníku PSQI souvisí s vyšším celkovým skóre v dotazníku PSS-10. Tedy čím horší kvalita spánku, tím vyšší míra stresu. Korelace zde přinesla slabý pozitivní vztah, který se ukázal být statisticky významný ($r = 0,38$, $p < 0,001$). Hypotéza H8 byla přijata. To potvrzuje i studie z roku 2023, kde byla zjištěna statisticky významná korelace mezi skóre PSS-14 a PSQI ($N = 200$, $r = 0,23$, $p = 0,001$) (Amin et al., 2023). To podporuje i deskriptivní statistika, kde se jednotlivé průměry PSS-10 po intervenci snížily v porovnání s první vlnou měření. Průměry celkového skóre dotazníku PSS-10 poukazují na střední míru stresu u všech skupin, kdy skupina s aktigrafy ($M = 19,35$, $SD = 4,66$), skupina se spánkovými deníky ($M = 19,78$, $SD = 3,08$) a skupina se spánkovými manuály ($M = 20,12$, $SD = 3,77$) se však od sebe příliš neliší.

Devátá hypotéza (H9) se zabývala předpokladem, že nižší celkové skóre v dotazníku PSQI souvisí s vyšším hrubým skóre ES z aktigrafu. Tedy čím vyšší kvalita spánku dle PSQI, tím

vyšší efektivita spánku dle aktigrafu. Byť byl nalezen středně silný negativní vztah, nebyl dostatečně statisticky významný ($r = -0,3$, $p = 0,157$). Hypotéza H9 byla tímto zamítnuta. Podobný výsledek přinesla analýza PSQI a efektivitu spánku měřená monitory fyzické aktivity, která nenalezla žádné významné korelace. Jednalo se o menší vzorek ($N = 26$) a měření probíhalo pouze po dobu 2 nocí (Spielmans et al., 2019). Premisou u této hypotézy bylo spojení každodenních návyků během života s účinností spánku. Tedy, při vhodné životosprávě, by byla větší efektivita spánku, a tím pádem by mohla být nalezena korelace mezi efektivitou a vyšší kvalitou spánku, případně ranními preferencemi a nižším stresem (Ikeda et al., 2022). Žádné významné vztahy však nebyly nalezeny.

Desátá hypotéza (H10) ověřovala předpoklad, zda alespoň jedna z nezávislých proměnných před intervencí (PSS-10, MEQ, SMM, BFM) má statisticky významný vliv na skóre PSQI po intervenci. Celkové skóre v PSS-10 mělo nízký, ale ne statisticky významný vliv ($t = 1,36$, $p = 0,18$) a celkové skóre v MEQ ($t = -0,4$, $p = 0,69$), hrubé skóre BFM ($t = 0,08$, $p = 0,94$) a hrubé skóre SMM ($t = -0,08$, $p = 0,94$) neměla dostatečně statisticky významný vliv na PSQI po intervenci. Hypotéza H10 byla také zamítnuta. Podobného výsledku dosáhla studie z roku 2016 ($N = 73$), kdy změny ve spánkovém skóre významně nesouvisely s výchozími charakteristikami, změnami v psychickém zdraví nebo skóre kvality života nebo s dodržováním pravidelnosti cvičení (Atlantis et al., 2016).

V tomto vzorku prošlo všemi fázemi výzkumu 78 participantů, z toho 33 % participantů dosáhlo dobré kvality spánku ($N = 26$), 53 % má zhoršenou kvalitu spánku ($N = 41$), hodnoty u 14 % participantů svědčí pro spánkovou poruchu ($N = 11$). Co se týče cirkadiálních preferencí 6 % inklinuje k výrazně ranním typům ($N = 5$), 40 % inklinuje ke spíše ranním typům ($N = 31$), 54 % inklinuje k nevyhraněným typům ($N = 42$) a 0 % inklinuje ke spíše večernímu nebo k vyhraněnému večernímu typu. U míry stresu 4 % zažívá nízký stres ($N = 3$), 90 % zažívá střední stres ($N = 70$) a 6 % zažívá vysoký stres ($N = 5$).

7.1. Slabé a silné stránky výzkumu

Prvním limitem studie může být to, že primární výsledek spánku byl získán skrze sebehodnotící dotazník spíše než prostřednictvím objektivně hodnotících metod, vyjma skupiny ($N = 26$), která byla po 14 dní měřena aktigrafy. Na základě toho mohla subjektivně reportovaná data podléhat různým druhům zkreslení, například konfirmačnímu zkreslení, aby participanté potěšili výzkumný personál v důsledku intenzivnější pozornosti po dobu 14 dní. Ke zlepšení kvality spánku mohlo docházet už jen pouhým zvědomováním si kvality spánku (Xiaoqian et

al., 2020) nebo díky tomu, že se participantům někdo aktivně věnoval a zajímal se o ně (Seo & Mattos, 2024), což může být limitem i přínosem zároveň. Avšak hypotézy nebyly participantům sdělovány, pouze dostali informace, co budou absolvovat, co daná metoda měří a kdy se mají dostavit na první i druhé měření. Navíc výsledky neprokázaly rozdíl mezi kvalitou spánku u jednotlivých skupin.

Co se týče měřících nástrojů, dalším limitem může být subjektivní vnímání příjemnosti nošení aktigrafů, kdy někteří participanté (N = 5) z experimentální skupiny s aktigrafy reportovali po skončení intervence, že jim bylo nepříjemné neustále aktigrafy nosit, že se častěji než obvykle budili, a že je často aktigrafické hodinky svédily. Je otázkou, zda příjemnost nošení poté neovlivnila výslednou efektivitu spánku. Také je důležité zvážit dobu intervence, která je sice dostatečná pro měření za pomoci aktigrafu (Resnick et al., 2021), avšak je také minimální dobou pro pozorované změny v tělesném rozložení na přístroji InBody, kde je uváděno, že frekvence měření by neměla probíhat za kratší dobu než je 14 dní, ideálně až po 1 měsíci (Biospace, 2008a). K měření také sice docházelo ve stejné časy i za stejných podmínek, avšak jednotlivá měření variovala, co se týče rozložení měření během dne. Někteří participanté tedy absolvovali měření ráno na lačno, jiní odpoledne, další večer. Dále bylo měření u žen upraveno vzhledem k menstruačnímu cyklu u žen, kdy by mohly být zkreslené výsledky z důvodu zadržování vody v těle, povětšinou v premenstruačním období (White et al., 2011). Délka intervence nemusela být dostatečná i z hlediska subjektivního hodnocení kvality spánku, kdy se dotazník PSQI opírá o zvyklosti participantů, které se týkají spánku za poslední měsíc. Kratší doba intervence tak může zkreslovat výsledky vlivem určitých událostí, kdy se participantům třeba v daném období spalo rozdílně kvalitně oproti jejich běžnému režimu.

Výzkumný vzorek se skládal z fyzicky aktivních participantů, kteří cvičili alespoň dvakrát týdně, avšak tento údaj nebylo možné ověřit jinak než po dobu probíhající intervence, a to pouze u dvou skupin (N = 52). Otázkou také je, zda-li frekvence cvičení nebyla jiná před intervencí a během intervence se pak změnila. Dalším aspektem je velikost vzorku, který mohl být důvodem, proč se některé vztahy neukázaly dostatečně signifikantní, ačkoliv lze z deskriptivní statistiky vyvozovat jistý trend. U podobných studií větších vzorků (N > 100) byly prokazatelně nalezeny dostatečně významné vztahy (Chaput & Tremblay, 2012; Thomson et al., 2012; Silva et al., 2020; Ali et al., 2023; Amin et al., 2023; Song et al., 2023; Baldan & Ozcelik-Ersu, 2024; Taher et al., 2024).

Dalším limitem studie může být celková náročnost studie, kdy bylo třeba, aby se participanté osobně dostavili, přečetli si informovaný souhlas a manuál ke spánkové hygieně, změřili se na

InBody přístroji a vyplnili online dotazníky před i po intervenci. Vzhledem k tomu, že participanti byli během intervence ve vlastním prostředí, nebylo možné kontrolovat podmínky či správnost plnění. Celkově jedno kompletní kombinované osobní i online měření trvalo 20 minut na jednu osobu. Tomu by odpovídalo i vyřazení velké části respondentů ($N = 17$), pro které mohla být intervence příliš náročnou, a z toho důvodu na konci intervence dotazníky neodeslali či nevyplnili, dotazníky vyplnili po dlouhé době zpětně, nebo se již vůbec neozvali a nedorazili na druhý termín měření. Úskalím také může být to, že data byla sbírána pouze v hlavním městě Praha, kde probíhalo osobní měření na InBody a vyplňování online dotazníku.

Přínosem studie je však jisté především zlepšení povědomí široké veřejnosti o subjektivní kvalitě a kvantitě spánku. Dále je silnou stránkou výzkumu významný vliv intervence na kvalitu spánku nebo vysoký počet participantů na poměrně časově náročnou a rozsáhlou studii.

Studie tak rozšiřuje výzkum kvality spánku vztahující se ke stresu, cirkadiánním preferencím a rozložení tělesné hmotnosti na fyzicky aktivní populaci. Ve studii jsou zároveň využity různé metody měření a je tak například porovnán subjektivní měřicí nástroj (PSQI) s objektivním (aktigraf). Zároveň studie přináší poznatky o vlivu intervence na kvalitu spánku spolu s mírou angažovanosti v intervenci a jejím vlivu na rozdíl v kvalitě spánku.

Jako další přínos této studie je vnímán i zájem ze strany participantů o tuto studii a o vlastní kvalitu spánku, míru stresu a cirkadiánní preference společně s rozložením tělesné hmotnosti.

7.2. Doporučení pro další výzkum

Mnoho studií se zaměřuje především na vztah mezi sníženou kvalitou spánku a jednotlivými proměnnými kdy: (1) nižší kvalita spánku souvisí s nárůstem tělesné hmotnosti (Ip et al., 2002; Punjabi et al., 2004), (2) snížení kvality i délky spánku vedlo k nárůstu tělesného tuku (Wirth et al., 2015; Jurado-Fasoli et al., 2018; Song et al., 2023), (3) nižší kvalita spánku je spojována s horší regenerací sportovců (Driller, Dixon & Clark, 2017), (4) nižší kvalita spánku je doprovázena nižší spokojeností ve fyzické, psychické, sociální a environmentální oblasti (Howell et al., 2008; Weinberg, Noble & Hammond, 2016) anebo kdy (5) nižší kvalita spánku souvisí se zvýšenou mírou stresu (Knutson et al., 2007; Irwin, 2008; Kontronoulas et al., 2013; Waqas et al., 2015; Herawati & Gayatri, 2019). Avšak zaměření se na zvýšenou kvalitu spánku by mohlo přinést více pozitivní motivace. Malý počet studií se pak věnuje dobré kvalitě spánku v souvislosti úbytkem tukové tkáně či nárůstem svalové hmoty (Chaput & Tremblay, 2012; Chen et al., 2017; Stich, 2022; Song, 2023). Většinou je zaměření na nárůst tukové hmoty v souvislosti se špatnou kvantitou či kvalitou spánku, jak již bylo zmíněno výše. Proto by

následující studie mohly, namísto negativních dopadů jeho nedostatku, vyzdvihnout pozitivní aspekty dostatečné kvantity i kvality spánku, kdy by zaměření bylo na co edukaci ohledně pozitivních přínosů dobré spánkové hygieny (Chen et al., 2010; Kakinuma et al., 2010; Irish et al. 2015; Sahin, 2016; O'Donnell & Driller, 2017; Lever et al., 2020).

Dalším doporučením by bylo provedení longitudinální studie, která by mohla prozkoumat dlouhodobější účinky vlivu úpravy spánkového režimu společně s delším intervalem mezi prvním a druhým měřením na InBody přístroji, aby bylo sníženo riziko zkreslení výsledků. Přínosné by bylo také porovnat cirkadiánní preference s chronotypem, například skrze dotazník MCTQ, a jak souvisí s kvalitou spánku. Rozdíl by byl v tom, že namísto preferencí by byl sběr dat zaměřen na reálné ovlivňování chronotypem, a tím pádem zaměření se na cirkadiánní rysy spíše než-li rysy psychologické. MCTQ totiž porovnává danou fázi cirkadiánního rytmu s jednotlivými zeitgebery a hodnocení tak není o tom, jaký rytmus by si člověk přál, ale jaký doopravdy je (Roenneberg, 2015).

Co se týče kvality spánku, bylo by zajímavé více ověřit i jednotlivé mediační účinky různých charakteristik na kvalitu spánku. Za ověření by také stálo porovnání, jak jsou na tom účastníci z hlavních měst a z venkova, kde může být vlivem životního stylu jiná míra stresu či kvality spánku (Zhu et al., 2023).

Přínosem by také mohlo být přidání nějaké škály měřící kognitivní složku pohody, například využít „Škály spokojenosti se životem“, a porovnat, jak souvisí s jednotlivými proměnnými (Litwic-Kaminska & Kotysko, 2020). Tím, že ve studii byl zahrnut vzorek pouze fyzicky aktivní části populace, bylo by prospěšné ověřit jednotlivá zjištění i u nevíčící populace, především v souvislosti s cirkadiánními preferencemi.

V této studii bylo zaměření na procentuální změnu kosterního svalstva, ta však ještě nevypovídá nic o funkčnosti svalstva. Na tuto otázku by mohla lépe odpovědět porovnání jednotlivých proměnných ve vztahu ke svalové síle (Chen et al., 2017), která je prediktorem mortality všech příčin bez ohledu na věk a dobu sledování, kdy vyšší úrovně svalové síly jsou spojovány s nižším rizikem úmrtnosti u dospělé populace (García-Hermoso et al., 2018)

8. Závěr

Z výše uvedených poznatků vyplývá, že fyzicky aktivní jedinci, ale i nesportovci, by měli dbát na kvalitní a dostatečný spánek, aby podpořili své celkové zdraví a výkonnost. Dodržování zásad spánkové hygieny může vést ke zlepšení kvality spánku a tím i k celkovému prospěchu v dalších oblastech.

Tato diplomová práce se zabývala právě vlivem úpravy spánkového režimu, formou poskytnutí manuálu ke spánkové hygieně, na kvalitu spánku, cirkadiánní preference, psychický stres a rozložení tělesné tkáně u fyzicky aktivní populace (18-53 let).

Studie prokázala, že dvoufázová intervence zaměřená na dodržování spánkové hygieny po dobu 14 dní vedla k významnému zlepšení kvality spánku u všech zúčastněných skupin. Toto zlepšení bylo pozorováno bez ohledu na míru angažovanosti v intervenci, kde nebyl napříč skupinami nalezen významný rozdíl.

Výsledky studie dále poukazují na to, že vyšší míra vnímaného stresu souvisí s horší kvalitou spánku. Zkoumané souvislosti mezi kvalitou spánku a kosterním svalstvem či tělesným tukem se však neprokázaly. Souvislosti nebyly nalezeny ani mezi cirkadiánními preferencemi a kvalitou spánku či procentem tělesného tuku, mezi cirkadiánními preferencemi a tukovou tkání, mezi subjektivně vnímaným stresem a tělesným tukem nebo mezi kvalitou a efektivitou spánku. Analýza nezávislých proměnných před intervencí nezjistila žádný statisticky významný vliv na kvalitu spánku po intervenci, což naznačuje, že intervence byla efektivní pro všechny sledované skupiny bez mediace efektu některou z proměnných. Jednotlivé hypotézy byly stanoveny na základě teoretických poznatků získaných prostřednictvím průzkumu výzkumného problému.

V tomto vzorku participantů (N = 78), kteří úspěšně prošli všemi fázemi výzkumu, dosáhlo na konci intervence dle dotazníku PSQI dobré kvality spánku 33 % participantů. K ranním typům inklinovalo 46 % participantů a nízká míra stresu se projevila 4 % participantů.

Výsledky této studie tak naznačují, že úprava spánkového režimu může být efektivní strategií pro zlepšení kvality spánku u fyzicky aktivních jedinců. Je však důležité zdůraznit, že se jednalo o studii s malým vzorkem a krátkou dobou intervence. Pro potvrzení těchto nálezů a objasnění vztahů mezi kvalitou spánku a dalšími proměnnými je zapotřebí dalšího rozsáhlého výzkumu.

Cíle tohoto výzkumu byly dostatečně naplněny a veškeré nedostatky byly okomentovány v diskusi této práce. Další výzkumné směřování by se mohlo zaměřit na longitudinální studie s větším vzorkem pro sledování dlouhodobých efektů intervence, dále na prozkoumání vztahu mezi kvalitou spánku a kognitivní složkou pohody, nebo na analýzu vlivu specifických faktorů spánkové hygieny (např. délka spánku, čas usínání a vstávání) na kvalitu spánku.

Závěrem lze shrnout, že tato studie přináší důležité poznatky o vlivu úpravy spánkového režimu na kvalitu spánku u sportující populace. Výsledky naznačují, že se jedná o slibnou strategii pro zlepšení spánku, avšak pro definitivní závěry je nutná další komplexní analýza.

Souhrn

Výzkumy prokazují, že existuje úzká souvislost mezi kvalitou spánku a celkovou pohodou. Špatná kvalita spánku může až 4,7krát zvýšit pravděpodobnost vyššího stresu (Herawati & Gayatri, 2019) a vést k nižší spokojenosti ve fyzické, psychické, sociální a environmentální oblasti (Howell et al., 2008; Weinberg et al., 2016; Marques et al., 2017). Naopak, adekvátní délka a kvalita spánku hrají klíčovou roli v regulaci svalové hmoty a tělesného tuku, čímž podporují zdravé složení těla (Kim et al., 2017).

Spánek má však i mnoho dalších důležitých funkcí pro celkové zdraví včetně šetření energie, obnovy energetických zdrojů, opravy buněčné tkáně (Krueger et al., 2016), termoregulaci (Harding, Franks & Wisden., 2020), metabolickou regulaci (Knutson et al., 2007; Van Cauter et al., 2008) a podporu imunitního systému (Lange, Dimitrov & Born, 2010).

Špatná spánková hygiena hraje významnou roli ve zhoršování kvality i délky spánku. Nespavost a nevhodný spánkový režim negativně ovlivňují celkovou pohodu a jsou spojeny s řadou duševních a fyzických poruch (Mastin, Bryson & Corwyn, 2006; Brick, Seely & Palermo, 2010; Irish et al., 2015). Naproti tomu dodržování zásad spánkové hygieny má prokazatelně pozitivní vliv na kvalitu spánku, a to jak u fyzicky aktivní zdravé populace (Chen et al., 2010; Kakinuma et al., 2010; Irish et al. 2015; O'Donnell & Driller, 2017; Lever et al., 2020), tak i u pacientů s chronickými onemocněními (Barati & Amini, 2022).

Spánek kromě stresu však mohou ovlivňovat i cirkadiánní preference (Roeser et al., 2012). Například ranní preference bývají spojovány s vyšší kvalitou spánku (Litwic-Kaminska & Kotysko, 2020) a naopak, večerní preference jsou zase asociovány s horší kvalitou spánku (Rose et al., 2015; Sun et al., 2019; Nowakowska-Domagala et al., 2022).

Také vyšší BMI bývá spojováno nižší kvalitou (Gangwish et al., 2007; Ogilvie & Patel, 2017; Chan et al., 2018; Dong et al., 2020; Amiri, 2023), které pak může vnitřně narušovat cirkadiánní hodiny (Hansen et al., 2016). Podpora kvality spánku pak může probíhat kromě edukace ohledně spánkové hygieny probíhat i formou pravidelné fyzické aktivity se kterou je spojována vyšší kvantita i kvalita spánku (Driver & Taylor, 2000; Myllymaki et al., 2011; Baron, Reid & Zee, 2013; Inoue et al., 2013; Xie et al, 2013; Takács & Török, 2019; Xie et al., 2021; Rosa et al., 2021; Khazaie et al., 2022; Alnawwar et al., 2023).

Tato práce přináší poznatky ohledně vlivu úpravy spánkového režimu na kvalitu spánku, cirkadiánní preferenci, psychickou zátěž a rozložení tělesné hmotnosti. Práce sestávala ze 14denní intervence u 3 skupin, které byly v úpravě různě angažované a pro každou skupinu tak

výzkum jinak náročný. Všem skupinám byla na začátku intervence poskytnuta doporučení zpracovaná do spánkového manuálu.

Cílem aktuální studie bylo ověření vztahu mezi změnou spánkového režimu v souvislosti s kvalitou spánku, cirkadiánní preferencí, mírou stresu a tělesným rozložením formou tělesného tuku a kosterního svalstva. Zároveň se jednalo o zjištění, zda má míra angažovanosti v úpravě spánkového režimu u dané skupiny vliv na kvalitu spánku po intervenci.

Studie kombinovala online dotazníkové baterie obsahující dotazníky PSQI, MEQ a PSS-10 spolu s měřením tukové tkáně a svalové hmoty na přístroji InBody a u některých participantů i s měřením efektivity spánku pomocí aktigrafických hodinek. Studie se účastnilo 95 fyzicky aktivních participantů ve věku 18-53 let, z čehož 78 participantů úspěšně prošlo všemi fázemi výzkumu.

Ve studii byl nalezen pozitivní vztah mezi mírou stresu a kvalitou spánku ($r = 0,38$, $p < 0,001$) a mezi procentem tukové hmoty a procentem kosterního svalstva ($r = -0,99$, $p < 0,001$). Intervence se ukázala jako v efektivní, kdy 77 % participantů dosahovali lepší kvality spánku, a zároveň bylo prokázáno významné zlepšení skóre u kvality spánku měřené dotazníkem PSQI ($p < 0,001$, $\eta^2_p = 0,66$). Rozdílnost v interakci mezi intervencí a jednotlivými skupinami však nebyla potvrzena ($p = 0,28$, $\eta^2_p = 0,03$).

Reference

- Abdullah, A., Peeters, A., de Courten, M., & Stoelwinder, J. (2010). The magnitude of association between overweight and obesity and the risk of diabetes: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Diabetes research and clinical practice*, *89*(3), 309–319. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2010.04.012>
- Acosta-Rodríguez, V., Rijo-Ferreira, F., Izumo, M., Xu, P., Wight-Carter, M., Green, C. B., & Takahashi, J. S. (2022). Circadian alignment of early onset caloric restriction promotes longevity in male C57BL/6J mice. *Science (New York, N.Y.)*, *376*(6598), 1192–1202. <https://doi.org/10.1126/science.abk0297>
- Adan, A., & Natale, V. (2002). Gender differences in morningness-eveningness preference. *Chronobiology international*, *19*(4), 709–720. <https://doi.org/10.1081/cbi-120005390>
- Adan, A., Archer, S. N., Hidalgo, M. P., Di Milia, L., Natale, V., & Randler, C. (2012). Circadian typology: a comprehensive review. *Chronobiology international*, *29*(9), 1153–1175. <https://doi.org/10.3109/07420528.2012.719971>
- Ahmed, I., Banu, H., Al-Fageer, R., & Al-Suwaidi, R. (2009). Cognitive emotions: depression and anxiety in medical students and staff. *Journal of critical care*, *24*(3), e1–e7. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2009.06.003>
- Akerstedt, T., Knutsson, A., Westerholm, P., Theorell, T., Alfredsson, L., & Kecklund, G. (2002). Sleep disturbances, work stress and work hours: a cross-sectional study. *Journal of psychosomatic research*, *53*(3), 741–748. [https://doi.org/10.1016/s0022-3999\(02\)00333-1](https://doi.org/10.1016/s0022-3999(02)00333-1)
- Akerstedt, T., Philip, P., Capelli, A., & Kecklund, G. (2011). Sleep loss and accidents--work hours, life style, and sleep pathology. *Progress in brain research*, *190*, 169–188. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53817-8.00011-6>
- AlGhanim, N., Comondore, V. R., Fleetham, J., Marra, C. A., & Ayas, N. T. (2008). The economic impact of obstructive sleep apnea. *Lung*, *186*(1), 7–12. <https://doi.org/10.1007/s00408-007-9055-5>
- Ali, R.M., Zolezzi, M., Awaisu, A., & Eltorki, Y. (2023). Sleep Quality and Sleep Hygiene Behaviors Among University Students in Qatar. *International Journal of General Medicine*, *16*, 2427–2439. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S402399>
- Almendros-Ruiz, A., Lopez-Moro, A., Conde-Pipò, J., Santalla, A., Requena, B., & Mariscal-Arcas, M. (2023). The Effects of Melatonin Supplementation on Professional Football Player

- Performance: *A Systematic Review. Nutrients, 15(20), 4467.*
<https://doi.org/10.3390/nu15204467>
- Alnawwar, M. A., Alraddadi, M. I., Algethmi, R. A., Salem, G. A., Salem, M. A., & Alharbi, A. A. (2023). The Effect of Physical Activity on Sleep Quality and Sleep Disorder: A Systematic Review. *Cureus, 15(8), e43595.* <https://doi.org/10.7759/cureus.43595>
- Altimus, C. M., Güler, A. D., Villa, K. L., McNeill, D. S., Legates, T. A., & Hattar, S. (2008). Rods-cones and melanopsin detect light and dark to modulate sleep independent of image formation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 105(50), 19998–20003.* <https://doi.org/10.1073/pnas.0808312105>
- American Psychological Association. (2020). Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.). <https://doi.org/10.1037/0000165-000>
- Amin, Y., Mushtaq, S., Taj, R., Sachdev, S., & Magray, S. M. (2023). Perceived Stress and Sleep Quality among Medical Students and their Relationship with Body Mass Index and Body Fat: A Cross-sectional Study (CC17-CC20). *Journal of Clinical and Diagnostic Research, 17(10),* <https://doi.org/10.7860/JCDR/2023/63254.18603>
- Amiri S. (2023). Body mass index and sleep disturbances: a systematic review and meta-analysis. *Postepy psychiatrii neurologii, 32(2), 96–109.* <https://doi.org/10.5114/ppn.2023.129067>
- Amiri, S., & Behnezhad, S. (2019). Obesity and anxiety symptoms: a systematic review and meta-analysis. *Adipositas und Angstsymptome: systematische Review und Metaanalyse. Neuropsychiatrie : Klinik, Diagnostik, Therapie und Rehabilitation : Organ der Gesellschaft Österreichischer Nervenärzte und Psychiater, 33(2), 72–89.* <https://doi.org/10.1007/s40211-019-0302-9>
- Amiri, S., & Behnezhad, S. (2020a). Sleep disturbances and back pain : Systematic review and meta-analysis. *Schlafstörungen und Rückenschmerzen : Systematischer Review und Metaanalyse. Neuropsychiatrie : Klinik, Diagnostik, Therapie und Rehabilitation : Organ der Gesellschaft Österreichischer Nervenärzte und Psychiater, 34(2), 74–84.* <https://doi.org/10.1007/s40211-020-00339-9>
- Amiri, S., & Behnezhad, S. (2020b). Sleep disturbances and risk of sick leave: systematic review and meta-analysis. *Sleep and Biological Rhythms. 18.* <https://doi.org/10.1007/s41105-020-00270-0>
- Anastasilakis, A. D., Polyzos, S. A., Saridakis, Z. G., Kynigopoulos, G., Skouvaklidou, E. C., Molyvas, D., et al. (2014). Circulating irisin in healthy, young individuals: Day- night rhythm, effects of

- food intake and exercise, and associations with gender, physical activity, diet, and body composition. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 99 (9), 3247–3255. <https://doi.org/10.1210/jc.2014-1367>
- Anton, S. D., Moehl, K., Donahoo, W. T., Marosi, K., Lee, S. A., Mainous, A. G., 3rd, Leeuwenburgh, C., & Mattson, M. P. (2018). Flipping the Metabolic Switch: Understanding and Applying the Health Benefits of Fasting. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 26(2), 254–268. <https://doi.org/10.1002/oby.22065>
- Antoni, R., Johnston, K. L., Collins, A. L. & Robertson, M. D. (2017). Effects of intermittent fasting on glucose and lipid metabolism. *Proceedings of the Nutrition Society*, 76(3):361-368. <https://doi.org/10.1017/S0029665116002986>
- Antony, J. W., Schönauer, M., Staresina, B. P., & Cairney, S. A. (2019). Sleep Spindles and Memory Reprocessing. *Trends in neurosciences*, 42(1), 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2018.09.012>
- Arner, P., & Rydén, M. (2022). Human white adipose tissue: A highly dynamic metabolic organ. *Journal of internal medicine*, 291(5), 611–621. <https://doi.org/10.1111/joim.13435>
- Atkinson, G., Fullick, S., Grindey, C., & Maclaren, D. (2008). Exercise, energy balance and the shift worker. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(8), 671–685. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838080-00005>
- Atlantis, E., Chow, C.-M., Kirby, A., & Singh, M. A. F. (2006). Worksite intervention effects on sleep quality: A randomized controlled trial. *Journal of Occupational Health Psychology*, 11(4), 291–304. <https://doi.org/10.1037/1076-8998.11.4.291>
- Aune, D., Sen, A., Prasad, M., Norat, T., Janszky, I., Tonstad, S., Romundstad, P., & Vatten, L. J. (2016). BMI and all cause mortality: systematic review and non-linear dose-response meta-analysis of 230 cohort studies with 3.74 million deaths among 30.3 million participants. *BMJ (Clinical research ed.)*, 353, i2156. <https://doi.org/10.1136/bmj.i2156>
- Baldan, G. E., & Ozcelik-Ersu, D. (2024). Determination of the relationship between body composition and nutritional habits and chronotype in healthy Turkish adults. *Chronobiology International*, 41(2), 226–236. <https://doi.org/10.1080/07420528.2024.2305658>
- Banno, M., Harada, Y., Taniguchi, M., Tobita, R., Tsujimoto, H., Tsujimoto, Y., Kataoka, Y., & Noda, A. (2018). Exercise can improve sleep quality: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 6, e5172. <https://doi.org/10.7717/peerj.5172>

- Barati, N., & Amini, Z. (2022). The effect of multicomponent sleep hygiene education on sleep quality and mental health in patients suffering from substance abuse. *Current Psychology, 41*, 6474–6480. <https://doi.org/10.1007/s12144-020-01145-w>
- Baron, K. G., Reid, K. J., & Zee, P. C. (2013). Exercise to improve sleep in insomnia: exploration of the bidirectional effects. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine, 9(8)*, 819–824. <https://doi.org/10.5664/jcsm.2930>
- Baron, K. G., Reid, K. J., & Zee, P. C. (2013). Exercise to improve sleep in insomnia: exploration of the bidirectional effects. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine, 9(8)*, 819–824. <https://doi.org/10.5664/jcsm.2930>
- Barrett-Connor, E., Dam, T. T., Stone, K., Harrison, S. L., Redline, S., Orwoll, E., & Osteoporotic Fractures in Men Study Group (2008). The association of testosterone levels with overall sleep quality, sleep architecture, and sleep-disordered breathing. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism, 93(7)*, 2602–2609. <https://doi.org/10.1210/jc.2007-2622>
- Bayon, V., Léger, D., & Philip, P. (2009). Socio-professional handicap and accidental risk in patients with hypersomnias of central origin. *Sleep medicine reviews, 13(6)*, 421–426. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2009.02.001>
- Bender, A. M., Van Dongen, H. P. A., & Samuels, C. H. (2018). Sleep Quality and Chronotype Differences between Elite Athletes and Non-Athlete Controls. *Clocks & sleep, 1(1)*, 3–12. <https://doi.org/10.3390/clockssleep1010002>
- Berson, D. M., Dunn, F. A., & Takao, M. (2002). Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. *Science (New York, N.Y.), 295(5557)*, 1070–1073. <https://doi.org/10.1126/science.1067262>
- Bescos, R., Boden, M. J., Jackson, M. L., Trewin, A. J., Marin, E. C., Levinger, I., Garnham, A., Hiam, D. S., Falcao-Tebas, F., Conte, F., Owens, J. A., Kennaway, D. J., & McConell, G. K. (2018). Four days of simulated shift work reduces insulin sensitivity in humans. *Acta physiologica (Oxford, England), 223(2)*, e13039. <https://doi.org/10.1111/apha.13039>
- Bin Heyat, M. B., Yassir, M. H., Siddiqui, M. M., Azad, S., & Akhtar, F. (2015). An Overview of Sleep and Stages of Sleep. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 4(12)*. <https://doi.org/10.17148/IJARCCCE.2015.412144>
- Biospace. (2008a). InBody 720 – The precision body composition analyzer. Dostupné z: https://www.e-inbody.com/prod-uct/pdf/720_catalog_10P_eng.pdf

- Biospace. (2008b). What is body composition. Dostupné z: <https://uk.inbody.com/about-inbody/what-is-body-composition/>
- Bolshette, N., Ibrahim, H., Reinke, H., and Asher, G. (2023). Circadian regulation of liver function: From molecular mechanisms to disease pathophysiology. *Nat. Rev. Gastroenterology Hepatology*. <https://doi.org/10.1038/s41575-023-00792-1>
- Bonato, M., La Torre, A., Saresella, M., Marventano, I., Merati, G., Banfi, G., & Vitale, J. A. (2020). Effect of High-Intensity Interval Training Versus Small-Sided Games Training on Sleep and Salivary Cortisol Level. *International journal of sports physiology and performance*, *15*(9), 1237–1244. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0498>
- Borbély, A. A., Daan, S., Wirz-Justice, A., and Deboer, T. (2016). The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. *J. Sleep Res.* *25*, 131–143. <https://doi.org/10.1111/jsr.12371>
- Brick, C. A., Seely, D. L., & Palermo, T. M. (2010). Association between sleep hygiene and sleep quality in medical students. *Behavioral sleep medicine*, *8*(2), 113–121. <https://doi.org/10.1080/15402001003622925>
- Brissette, I., & Cohen, S. (2002). The Contribution of Individual Differences in Hostility to the Associations between Daily Interpersonal Conflict, Affect, and Sleep. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *28*(9), 1265–1274. <https://doi.org/10.1177/01461672022812011>
- Brodsky V. Y. (2014). Circahoralian (ultradian) metabolic rhythms. *Biochemistry. Biokhimiia*, *79*(6), 483–495. <https://doi.org/10.1134/S0006297914060017>
- Bruggisser, F., Knaier, R., Roth, R., Wang, W., Qian, J., & Scheer, F. A. J. L. (2023). Best Time of Day for Strength and Endurance Training to Improve Health and Performance? A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports medicine - open*, *9*(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00577-5>
- Buchmann, N., Spira, D., Norman, K., Demuth, I., Eckardt, R. & Steinhagen-Thiessen E (2016). Sleep, muscle mass and muscle function in older people: a cross-sectional analysis based on data from the Berlin Aging Study II (BASE-II). *Arztebl*. doi: <https://doi.org/10.3238/arztebl.2016.0253>
- Buchmann, N., Spira, D., Norman, K., Demuth, I., Eckardt, R., & Steinhagen-Thiessen, E. (2016). Sleep, Muscle Mass and Muscle Function in Older People. *Deutsches Arzteblatt international*, *113*(15), 253–260. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2016.0253>

- Burke, T. M., Scheer, F. A. J. L., Ronda, J. M., Czeisler, C. A., & Wright, K. P., Jr (2015). Sleep inertia, sleep homeostatic and circadian influences on higher-order cognitive functions. *Journal of sleep research*, 24(4), 364–371. <https://doi.org/10.1111/jsr.12291>
- Buršíková Brabcová, Dana & Kohout, Jiří. (2018). Psychometrické ověření české verze Škály vnímaného stresu. *E-psychologie*. 12. 37-52. <https://doi.org/10.29364/epsy.311>
- Buxton, O. M., Lee, C. W., L'Hermite-Baleriaux, M., Turek, F. W., & Van Cauter, E. (2003). Exercise elicits phase shifts and acute alterations of melatonin that vary with circadian phase. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 284(3), R714–R724. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00355.2002>
- Buysse, D., Berman, S., Kupfer, D., Mnich, T., & Reynolds, C. (2023). Pittsburghský index kvality spánku (PSQI). *Mapi Research Trust*. <https://eprovide.mapitrust.org/instruments/pittsburgh-sleep-quality-index>
- Buysse, D.J., Reynolds, C.F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI): A new instrument for psychiatric research and practice. *Psychiatry Research*, 28(2), 193-213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)
- Calle, E. E., Thun, M. J., Petrelli, J. M., Rodriguez, C., & Heath, C. W., Jr (1999). Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *The New England journal of medicine*, 341(15), 1097–1105. <https://doi.org/10.1056/NEJM199910073411501>
- CamNtech. (2024). MotionWatch 8. *CamNtech Ltd*. Dostupné z: <https://www.camntech.com/motionwatch-8/>
- Cardinali, D. P., & Garay, A. (2023). Melatonin as a Chronobiotic/Cytoprotective Agent in REM Sleep Behavior Disorder. *Brain sciences*, 13(5), 797. <https://doi.org/10.3390/brainsci13050797>
- Ciarleglio, C. M., Ryckman, K. K., Servick, S. V., Hida, A., Robbins, S., Wells, N., Hicks, J., Larson, S. A., Wiedermann, J. P., Carver, K., Hamilton, N., Kidd, K. K., Kidd, J. R., Smith, J. R., Friedlaender, J., McMahon, D. G., Williams, S. M., Summar, M. L., & Johnson, C. H. (2008). Genetic differences in human circadian clock genes among worldwide populations. *Journal of biological rhythms*, 23(4), 330–340. <https://doi.org/10.1177/0748730408320284>
- Cinzano, P., Falchi, F., & Elvidge, C. D. (2001). The first World Atlas of the artificial night sky brightness. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 328(3), 689-707. <https://doi.org/10.1046/j.1365-8711.2001.04882.x>

- Cioffi, I., Evangelista, A., Ponzo, V., Ciccone, G., Soldati, L., Santarpia, L., Contaldo, F., Pasanisi, F., Ghigo, E. & Bo, S. (2018). Intermittent versus continuous energy restriction on weight loss and cardiometabolic outcomes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Transl Med* 16, 37. <https://doi.org/10.1186/s12967-018-1748-4>
- Cohen, S., & Williamson, G. (1988). Perceived Stress in a Probability Sample of the US. In: Spacapan, S. and Oskamp, S., Eds., *The Social Psychology of Health: Claremont Symposium on Applied Social Psychology*, Sage, Newbury Park.
- Connor, J., Whitlock, G., Norton, R., & Jackson, R. (2001). The role of driver sleepiness in car crashes: a systematic review of epidemiological studies. *Accident; analysis and prevention*, 33(1), 31–41. [https://doi.org/10.1016/s0001-4575\(00\)00013-0](https://doi.org/10.1016/s0001-4575(00)00013-0)
- Contín, M. A., Benedetto, M. M., Quinteros-Quintana, M. L., & Guido, M. E. (2016). Light pollution: the possible consequences of excessive illumination on retina. *Eye (London, England)*, 30(2), 255–263. <https://doi.org/10.1038/eye.2015.221>
- Costello, R. B., Lentino, C. V., Boyd, C. C., O’Connell, M. L., Crawford, C. C., Sprengel, M. L., & Deuster, P. A. (2014). The effectiveness of melatonin for promoting healthy sleep: A rapid evidence assessment of the literature. *Nutrition Journal*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/1475-2891-13-106>
- Curtis, A. M., Fagundes, C. T., Yang, G., Palsson-McDermott, E. M., Wochal, P., McGettrick, A. F., et al. (2015). Circadian control of innate immunity in macrophages by miR-155 targeting Bmal1. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 112 (23), 7231–7236. <https://doi.org/10.1073/pnas.1501327112>
- Damas, F., Libardi, C. A., & Ugrinowitsch, C. (2018). The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. *European journal of applied physiology*, 118(3), 485–500. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3792-9>
- Davies, T. W., & Smyth, T. (2018). Why artificial light at night should be a focus for global change research in the 21st century. *Global change biology*, 24(3), 872–882. <https://doi.org/10.1111/gcb.13927>
- Della Monica, C., Johnsen, S., Atzori, G., Groeger, J. A., & Dijk, D. J. (2018). Rapid Eye Movement Sleep, Sleep Continuity and Slow Wave Sleep as Predictors of Cognition, Mood, and Subjective Sleep Quality in Healthy Men and Women, Aged 20-84 Years. *Frontiers in psychiatry*, 9, 255. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00255>

- Deota, S., Lin, T., Chaix, A., Williams, A., Le, H., Calligaro, H., Ramasamy, R., Huang, L., & Panda, S. (2023). Diurnal transcriptome landscape of a multi-tissue response to time-restricted feeding in mammals. *Cell metabolism*, *35*(1), 150–165.e4. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2022.12.006>
- Depner, C. M., Stothard, E. R., & Wright, K. P. (2014). Metabolic consequences of sleep and circadian disorders. *Current Diabetes Reports*, *14*(7). <https://doi.org/10.1007/s11892-014-0507-z>
- Després, J. P., Lemieux, I., Bergeron, J., Pibarot, P., Mathieu, P., Larose, E., Rodés-Cabau, J., Bertrand, O. F., & Poirier, P. (2008). Abdominal obesity and the metabolic syndrome: contribution to global cardiometabolic risk. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, *28*(6), 1039–1049. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.107.159228>
- Dibner, C., Schibler, U., & Albrecht, U. (2010). The mammalian circadian timing system: Organization and coordination of central and peripheral clocks. *Annual Review of Physiology*, *72*, 517–549. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-021909-135821>
- Diekelmann, S., & Born, J. (2010). The memory function of sleep. *Nature reviews. Neuroscience*, *11*(2), 114–126. <https://doi.org/10.1038/nrn2762>
- Dierickx, P., Van Laake, L. W., & Geijsen, N. (2018). Circadian clocks: from stem cells to tissue homeostasis and regeneration. *EMBO reports*, *19*(1), 18–28. <https://doi.org/10.15252/embr.201745130>
- Dolezal, B. A., Neufeld, E. V., Boland, D. M., Martin, J. L., & Cooper, C. B. (2017). Interrelationship between Sleep and Exercise: A Systematic Review. *Advances in preventive medicine*, *2017*, 1364387. <https://doi.org/10.1155/2017/1364387>
- Dong, Z., Xu, X., Wang, C., Cartledge, S., Maddison, R., & Shariful Islam, S. M. (2020). Association of overweight and obesity with obstructive sleep apnoea: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Medicine*, *17*, 100185. <https://doi:10.1016/j.obmed.2020.100185>
- Drake, C. L., Roehrs, T., & Roth, T. (2003). Insomnia causes, consequences, and therapeutics: an overview. *Depression and anxiety*, *18*(4), 163–176. <https://doi.org/10.1002/da.10151>
- Driller, M. W., Dixon, Z. T., & Clark, M. I. (2017). Accelerometer-based sleep behavior and activity levels in student athletes in comparison to student non-athletes. *Sport Sciences for Health*, *13*(2), 411–418. <https://doi.org/10.1007/s11332-017-0373-6>
- Driver, H. S., & Taylor, S. R. (2000). Exercise and sleep. *Sleep medicine reviews*, *4*(4), 387–402. <https://doi.org/10.1053/smrv.2000.0110>

- Dworak, M., Diel, P., Voss, S., Hollmann, W., & Strüder, H. K. (2007). Intense exercise increases adenosine concentrations in rat brain: implications for a homeostatic sleep drive. *Neuroscience*, *150*(4), 789–795. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2007.09.062>
- Dyar, K. A., Ciciliot, S., Wright, L. E., Biensø, R. S., Tagliazucchi, G. M., Patel, V. R., Forcato, M., Paz, M. I., Gudiksen, A., Solagna, F., Albiero, M., Moretti, I., Eckel-Mahan, K. L., Baldi, P., Sassone-Corsi, P., Rizzuto, R., Bucciato, S., Pilegaard, H., Blaauw, B., & Schiaffino, S. (2013). Muscle insulin sensitivity and glucose metabolism are controlled by the intrinsic muscle clock. *Molecular metabolism*, *3*(1), 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.molmet.2013.10.005>
- Edéll-Gustaffson U. M. (2002). Insufficient sleep, cognitive anxiety and health transition in men with coronary artery disease: a self-report and polysomnographic study. *Journal of advanced nursing*, *37*(5), 414–422. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2002.02106.x>
- Egan, B., & Zierath, J. R. (2013). Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell metabolism*, *17*(2), 162–184. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2012.12.012>
- El Shakankiry H. M. (2011). Sleep physiology and sleep disorders in childhood. *Nature and science of sleep*, *3*, 101–114. <https://doi.org/10.2147/NSS.S22839>
- Emens, J., Rough, J., Arntz, D., & Lewy, A. J. (2008). Circadian misalignment correlates with symptom severity in non-seasonal depression. *Sleep*, *31*(Supplement 2), A314. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2009.04.009>
- Engin, A. (2017). Circadian rhythms in diet-induced obesity. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, *960*, 19–52. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48382-5_2
- Erlacher, D., Ehrlenspiel, F., Adegbesan, O. A., & El-Din, H. G. (2011). Sleep habits in German athletes before important competitions or games. *Journal of sports sciences*, *29*(8), 859–866. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.565782>
- Escames, G., Ozturk, G., Baño-Otálora, B., Pozo, M. J., Madrid, J. A., Reiter, R. J., Serrano, E., Concepción, M., & Acuña-Castroviejo, D. (2012). Exercise and melatonin in humans: reciprocal benefits. *Journal of pineal research*, *52*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1111/j.1600-079X.2011.00924.x>
- Escames, G., Ozturk, G., Baño-Otálora, B., Pozo, M. J., Madrid, J. A., Reiter, R. J., Serrano, E., Concepción, M., & Acuña-Castroviejo, D. (2012). Exercise and melatonin in humans: reciprocal benefits. *Journal of pineal research*, *52*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1111/j.1600-079X.2011.00924.x>

- Facer-Childs, E., & Brandstaetter, R. (2015a). Circadian Phenotype Composition is a Major Predictor of Diurnal Physical Performance in Teams. *Frontiers in neurology*, 6, 208. <https://doi.org/10.3389/fneur.2015.00208>
- Facer-Childs, E., & Brandstaetter, R. (2015b). The impact of circadian phenotype and time since awakening on diurnal performance in athletes. *Current biology : CB*, 25(4), 518–522. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.12.036>
- Fagiani, F., Di Marino, D., Romagnoli, A., Travelli, C., Voltan, D., Di Cesare Mannelli, L., Racchi, M., Govoni, S., & Lanni, C. (2022). Molecular regulations of circadian rhythm and implications for physiology and diseases. *Signal transduction and targeted therapy*, 7(1), 41. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-00899-y>
- Farkova, Eva & Novák, Jan & Manková, Denisa & Koprivova, Jana. (2020). Comparison of Munich Chronotype Questionnaire (MCTQ) and Morningness-Eveningness Questionnaire (MEQ) Czech version. *Chronobiology International*. 37. 1-8. <https://doi.org/10.1080/07420528.2020.1787426>.
- Farouk Aly, H., & Zaki Rizk, M. (2018). Melatonin and Its Indisputable Effects on the Health State. *IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.79817>
- Fatima, N., & Rana, S. (2020). Metabolic implications of circadian disruption. *Pflugers Archiv : European journal of physiology*, 472(5), 513–526. <https://doi.org/10.1007/s00424-020-023816>
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics: And Sex and Drugs and Rock “N” Roll*. 4th Edition, Sage, Los Angeles, London, New Delhi.
- Figueiro, M. G., Bierman, A., & Rea, M. S. (2013). A train of blue light pulses delivered through closed eyelids suppresses melatonin and phase shifts the human circadian system. *Nature and science of sleep*, 5, 133–141. <https://doi.org/10.2147/NSS.S52203>
- Filho, E., di Fronso, S., Forzini, F., Murgia, M., Agostini, T., Bortoli, L., Robazza, C., & Bertollo, M. (2015). Athletic performance and recovery-stress factors in cycling: An ever changing balance. *European journal of sport science*, 15(8), 671–680. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1048746>
- Fischer, D., Lombardi, D. A., Marucci-Wellman, H., and Roenneberg, T. (2017). Chronotypes in the US - influence of age and sex. *PLoS One* 12 (6), e0178782. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178782>

- Fisk, A. S., Tam, S. K. E., Brown, L. A., Vyazovskiy, V. V., Bannerman, D. M., & Peirson, S. N. (2018). Light and Cognition: Roles for Circadian Rhythms, Sleep, and Arousal. *Frontiers in neurology*, *9*, 56. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00056>
- Fleury, G., Masís-Vargas, A., & Kalsbeek, A. (2020). Metabolic Implications of Exposure to Light at Night: Lessons from Animal and Human Studies. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, *28 Suppl 1(Suppl 1)*, S18–S28. <https://doi.org/10.1002/oby.22807>
- Ferner-Cordero, A., Umemura, G. S., Furtado, F., & Gonçalves, B. D. S. B. (2018). Comparison of sleep quality assessed by actigraphy and questionnaires to healthy subjects. *Sleep science (Sao Paulo, Brazil)*, *11(3)*, 141–145. <https://doi.org/10.5935/1984-0063.20180027>
- Foster, R. G., Hughes, S., & Peirson, S. N. (2020). Circadian Photoentrainment in Mice and Humans. *Biology*, *9(7)*, 180. <https://doi.org/10.3390/biology9070180>
- Fowler, P. M., Knez, W., Crowcroft, S., Mendham, A. E., Miller, J., Sargent, C., Halson, S., & Duffield, R. (2017). Greater Effect of East versus West Travel on Jet Lag, Sleep, and Team Sport Performance. *Medicine and science in sports and exercise*, *49(12)*, 2548–2561. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001374>
- Fullagar, H. H., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A. J., & Meyer, T. (2015). Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, *45(2)*, 161–186. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0260-0>
- Gabriel, B. M., & Zierath, J. R. (2017). The Limits of Exercise Physiology: From Performance to Health. *Cell metabolism*, *25(5)*, 1000–1011. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2017.04.018>
- Gale, S. M., Castracane, V. D., & Mantzoros, C. S. (2004). Energy homeostasis, obesity and eating disorders: recent advances in endocrinology. *The Journal of nutrition*, *134(2)*, 295–298. <https://doi.org/10.1093/jn/134.2.295>
- Gangwisch, J. E., Heymsfield, S. B., Boden-Albala, B., Buijs, R. M., Kreier, F., Pickering, T. G., Rundle, A. G., Zammit, G. K., & Malaspina, D. (2007). Sleep duration as a risk factor for diabetes incidence in a large U.S. sample. *Sleep*, *30(12)*, 1667–1673. <https://doi.org/10.1093/sleep/30.12.1667>
- Gao, B., Dwivedi, S., Milewski, M. D., & Cruz, A. I. (2019). Lack of Sleep and Sports Injuries in Adolescents. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, *39(5)*, e324–e333. <https://doi.org/10.1097/bpo.0000000000001306>

- Garautet, M., Gómez-Abellán, P., Albuquerque-Béjar, J. J., Lee, Y. C., Ordovás, J. M., & Scheer, F. A. (2013). Timing of food intake predicts weight loss effectiveness. *International journal of obesity (2005)*, *37*(4), 604–611. <https://doi.org/10.1038/ijo.2012.229>
- García-Hermoso, A., Cavero-Redondo, I., Ramírez-Vélez, R., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Lee, D. C., & Martínez-Vizcaíno, V. (2018). Muscular Strength as a Predictor of All-Cause Mortality in an Apparently Healthy Population: A Systematic Review and Meta-Analysis of Data From Approximately 2 Million Men and Women. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *99*(10), 2100–2113.e5. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.01.008>
- Gaston, K. J., Bennie, J., Davies, T. W., & Hopkins, J. (2013). The ecological impacts of nighttime light pollution: a mechanistic appraisal. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, *88*(4), 912–927. <https://doi.org/10.1111/brv.12036>
- Gerhart-Hines, Z., & Lazar, M. A. (2015). Circadian metabolism in the light of evolution. *Endocrine reviews*, *36*(3), 289–304. <https://doi.org/10.1210/er.2015-1007>
- Germain, A., & Kupfer, D. J. (2008). Circadian rhythm disturbances in depression. *Human Psychopharmacology*, *23*(7), 571–585. <https://doi.org/10.1002/hup.964>
- Glavin, E. E., Ceneus, M., Chanowitz, M., Kantilierakis, J., Mendelow, E., Mosquera, J., & Spaeth, A. M. (2021). Relationships between sleep, exercise timing, and chronotype in young adults. *Journal of health psychology*, *26*(13), 2636–2647. <https://doi.org/10.1177/1359105320926530>
- Glavin, E. E., Ceneus, M., Chanowitz, M., Kantilierakis, J., Mendelow, E., Mosquera, J., & Spaeth, A. M. (2021). Relationships between sleep, exercise timing, and chronotype in young adults. *Journal of health psychology*, *26*(13), 2636–2647. <https://doi.org/10.1177/1359105320926530>
- Goel, N., Basner, M., Rao, H., & Dinges, D. F. (2013). Circadian rhythms, sleep deprivation, and human performance. *Progress in molecular biology and translational science*, *119*, 155–190. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396971-2.00007-5>
- Golombek, D. A., & Rosenstein, R. E. (2010). Physiology of Circadian Entrainment. *Physiol Rev*, *90*, 1063–1102. <https://doi.org/10.1152/physrev.00009.2009.-Mammalian>
- Gombert, M., Carrasco-Luna, J., Pin-Arboledas, G., and Codoner-Franch, P. (2019). The connection of circadian rhythm to inflammatory bowel disease. *Transl. Res.* *206*, 107–118. <https://doi.org/10.1016/j.trsl.2018.12.001>
- Gottesmann C. (2002). GABA mechanisms and sleep. *Neuroscience*, *111*(2), 231–239. [https://doi.org/10.1016/s0306-4522\(02\)00034-9](https://doi.org/10.1016/s0306-4522(02)00034-9)

- Gray, S. R., De Vito, G., Nimmo, M. A., Farina, D., & Ferguson, R. A. (2006). Skeletal muscle ATP turnover and muscle fiber conduction velocity are elevated at higher muscle temperatures during maximal power output development in humans. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, *290*(2), R376–R382. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00291.2005>
- Greene, M. W. (2012). Circadian rhythms and tumor growth. *Cancer Letters*, *318*(2), 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2012.01.001>
- Grimm, C., Wenzel, A., Williams, T., Rol, P., Hafezi, F., & Remé, C. (2001). Rhodopsin-mediated blue-light damage to the rat retina: effect of photoreversal of bleaching. *Investigative ophthalmology & visual science*, *42*(2), 497–505. PMID: 11157889
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science (New York, N.Y.)*, *319*(5864), 756–760. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>
- Grosbellet, E., & Challet, E. (2017). Central and Peripheral Circadian Clocks. *Principles and Practice of Sleep Medicine*, 396–404.e6. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-24288-2.00038-6>
- Hacisevki, A., & Baba, B. (2018). An Overview of Melatonin as an Antioxidant Molecule: A Biochemical Approach. *IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.79421>
- Hankins, M. W., Peirson, S. N., & Foster, R. G. (2008). Melanopsin: an exciting photopigment. *Trends in neurosciences*, *31*(1), 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2007.11.002>
- Hansen, J., Timmers, S., Moonen-Kornips, E., Duez, H., Staels, B., Hesselink, M. K., & Schrauwen, P. (2016). Synchronized human skeletal myotubes of lean, obese and type 2 diabetic patients maintain circadian oscillation of clock genes. *Scientific reports*, *6*, 35047. <https://doi.org/10.1038/srep35047>
- Harding, E. C., Franks, N. P., & Wisden, W. (2020). Sleep and thermoregulation. *Current Opinion in Physiology*, *15*, 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.cophys.2019.11.008>
- Harrington M. E. (1997). The ventral lateral geniculate nucleus and the intergeniculate leaflet: interrelated structures in the visual and circadian systems. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, *21*(5), 705–727. [https://doi.org/10.1016/s0149-7634\(96\)00019-x](https://doi.org/10.1016/s0149-7634(96)00019-x)
- Harris, L. M., Huang, X., Linthicum, K. P., Bryen, C. P., & Ribeiro, J. D. (2020). Sleep disturbances as risk factors for suicidal thoughts and behaviours: a meta-analysis of longitudinal studies. *Scientific reports*, *10*(1), 13888. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70866-6>

- Hartenbaum, N., Collop, N., Rosen, I. M., Phillips, B., George, C. F., Rowley, J. A., Freedman, N., Weaver, T. E., Gurubhagavatula, I., Strohl, K., Leaman, H. M., Moffitt, G. L., American College of Chest Physicians, American College of Occupational and Environmental Medicine, & National Sleep Foundation (2006). Sleep apnea and commercial motor vehicle operators: Statement from the joint task force of the American College of Chest Physicians, the American College of Occupational and Environmental Medicine, and the National Sleep Foundation. *Chest*, *130*(3), 902–905. <https://doi.org/10.1378/chest.130.3.902>
- Hasler, B. P., & Clark, D. B. (2013). Circadian misalignment, reward-related brain function, and adolescent alcohol involvement. *Alcoholism, clinical and experimental research*, *37*(4), 558–565. <https://doi.org/10.1111/acer.12003>
- Hatori, M., Vollmers, C., Zarrinpar, A., DiTacchio, L., Bushong, E. A., Gill, S., Leblanc, M., Chaix, A., Joens, M., Fitzpatrick, J. A., Ellisman, M. H., & Panda, S. (2012). Time-restricted feeding without reducing caloric intake prevents metabolic diseases in mice fed a high-fat diet. *Cell metabolism*, *15*(6), 848–860. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2012.04.019>
- Hattar, S., Kumar, M., Park, A., Tong, P., Tung, J., Yau, K. W., & Berson, D. M. (2006). Central projections of melanopsin-expressing retinal ganglion cells in the mouse. *The Journal of comparative neurology*, *497*(3), 326–349. <https://doi.org/10.1002/cne.20970>
- Hattar, S., Liao, H. W., Takao, M., Berson, D. M., & Yau, K. W. (2002). Melanopsin-containing retinal ganglion cells: architecture, projections, and intrinsic photosensitivity. *Science (New York, N.Y.)*, *295*(5557), 1065–1070. <https://doi.org/10.1126/science.1069609>
- Henderson, S. E. M., Brady, E. M., & Robertson, N. (2019). Associations between social jetlag and mental health in young people: A systematic review. *Chronobiology international*, *36*(10), 1316–1333. <https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1636813>
- Herawati, K., & Gayatri, D. (2019). The correlation between sleep quality and levels of stress among students in Universitas Indonesia. *Enfermería Clínica*. <https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2019.04.044>
- Herman, J. R., Rana, S. R., Chleboun, G. S., Gilders, R. M., Hageman, F. C., Hikida, R. S., Kushnick, M. R., Ragg, K. E., Staron, R. S., & Toma, K. (2010). Correlation between muscle fiber cross-sectional area and strength gain using three different resistance-training programs in college-aged women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *24*(1), 1-9. <https://doi.org/10.1097/01.JSC.0000367128.04768.0a>

- Hilditch, C. J., & McHill, A. W. (2019). Sleep inertia: current insights. *Nature and science of sleep*, *11*, 155–165. <https://doi.org/10.2147/NSS.S188911>
- Hobson J. A. (2005). Sleep is of the brain, by the brain and for the brain. *Nature*, *437(7063)*, 1254–1256. <https://doi.org/10.1038/nature04283>
- Horne, J. A., Östberg, O. (1976). A self-assessment questionnaire to determine morning-ness-eveningness in human circadian rhythms. *International Journal of Chronobiology*. *4.*, 97-110. PMID: 1027738.
- Hoshikawa, M., Uchida, S., & Hirano, Y. (2018). A Subjective Assessment of the Prevalence and Factors Associated with Poor Sleep Quality Amongst Elite Japanese Athletes. *Sports medicine - open*, *4(1)*, 10. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0122-7>
- Howell, A., Digdon, N., Buro, K. & Sheptycki, A. (2008). Relations among mindfulness, well-being, and sleep. *Personality and Individual Differences*. *45.* 773-777. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2008.08.005>
- Huang, W., Ramsey, K. M., Marcheiva, B., & Bass, J. (2011). Circadian rhythms, sleep, and metabolism. *The Journal of clinical investigation*, *121(6)*, 2133–2141. <https://doi.org/10.1172/JCI46043>
- Chaix, A., Zarrinpar, A., Miu, P., & Panda, S. (2014). Time-restricted feeding is a preventative and therapeutic intervention against diverse nutritional challenges. *Cell metabolism*, *20(6)*, 991–1005. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2014.11.001>
- Challet, E., & Pévet, P. (2003). Interactions between photic and nonphotic stimuli to synchronize the master circadian clock in mammals. *Frontiers in bioscience : a journal and virtual library*, *8*, s246–s257. <https://doi.org/10.2741/1039>
- Chan, J. W., Lam, S. P., Li, S. X., Yu, M. W., Chan, N. Y., Zhang, J., & Wing, Y. K. (2014). Eveningness and insomnia: independent risk factors of nonremission in major depressive disorder. *Sleep*, *37(5)*, 911–917. <https://doi.org/10.5665/sleep.3658>
- Chan, W. S., Levsen, M. P., & McCrae, C. S. (2018). A meta-analysis of associations between obesity and insomnia diagnosis and symptoms. *Sleep medicine reviews*, *40*, 170–182. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2017.12.004>
- Chaput, J. P., & Tremblay, A. (2012). Sleeping habits predict the magnitude of fat loss in adults exposed to moderate caloric restriction. *Obesity facts*, *5(4)*, 561–566. <https://doi.org/10.1159/000342054>

- Chaput, J. P., Després, J. P., Bouchard, C., & Tremblay, A. (2008). The Association Between Sleep Duration and Weight Gain in Adults: A 6-Year Prospective Study from the Quebec Family Study. *Sleep*, *31*(4), 517–523. <https://doi.org/10.1093/sleep/31.4.517>
- Chen, L., & Yang, G. (2014). PPARs Integrate the Mammalian Clock and Energy Metabolism. *PPAR research*, *2014*, 653017. <https://doi.org/10.1155/2014/653017>
- Chen, P.-H., Kuo, H.-Y., & Chueh, K.-H. (2010). Sleep hygiene education: Efficacy on sleep quality in working women. *Journal of Nursing Research*, *18*(4), 283–289. doi: 10.1097/JNR.0b013e3181f3e3fd
- Choe, S. S., Huh, J. Y., Hwang, I. J., Kim, J. I., & Kim, J. B. (2016). Adipose Tissue Remodeling: Its Role in Energy Metabolism and Metabolic Disorders. *Frontiers in endocrinology*, *7*, 30. <https://doi.org/10.3389/fendo.2016.00030>
- Choi, Y., Cho, J., No, M. H., Heo, J. W., Cho, E. J., Chang, E., Park, D. H., Kang, J. H., & Kwak, H. B. (2020). Re-Setting the Circadian Clock Using Exercise against Sarcopenia. *International journal of molecular sciences*, *21*(9), 3106. <https://doi.org/10.3390/ijms21093106>
- Chtourou, H., & Souissi, N. (2012). The effect of training at a specific time of day: a review. *Journal of strength and conditioning research*, *26*(7), 1984–2005. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825770a7>
- Chung, S. J., An, H., & Suh, S. (2020). What do people do before going to bed? A study of bedtime procrastination using time use surveys. *Sleep*, *43*(4), zsz267. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsz267>
- Iber, C., Ancoli-Israel, S., Chesson, A.L. & Quan, S. (2007). The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events: Rules, Terminology and Technical Specifications. Westchester, IL: American Academy of Sleep Medicine.
- Ikeda, Y., Morita, E., Muroi, K., Arai, Y., Ikeda, T., Takahashi, T., Shiraki, N., Doki, S., Hori, D., Oi, Y., Sasahara, S. I., Ishihara, A., Matsumoto, S., Yanagisawa, M., Satoh, M., & Matsuzaki, I. (2022). Relationships between sleep efficiency and lifestyle evaluated by objective sleep assessment: SLEep Epidemiology Project at University of Tsukuba. *Nagoya journal of medical science*, *84*(3), 554–569. <https://doi.org/10.18999/nagjms.84.3.554>
- IKEM. (2020). Manuál spánkové hygieny. *Institut klinické a experimentální medicíny*. Dostupné z: <https://www.ikem.cz/cs/nespavost-pankova-hygiena/a-1997/>

- Inoue S, Yorifuji T, Sugiyama M, Ohta T, Ishikawa-Takata K, Doi H: Does habitual physical activity prevent insomnia? A cross-sectional and longitudinal study of elderly Japanese. *J Aging Phys Act.* 2013, 21:119-39. <https://doi.org/10.1123/japa.21.2.119>
- Ip, M. S., Lam, B., Ng, M. M., Lam, W. K., Tsang, K. W., & Lam, K. S. (2002). Obstructive sleep apnea is independently associated with insulin resistance. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 165(5), 670–676. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.165.5.2103001>
- Irish, L. A., Kline, C. E., Gunn, H. E., Buysse, D. J., & Hall, M. H. (2015). The role of sleep hygiene in promoting public health: A review of empirical evidence. *Sleep Medicine Reviews*, 22, 23–36. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2014.10.001>
- Irwin M. R. (2008). Human psychoneuroimmunology: 20 years of discovery. *Brain, behavior, and immunity*, 22(2), 129–139. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2007.07.013>
- Islam, Z., Hu, H., Akter, S., Kuwahara, K., Kochi, T., Eguchi, M., Kurotani, K., Nanri, A., Kabe, I., & Mizoue, T. (2020). Social jetlag is associated with an increased likelihood of having depressive symptoms among the Japanese working population: the Furukawa Nutrition and Health Study. *Sleep*, 43(1), zsz204. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsz204>
- Iwashina, I., Mochizuki, K., Inamochi, Y., & Goda, T. (2011). Clock genes regulate the feeding schedule-dependent diurnal rhythm changes in hexose transporter gene expressions through the binding of BMAL1 to the promoter/enhancer and transcribed regions. *The Journal of nutritional biochemistry*, 22(4), 334–343. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2010.02.012>
- Jaadane, I., Villalpando Rodriguez, G., Boulenguez, P., Carré, S., Dassieni, I., Lebon, C., Chahory, S., Behar-Cohen, F., Martinsons, C., & Torriglia, A. (2020). Retinal phototoxicity and the evaluation of the blue light hazard of a new solid-state lighting technology. *Scientific reports*, 10(1), 6733. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63442-5>
- Jakubowicz, D., Barnea, M., Wainstein, J., & Froy, O. (2013). High caloric intake at breakfast vs. dinner differentially influences weight loss of overweight and obese women. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 21(12), 2504–2512. <https://doi.org/10.1002/oby.20460>
- Jamshed, H., Beyl, R. A., Della Manna, D. L., Yang, E. S., Ravussin, E., & Peterson, C. M. (2019). Early Time-Restricted Feeding Improves 24-Hour Glucose Levels and Affects Markers of the Circadian Clock, Aging, and Autophagy in Humans. *Nutrients*, 11(6), 1234. <https://doi.org/10.3390/nu11061234>

- Janků, K., Šmotek, M., Fárková, E., & Kopřivová, J. (2019). Block the light and sleep well: Evening blue light filtration as a part of cognitive behavioral therapy for insomnia. *Chronobiology International*, 37(2), 248–259. <https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1692859>
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z. M., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 89(1), 81–88. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.1.81>
- Janssen, I., Heymsfield, S.B., Wang, Z., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 years. *Journal of Applied Physiology*, 89(1), 81–88. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.1.8>
- Johnston J. D. (2014). Physiological links between circadian rhythms, metabolism and nutrition. *Experimental physiology*, 99(9), 1133–1137. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2014.078295>
- Jones, E. J., Bishop, P. A., Woods, A. K., & Green, J. M. (2008). Cross-sectional area and muscular strength: a brief review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(12), 987–994. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00003>
- Juda, M., Vetter, C., & Roenneberg, T. (2013). Chronotype modulates sleep duration, sleep quality, and social jet lag in shift-workers. *Journal of Biological Rhythms*, 28(2), 141–151. <https://doi.org/10.1177/0748730412475042>
- Jurado-Fasoli, L., Amaro-Gahete, F. J., De-la-O, A., Dote-Montero, M., Gutiérrez, Á., & Castillo, M. J. (2018). Association between sleep quality and body composition in sedentary middle-aged adults. *Medicina*, 54(5), 91. <https://doi.org/10.3390/medicina54050091>
- Jurado-Fasoli, L., De-la-O, A., Molina-Hidalgo, C., Migueles, J. H., Castillo, M. J., & Amaro-Gahete, F. J. (2020). Exercise training improves sleep quality: A randomized controlled trial. *European journal of clinical investigation*, 50(3), e13202. <https://doi.org/10.1111/eci.13202>
- Jwad Taher, T., Al-jamyi, M., Tariq, H., Salih, A., & Sarray, F. (2024). The association between stress levels and body mass index among university students. *Maaen Journal for Medical Sciences*, 3. <https://doi.org/10.55810/2789-9136.1037>
- Kahleova, H., Lloren, J. I., Mashchak, A., Hill, M., & Fraser, G. E. (2017). Meal Frequency and Timing Are Associated with Changes in Body Mass Index in Adventist Health Study 2. *The Journal of Nutrition*, jn244749. <https://doi.org/doi:10.3945/jn.116.244749>
- Kakinuma, M., Takahashi, M., Kato, N., Aratake, Y., Watanabe, M., Ishikawa, Y., Kojima, R., Shibaoka, M., & Tanaka, K. (2010). Effect of brief sleep hygiene education for workers of an

- information technology company. *Industrial health*, 48(6), 758–765. <https://doi.org/10.2486/indhealth.ms1083>
- Karatsoreos I. N. (2012). Effects of circadian disruption on mental and physical health. *Current neurology and neuroscience reports*, 12(2), 218–225. <https://doi.org/10.1007/s11910-012-0252-0>
- Kasof, J. (2001). Eveningness and bulimic behavior. *Personality and Individual Differences - PERS INDIV DIFFER*. 31, 361-369. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(00\)00142-2](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(00)00142-2)
- Kassin, S. (2007). *Psychologie*. Computer Press.
- Khan, S., Malik, B. H., Gupta, D., & Rutkofsky, I. (2020). The Role of Circadian Misalignment due to Insomnia, Lack of Sleep, and Shift Work in Increasing the Risk of Cardiac Diseases: A Systematic Review. *Cureus*, 12(1), e6616. <https://doi.org/10.7759/cureus.6616>
- Khazaie, H., Norouzi, E., Rezaie, L., & Safari-Faramani, R. (2022). Effect of physical activity on sleep quality in patients with major depressive disorder: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Current Psychology, advance online publication*. <https://doi.org/10.1007/s12144-022-03810-8>
- Khazaie, H., Norouzi, E., Rezaie, L., & Safari-Faramani, R. (2022). Effect of physical activity on sleep quality in patients with major depression disorder: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Current Psychology: A Journal for Diverse Perspectives on Diverse Psychological Issues*. <https://doi.org/10.1007/s12144-022-03810-8>
- Khosravipour, M., Khanlari, P., Khazaie, S., Khosravipour, H., & Khazaie, H. (2021). A systematic review and meta-analysis of the association between shift work and metabolic syndrome: The roles of sleep, gender, and type of shift work. *Sleep Medicine Reviews*, 57, 101427. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2021.101427>
- Kim, E. J., & Dimsdale, J. E. (2007). The effect of psychosocial stress on sleep: a review of polysomnographic evidence. *Behavioral sleep medicine*, 5(4), 256–278. <https://doi.org/10.1080/15402000701557383>
- Kim, E.Y., Kim, S.R., Won, D.D., Choi, M.H. and Lee, I.K. (2020). Multifrequency Bioelectrical Impedance Analysis Compared With Computed Tomography for Assessment of Skeletal Muscle Mass in Primary Colorectal Malignancy: A Predictor of Short-Term Outcome After Surgery. *Nutrition in Clinical Practice*, 35: 664-674. <https://doi.org/10.1002/ncp.10363>

- Kim, K., Shin, D., Jung, G. U., Lee, D., & Park, S. M. (2017). Association between sleep duration, fat mass, lean mass and obesity in Korean adults: the fourth and fifth Korea National Health and Nutrition Examination Surveys. *Journal of sleep research*, *26*(4), 453–460. <https://doi.org/10.1111/jsr.12504>
- Kim, T. N., Park, M. S., Yang, S. J., Yoo, H. J., Kang, H. J., Song, W., Seo, J. A., Kim, S. G., Kim, N. H., Baik, S. H., Choi, D. S., & Choi, K. M. (2010). Prevalence and determinant factors of sarcopenia in patients with type 2 diabetes: the Korean Sarcopenic Obesity Study (KSOS). *Diabetes care*, *33*(7), 1497–1499. <https://doi.org/10.2337/dc09-2310>
- Kinouchi, K., & Sassone-Corsi, P. (2020). Metabolic rivalry: circadian homeostasis and tumorigenesis. *Nature reviews. Cancer*, *20*(11), 645–661. <https://doi.org/10.1038/s41568-020-0291-9>
- Klerman, E. B., Barbato, G., Czeisler, C. A., & Wehr, T. A. (2021). Can People Sleep Too Much? Effects of Extended Sleep Opportunity on Sleep Duration and Timing. *Frontiers in physiology*, *12*, 792942. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.792942>
- Kline, C. E. (2014). The Bidirectional Relationship Between Exercise and Sleep. *American Journal of Lifestyle Medicine*, *8*(6), 375–379. <https://doi.org/doi:10.1177/1559827614544437>
- Knufinke, M., Nieuwenhuys, A., Geurts, S. A. E., Coenen, A. M. L., & Kompier, M. A. J. (2018). Self-reported sleep quantity, quality and sleep hygiene in elite athletes. *Journal of sleep research*, *27*(1), 78–85. <https://doi.org/10.1111/jsr.12509>
- Knutson, K. L., Ryden, A. M., Mander, B. A., & Van Cauter, E. (2006). Role of sleep duration and quality in the risk and severity of type 2 diabetes mellitus. *Archives of internal medicine*, *166*(16), 1768–1774. <https://doi.org/10.1001/archinte.166.16.1768>
- Knutson, K. L., Spiegel, K., Penev, P., & Van Cauter, E. (2007). The metabolic consequences of sleep deprivation. *Sleep medicine reviews*, *11*(3), 163–178. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2007.01.002>
- Koike, N., Yoo, S. H., Huang, H. C., Kumar, V., Lee, C., Kim, T. K., & Takahashi, J. S. (2012). Transcriptional architecture and chromatin landscape of the core circadian clock in mammals. *Science (New York, N.Y.)*, *338*(6105), 349–354. <https://doi.org/10.1126/science.1226339>
- Kortebein, P., Symons, T. B., Ferrando, A., Paddon-Jones, D., Ronsen, O., Protas, E., Conger, S., Lombeida, J., Wolfe, R., & Evans, W. J. (2008). Functional impact of 10 days of bed rest in healthy older adults. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, *63*(10), 1076–1081. <https://doi.org/10.1093/gerona/63.10.1076>

- Kotronoulas, G., Wengström, Y., & Kearney, N. (2013). Sleep and Sleep-Wake Disturbances in Care Recipient-Caregiver Dyads in the Context of a Chronic Illness: A Critical Review of the Literature. *Journal of Pain and Symptom Management*, *45*(3), 579–594. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2012.03.013>
- Kredlow, M. A., Capozzoli, M. C., Hearon, B. A., Calkins, A. W., & Otto, M. W. (2015). The effects of physical activity on sleep: a meta-analytic review. *Journal of behavioral medicine*, *38*(3), 427–449. <https://doi.org/10.1007/s10865-015-9617-6>
- Kripke, D. F., Garfinkel, L., Wingard, D. L., Klauber, M. R., & Marler, M. R. (2002). Mortality associated with sleep duration and insomnia. *Archives of general psychiatry*, *59*(2), 131–136. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.59.2.131>
- Kroese, F. M., De Ridder, D. T., Evers, C., & Adriaanse, M. A. (2014). Bedtime procrastination: introducing a new area of procrastination. *Frontiers in psychology*, *5*, 611. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00611>
- Kroese, F. M., Evers, C., Adriaanse, M. A., & de Ridder, D. T. D. (2016). Bedtime procrastination: A self-regulation perspective on sleep insufficiency in the general population. *Journal of health psychology*, *21*(5), 853–862. <https://doi.org/10.1177/1359105314540014>
- Krueger, J. M., Frank, M. G., Wisor, J. P., & Roy, S. (2016). Sleep function: Toward elucidating an enigma. *Sleep Medicine Reviews*, *28*, 46-54. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2015.08.005>
- Kucharczyk, E. R., Morgan, K., & Hall, A. P. (2012). The occupational impact of sleep quality and insomnia symptoms. *Sleep medicine reviews*, *16*(6), 547–559. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2012.01.005>
- Kumar, D. (2016). Relationship between body fat and skeletal muscle mass. *International journal of physical education, sports and health*, *3*, 203-204. Dostupné z: <https://www.kheljournal.com/archives/2016/vol3issue5/PartC/3-5-3-108.pdf>
- Küüsmaa, M., Schumann, M., Sedliak, M., Kraemer, W. J., Newton, R. U., Malinen, J. P., Nyman, K., Häkkinen, A., & Häkkinen, K. (2016). Effects of morning versus evening combined strength and endurance training on physical performance, muscle hypertrophy, and serum hormone concentrations. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, *41*(12), 1285–1294. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0271>

- Lane, J. M., Qian, J., Mignot, E., Redline, S., Scheer, F. A. J. L., & Saxena, R. (2023). Genetics of circadian rhythms and sleep in human health and disease. *Nature reviews. Genetics*, *24*(1), 4–20. <https://doi.org/10.1038/s41576-022-00519-z>
- Lange, T., Dimitrov, S., & Born, J. (2010). Effects of sleep and circadian rhythm on the human immune system. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1193*, 48–59. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05300.x>
- Larsson, S. C., & Wolk, A. (2007). Overweight, obesity and risk of liver cancer: a meta-analysis of cohort studies. *British journal of cancer*, *97*(7), 1005–1008. <https://doi.org/10.1038/sj.bjc.6603932>
- Lauer, C., Riemann, D., Lund, R., & Berger, M. (1987). Shortened REM latency: A consequence of psychological strain? *Psychophysiology*, *24*(3), 263–271. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1987.tb00293.x>
- Lee, G., Chang, J., Hwang, S. S., Son, J. S., & Park, S. M. (2021). Development and validation of prediction equations for the assessment of muscle or fat mass using anthropometric measurements, serum creatinine level, and lifestyle factors among Korean adults. *Nutrition research and practice*, *15*(1), 95–105. <https://doi.org/10.4162/nrp.2021.15.1.95>
- Lee, P., Smith, S., Linderman, J., Courville, A. B., Brychta, R. J., Dieckmann, W., Werner, C. D., Chen, K. Y., & Celi, F. S. (2014). Temperature-acclimated brown adipose tissue modulates insulin sensitivity in humans. *Diabetes*, *63*(11), 3686–3698. <https://doi.org/10.2337/db14-0513>
- LeGates, T. A., Fernandez, D. C., & Hattar, S. (2014). Light as a central modulator of circadian rhythms, sleep and affect. *Nature Reviews Neuroscience*, *15*(7), 443–454. <https://doi.org/10.1038/nrn3743>
- Léger, D., & Bayon, V. (2010). Societal costs of insomnia. *Sleep medicine reviews*, *14*(6), 379–389. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2010.01.003>
- Lemma, S., Gelaye, B., Berhane, Y., Worku, A., & Williams, M. A. (2012). Sleep quality and its psychological correlates among university students in Ethiopia: a cross-sectional study. *BMC psychiatry*, *12*, 237. <https://doi.org/10.1186/1471-244X-12-237>
- Levandovski, R., Dantas, G., Fernandes, L. C., Caumo, W., Torres, I., Roenneberg, T., Hidalgo, M. P., & Allebrandt, K. V. (2011). Depression scores associate with chronotype and social jetlag in a rural population. *Chronobiology international*, *28*(9), 771–778. <https://doi.org/10.3109/07420528.2011.602445>

- Lever, J. R., Murphy, A. P., Duffield, R., & Fullagar, H. K. (2020). A combined sleep hygiene and mindfulness intervention to improve sleep and well-being during high-performance youth tennis tournaments. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *16*(2), 250–258. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-1008>
- Li M. D. (2022). Clock-modulated checkpoints in time-restricted eating. *Trends in molecular medicine*, *28*(1), 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2021.10.006>
- Liberman, A. R., Halitjaha, L., Ay, A., & Ingram, K. K. (2018). Modeling Strengthens Molecular Link between Circadian Polymorphisms and Major Mood Disorders. *Journal of biological rhythms*, *33*(3), 318–336. <https://doi.org/10.1177/0748730418764540>
- Litwic-Kaminska, K., & Kotysko, M. (2020). Sleep quality of student athletes and non-athletes - the role of chronotype, stress and life satisfaction. *Sleep science (Sao Paulo, Brazil)*, *13*(4), 249–255. <https://doi.org/10.5935/1984-0063.20190153>
- Lohitashwa, R., Kadli, N., Kisan, R., A, S., & Deshpande, D. (2017). Effect of stress on sleep quality in young adult medical students: a cross sectional study. *International Journal of Research in Medical Sciences*, *3*(12), 3519–3523. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20151391>
- Longo, V. D., & Mattson, M. P. (2014). Fasting: Molecular Mechanisms and Clinical Applications. *Cell Metabolism*, *19*(2), 181–192. <https://doi.org/doi:10.1016/j.cmet.2013.12.008>
- Luboshitzky, R., Zabari, Z., Shen-Orr, Z., Herer, P., & Lavie, P. (2001). Disruption of the nocturnal testosterone rhythm by sleep fragmentation in normal men. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, *86*(3), 1134–1139. <https://doi.org/10.1210/jcem.86.3.7296>
- Lucas, R. J., Douglas, R. H., & Foster, R. G. (2001). Characterization of an ocular photopigment capable of driving pupillary constriction in mice. *Nature neuroscience*, *4*(6), 621–626. <https://doi.org/10.1038/88443>
- Lucas, R. J., Hattar, S., Takao, M., Berson, D. M., Foster, R. G., & Yau, K. W. (2003). Diminished pupillary light reflex at high irradiances in melanopsin-knockout mice. *Science (New York, N.Y.)*, *299*(5604), 245–247. <https://doi.org/10.1126/science.1077293>
- Luppino, F. S., de Wit, L. M., Bouvy, P. F., Stijnen, T., Cuijpers, P., Penninx, B. W., & Zitman, F. G. (2010). Overweight, obesity, and depression: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Archives of general psychiatry*, *67*(3), 220–229. <https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.2>

- Madzima, T. A., Panton, L. B., Fretti, S. K., Kinsey, A. W., & Ormsbee, M. J. (2014). Night-time consumption of protein or carbohydrate results in increased morning resting energy expenditure in active college-aged men. *The British journal of nutrition*, *111*(1), 71–77. <https://doi.org/10.1017/S000711451300192X>
- Magherini, F., Fiaschi, T., Marzocchini, R., Mannelli, M., Gamberi, T., Modesti, P. A., & Modesti, A. (2019). Oxidative stress in exercise training: the involvement of inflammation and peripheral signals. *Free radical research*, *53*(11-12), 1155–1165. <https://doi.org/10.1080/10715762.2019.1697438>
- Magnan, R. E., Kwan, B. M., & Bryan, A. D. (2013). Effects of current physical activity on affective response to exercise: physical and social-cognitive mechanisms. *Psychology & health*, *28*(4), 418–433. <https://doi.org/10.1080/08870446.2012.733704>
- Majde, J. A., & Krueger, J. M. (2005). Links between the innate immune system and sleep. *The Journal of allergy and clinical immunology*, *116*(6), 1188–1198. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2005.08.005>
- Malik, J., Lo, Y. L., & Wu, H. T. (2018). Sleep-wake classification via quantifying heart rate variability by convolutional neural network. *Physiological measurement*, *39*(8), 085004. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/aad5a9>
- Mallinson, D. C., Kamenetsky, M. E., Hagen, E. W., & Peppard, P. E. (2019). Subjective sleep measurement: comparing sleep diary to questionnaire. *Nature and science of sleep*, *11*, 197–206. <https://doi.org/10.2147/NSS.S217867>
- Manggopa, R., Kundre, R., & Katuuk, M. (2019). Aktivitas Fisik Dengan Kejadian Insomnia Pada. *Atlit Gym. Jurnal Keperawatan*, *7*(2), 1–6. <https://doi.org/10.35790/jkp.v7i2.24471>
- Manková, D., Dudysová, D., Novák, J., Fárková, E., Janků, K., Kliková, M., Bušková, J., Bartoš, A., Šonka, K., & Kopřivová, J. (2021). Reliability and Validity of the Czech Version of the Pittsburgh Sleep Quality Index in Patients with Sleep Disorders and Healthy Controls. *BioMed research international*, *2021*, 5576348. <https://doi.org/10.1155/2021/5576348>
- Manoogian, E. N. C., & Panda, S. (2017). Circadian rhythms, time-restricted feeding, and healthy aging. *Ageing research reviews*, *39*, 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.12.006>
- Marques, D. R., Meia-Via, A. M. S., da Silva, C. F., & Gomes, A. A. (2017). Associations between sleep quality and domains of quality of life in a non-clinical sample: results from higher education students. *Sleep health*, *3*(5), 348–356. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2017.07.004>

- Martin, R. A., Viggars, M. R., & Esser, K. A. (2023). Metabolism and exercise: the skeletal muscle clock takes centre stage. *Nature reviews. Endocrinology*, *19*(5), 272–284. <https://doi.org/10.1038/s41574-023-00805-8>
- Mastin, D. F., Bryson, J., & Corwyn, R. (2006). Assessing sleep hygiene using the sleep hygiene index. *Journal of Behavioral Medicine*, *29*, 223–227. <https://doi.org/10.1007/s10865-006-9047-6>
- Mattson, M. P., Longo, V. D., & Harvie, M. (2017). Impact of intermittent fasting on health and disease processes. *Ageing research reviews*, *39*, 46–58. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.10.005>
- McGowan, N. M., Voinescu, B. I., & Coogan, A. N. (2016). Sleep quality, chronotype and social jetlag differentially associate with symptoms of attention deficit hyperactivity disorder in adults. *Chronobiology international*, *33*(10), 1433–1443. <https://doi.org/10.1080/07420528.2016.1208214>
- Meesters, Y., & Gordijn, M. C. (2016). Seasonal affective disorder, winter type: current insights and treatment options. *Psychology research and behavior management*, *9*, 317–327. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S114906>
- Mendt, S., Gunga, H. C., Felsenberg, D., Belavy, D. L., Steinach, M., and Stahn, A. C. (2021). Regular exercise counteracts circadian shifts in core body temperature during long-duration bed rest. *NPJ Microgravity* *7* (1), 1. <https://doi.org/doi:10.1038/s41526-020-00129-1>
- Mercer, J. D., Bootzin, R. R., & Lack, L. C. (2002). Insomniacs' perception of wake instead of sleep. *Sleep*, *25*(5), 564–571.
- Merikanto, I., Kronholm, E., Peltonen, M., Laatikainen, T., Vartiainen, E., & Partonen, T. (2015). Circadian preference links to depression in general adult population. *Journal of affective disorders*, *188*, 143–148. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2015.08.061>
- Meyer, N., Harvey, A. G., Lockley, S. W., & Dijk, D. J. (2022). Circadian rhythms and disorders of the timing of sleep. *Lancet (London, England)*, *400*(10357), 1061–1078. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)00877-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)00877-7)
- Miner, B., & Kryger, M. H. (2020). Sleep in the Aging Population. *Sleep Medicine Clinics*, *15*(2), 311–318. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2020.02.016>
- Mistlberger, R. E., & Skene, D. J. (2005). Nonphotic entrainment in humans?. *Journal of biological rhythms*, *20*(4), 339–352. <https://doi.org/10.1177/0748730405277982>

- Mohawk, J. A., Green, C. B., & Takahashi, J. S. (2012). Central and peripheral circadian clocks in mammals. *Annual review of neuroscience*, *35*, 445–462. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-060909-153128>
- Mondal, P., Gjevre, J. A., Taylor-Gjevre, R. M., & Lim, H. J. (2013). Relationship between the Pittsburgh Sleep Quality Index and the Epworth Sleepiness Scale in a sleep laboratory referral population. *Nature and science of sleep*, *5*, 15–21. <https://doi.org/10.2147/NSS.S40608>
- Monma, T., Ando, A., Asanuma, T., Yoshitake, Y., Yoshida, G., Miyazawa, T., Ebine, N., Takeda, S., Omi, N., Satoh, M., Tokuyama, K., & Takeda, F. (2018). Sleep disorder risk factors among student athletes. *Sleep medicine*, *44*, 76–81. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2017.11.1130>
- Montaruli, A., Castelli, L., Mulè, A., Scurati, R., Esposito, F., Galasso, L., & Roveda, E. (2021). Biological Rhythm and Chronotype: New Perspectives in Health. *Biomolecules*, *11*(4), 487. <https://doi.org/10.3390/biom11040487>
- Montero-Fernández, N., & Serra-Rexach, J. A. (2013). Role of exercise on sarcopenia in the elderly. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, *49*(1), 131–143. PMID: 23575207
- Morgan, J., & Partridge, T. (2020). Skeletal muscle in health and disease. *Disease models & mechanisms*, *13*(2), dmm042192. <https://doi.org/10.1242/dmm.042192>
- Morris, C. J., Purvis, T. E., Hu, K., & Scheer, F. A. (2016). Circadian misalignment increases cardiovascular disease risk factors in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *113*(10), E1402–E1411. <https://doi.org/10.1073/pnas.1516953113>
- Morris, C. J., Yang, J. N., Garcia, J. I., Myers, S., Bozzi, I., Wang, W., Buxton, O. M., Shea, S. A., & Scheer, F. A. (2015). Endogenous circadian system and circadian misalignment impact glucose tolerance via separate mechanisms in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *112*(17), E2225–E2234. <https://doi.org/10.1073/pnas.1418955112>
- Murillo-Rodríguez, E., Arias-Carrión, O., Sanguino-Rodríguez, K., González-Arias, M., & Haro, R. (2009). Mechanisms of sleep-wake cycle modulation. *CNS & neurological disorders drug targets*, *8*(4), 245–253. <https://doi.org/10.2174/187152709788921654>
- Murphy, R. M., Watt, M. J., and Febbraio, M. A. (2020). Metabolic communication during exercise. *Nat. Metab.* *2* (9), 805–816. <https://doi.org/10.1038/s42255-020-0258-x>

- Murray, J. M., Sletten, T. L., Magee, M., Gordon, C., Lovato, N., Bartlett, D. J., Kennaway, D. J., Lack, L. C., Grunstein, R. R., Lockley, S. W., Rajaratnam, S. M., & Delayed Sleep on Melatonin (DeSoM) Study Group (2017). Prevalence of Circadian Misalignment and Its Association With Depressive Symptoms in Delayed Sleep Phase Disorder. *Sleep, 40*(1). <https://doi.org/10.1093/sleep/zsw002>
- Myllymäki, T., Kyröläinen, H., Savolainen, K., Hokka, L., Jakonen, R., Juuti, T., Martinmäki, K., Kaartinen, J., Kinnunen, M. L., & Rusko, H. (2011). Effects of vigorous late-night exercise on sleep quality and cardiac autonomic activity. *Journal of sleep research, 20*(1 Pt 2), 146–153. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2010.00874.x>
- Nakanishi-Minami, T., Kishida, K., Funahashi, T., & Shimomura, I. (2012). Sleep-wake cycle irregularities in type 2 diabetics. *Diabetology & Metabolic Syndrome, 4*(1). <https://doi.org/10.1186/1758-5996-4-18>
- Natale, V., Adan, A., & Scapellato, P. (2005). Are seasonality of mood and eveningness closely associated? *Psychiatry Research, 136*(1), 51–60. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2004.12.010>
- Nauts, S., Kamphorst, B. A., Stut, W., De Ridder, D. T. D., & Anderson, J. H. (2019). The Explanations People Give for Going to Bed Late: A Qualitative Study of the Varieties of Bedtime Procrastination. *Behavioral sleep medicine, 17*(6), 753–762. <https://doi.org/10.1080/15402002.2018.1491850>
- Navara, K. J., & Nelson, R. J. (2007). The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. *Journal of pineal research, 43*(3), 215–224. <https://doi.org/10.1111/j.1600-079X.2007.00473.x>
- Nédélec, M., Halson, S., Abaidia, A. E., Ahmaidi, S., & Dupont, G. (2015). Stress, Sleep and Recovery in Elite Soccer: A Critical Review of the Literature. *Sports medicine (Auckland, N.Z.), 45*(10), 1387–1400. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0358-z>
- Nguyen, C., Murray, G., Anderson, S., Filipowicz, A., & Ingram, K. K. (2019). In vivo molecular chronotyping, circadian misalignment, and high rates of depression in young adults. *Journal of affective disorders, 250*, 425–431. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.03.050>
- Nowakowska-Domagala, K., Juraś-Darowny, M., Pietras, T., Stecz, P., & Mokros, Ł. (2022). Chronotype and poor sleep quality in young adults – a pilot study on the role of rumination. *Sleep Medicine, 100*, 206-211. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2022.08.012>

- Nuttall F. Q. (2015). Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutrition today*, 50(3), 117–128. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000092>
- O'Connor, A., & Wellenius, G. (2012). Rural-urban disparities in the prevalence of diabetes and coronary heart disease. *Public health*, 126(10), 813–820. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2012.05.029>
- O'Donnell, S. L., Beaven, C. M., Jacobson, G. M., Bird, S., & Driller, M. W. (2019). Melatonin and sleep responses following exercise in elite female athletes. *The Journal of Sport and Exercise Science*, 3(2). <https://doi.org/10.36905/jses.2019.02.02>
- O'Donnell, S., & Driller, M. W. (2017). Sleep hygiene education improves sleep indices in elite female athletes. *International Journal of Exercise Science*, 10(4), 522–530.
- Oda, S., & Shirakawa, K. (2014). Sleep onset is disrupted following pre-sleep exercise that causes large physiological excitement at bedtime. *European journal of applied physiology*, 114(9), 1789–1799. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2873-2>
- Ogilvie, R. P., & Patel, S. R. (2017). The epidemiology of sleep and obesity. *Sleep health*, 3(5), 383–388. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2017.07.013>
- Pan, X., & Hussain, M. M. (2007). Diurnal regulation of microsomal triglyceride transfer protein and plasma lipid levels. *The Journal of biological chemistry*, 282(34), 24707–24719. <https://doi.org/10.1074/jbc.M701305200>
- Panda S. (2016). Circadian physiology of metabolism. *Science (New York, N.Y.)*, 354(6315), 1008–1015. <https://doi.org/10.1126/science.aah4967>
- Paoli, A., Tinsley, G., Bianco, A., & Moro, T. (2019). The Influence of Meal Frequency and Timing on Health in Humans: The Role of Fasting. *Nutrients*, 11(4), 719. <https://doi.org/10.3390/nu11040719>
- Paruthi, S., Brooks, L. J., D'Ambrosio, C., Hall, W. A., Kotagal, S., Lloyd, R. M., Malow, B. A., Maski, K., Nichols, C., Quan, S. F., Rosen, C. L., Troester, M. M., & Wise, M. S. (2016). Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine on the Recommended Amount of Sleep for Healthy Children: Methodology and Discussion. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 12(11), 1549–1561. <https://doi.org/10.5664/jcsm.6288>

- Patke, A., Murphy, P. J., Onat, O. E., Krieger, A. C., Özçelik, T., Campbell, S. S., & Young, M. W. (2017). Mutation of the Human Circadian Clock Gene CRY1 in Familial Delayed Sleep Phase Disorder. *Cell*, *169*(2), 203–215.e13. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2017.03.027>
- Patterson, R. E., & Sears, D. D. (2017). Metabolic Effects of Intermittent Fasting. *Annual review of nutrition*, *37*, 371–393. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071816-064634>
- Peek, C. B., Levine, D. C., Cedernaes, J., Taguchi, A., Kobayashi, Y., Tsai, S. J., Bonar, N. A., McNulty, M. R., Ramsey, K. M., & Bass, J. (2017). Circadian Clock Interaction with HIF1 α Mediates Oxygenic Metabolism and Anaerobic Glycolysis in Skeletal Muscle. *Cell metabolism*, *25*(1), 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2016.09.010>
- Peever, J., & Fuller, P. M. (2017). The Biology of REM Sleep. *Current biology : CB*, *27*(22), R1237–R1248. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.10.026>
- Peirson, S. N., Brown, L. A., Pothecary, C. A., Benson, L. A., & Fisk, A. S. (2018). Light and the laboratory mouse. *Journal of neuroscience methods*, *300*, 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2017.04.007>
- Penedo, F.J. & Dahn, J.R., (2005). Exercise and well-being: a review of mental and physical health benefits associated with physical activity. *Curr. Opin. Psychiatry* *18* (2), 189–193. <https://doi.org/10.1097/00001504-200503000-00013>.
- Phielix, E., & Mensink, M. (2008). Type 2 diabetes mellitus and skeletal muscle metabolic function. *Physiology & behavior*, *94*(2), 252–258. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2008.01.020>
- Pilorz, V., Helfrich-Förster, C., & Oster, H. (2018). The role of the circadian clock system in physiology. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, *470*(2), 227–239. <https://doi.org/10.1007/s00424-017-2103-y>
- Poggiogalle, E., Jamshed, H., & Peterson, C. M. (2018). Circadian regulation of glucose, lipid, and energy metabolism in humans. *Metabolism: clinical and experimental*, *84*, 11–27. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.11.017>
- Porter, S. A., Massaro, J. M., Hoffmann, U., Vasan, R. S., O'Donnel, C. J., & Fox, C. S. (2009). Abdominal subcutaneous adipose tissue: a protective fat depot?. *Diabetes care*, *32*(6), 1068–1075. <https://doi.org/10.2337/dc08-2280>
- Potter, G. D., Skene, D. J., Arendt, J., Cade, J. E., Grant, P. J., & Hardie, L. J. (2016). Circadian Rhythm and Sleep Disruption: Causes, Metabolic Consequences, and Countermeasures. *Endocrine reviews*, *37*(6), 584–608. <https://doi.org/10.1210/er.2016-1083>

- Punjabi, N. M., Shahar, E., Redline, S., Gottlieb, D. J., Givelber, R., Resnick, H. E., & Sleep Heart Health Study Investigators (2004). Sleep-disordered breathing, glucose intolerance, and insulin resistance: the Sleep Heart Health Study. *American journal of epidemiology*, *160*(6), 521–530. <https://doi.org/10.1093/aje/kwh261>
- Qandeel, H. G., Duenes, J. A., Zheng, Y., & Sarr, M. G. (2009). Diurnal expression and function of peptide transporter 1 (PEPT1). *The Journal of surgical research*, *156*(1), 123–128. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2009.03.052>
- Rabinovitz, H. R., Boaz, M., Ganz, T., Jakubowicz, D., Matas, Z., Madar, Z., & Wainstein, J. (2014). Big breakfast rich in protein and fat improves glycemic control in type 2 diabetics. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, *22*(5), E46–E54. <https://doi.org/10.1002/oby.20654>
- Randler, C. (2007). Gender differences in morningness-eveningness assessed by self-report questionnaires: A meta-analysis. *Personality and Individual Differences*, *43*(7), 1667–1675. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2007.05.004>
- Randler, Ch. & Engelke, J. (2019). Gender differences in chronotype diminish with age: a meta-analysis based on morningness/chronotype questionnaires, *Chronobiology International*, *36*:7, 888-905. <https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1585867>
- Rasch, B., & Born, J. (2013). About sleep's role in memory. *Physiological reviews*, *93*(2), 681–766. <https://doi.org/10.1152/physrev.00032.2012>
- Ratnayake, K., Payton, J. L., Meger, M. E., Godage, N. H., Gionfriddo, E., & Karunarathne, A. (2020). Blue light-triggered photochemistry and cytotoxicity of retinal. *Cellular signalling*, *69*, 109547. <https://doi.org/10.1016/j.cellsig.2020.109547>
- Ravussin, E., Beyl, R. A., Poggiogalle, E., Hsia, D. S., & Peterson, C. M. (2019). Early Time-Restricted Feeding Reduces Appetite and Increases Fat Oxidation But Does Not Affect Energy Expenditure in Humans. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, *27*(8), 1244–1254. <https://doi.org/10.1002/oby.22518>
- Redeker, N. S. & McEnany, G.P. (2011). Sleep disorder and sleep promotion innursing practice. New York: *Springer Publishing Company, LCC*.
- Reid, K. J. (2019). Assessment of Circadian Rhythms. *Neurologic clinics*, *37*(3), 505–526. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2019.05.001>

- Reid, K. J., Baron, K. G., & Zee, P. C. (2014). Meal timing influences daily caloric intake in healthy adults. *Nutrition research (New York, N.Y.)*, *34(11)*, 930–935. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2014.09.010>
- Reichert, C. F., Maire, M., Schmidt, C., & Cajochen, C. (2016). Sleep-wake regulation and its impact on working memory performance: The role of adenosine. *Biology*, *5(1)*, 11. <https://doi.org/10.3390/biology5010011>
- Reiter, A. M., Sargent, C., and Roach, G. D. (2021). Concordance of chronotype categorisations based on dim light melatonin onset, the morningness-eveningness questionnaire, and the Munich chronotype questionnaire. *Clocks Sleep*. *3 (2)*, 342–350. <https://doi.org/10.3390/clockssleep3020021>
- Reiter, R. J., Tan, D. X., Paredes, S. D., & Fuentes-Broto, L. (2010). Beneficial effects of melatonin in cardiovascular disease. *Annals of medicine*, *42(4)*, 276–285. <https://doi.org/10.3109/07853890903485748>
- Ren, B., Huang, Y., Zhang, J., Li, J., Liu, Z., Guan, Y., Chen, L., & Yang, G. (2022). Impact of Time-Restricted Feeding on Adaptation to a 6-Hour Delay Phase Shift or a 12-Hour Phase Shift in Mice. *Nutrients*, *14(15)*, 3025. <https://doi.org/10.3390/nu14153025>
- Ren, B., Ma, C., Chen, L., FitzGerald, G. A., & Yang, G. (2021). Impact of Time-Restricted Feeding to Late Night on Adaptation to a 6 h Phase Advance of the Light-Dark Cycle in Mice. *Frontiers in physiology*, *12*, 634187. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.634187>
- Reppert, S. M., and Weaver, D. R. (2002). Coordination of circadian timing in mammals. *Nature* *418 (6901)*, 935–941. <https://doi:10.1038/nature00965>
- Resnick, B., Boltz, M., Galik, E., Fix, S., & Zhu, S. (2021). Feasibility, Reliability, and Validity of the MotionWatch 8 to Evaluate Physical Activity Among Older Adults With and Without Cognitive Impairment in Assisted Living Settings. *Journal of aging and physical activity*, *29(3)*, 391–399. <https://doi.org/10.1123/japa.2020-0198>
- Ribeiro, J. A., & Sebastião, A. M. (2010). Caffeine and adenosine. *Journal of Alzheimer's disease : JAD*, *20 Suppl 1*, S3–S15. <https://doi.org/10.3233/JAD-2010-1379>
- Robb, G., Sultana, S., Ameratunga, S., & Jackson, R. (2008). A systematic review of epidemiological studies investigating risk factors for work-related road traffic crashes and injuries. *Injury prevention : journal of the International Society for Child and Adolescent Injury Prevention*, *14(1)*, 51–58. <https://doi.org/10.1136/ip.2007.016766>

- Robinson, I., & Reddy, A. B. (2014). Molecular mechanisms of the circadian clockwork in mammals. *FEBS letters*, *588(15)*, 2477–2483. <https://doi.org/10.1016/j.febslet.2014.06.005>
- Roehlecke, C., Schumann, U., Ader, M., Knels, L., & Funk, R. H. (2011). Influence of blue light on photoreceptors in a live retinal explant system. *Molecular vision*, *17*, 876–884. PMID: 21527999
- Roenneberg T. (2015). Having Trouble Typing? What on Earth Is Chronotype?. *Journal of biological rhythms*, *30(6)*, 487–491. <https://doi.org/10.1177/0748730415603835>
- Roenneberg, T., Kuehne, T., Pramstaller, P. P., Ricken, J., Havel, M., Guth, A., & Mellow, M. (2004). A marker for the end of adolescence. *Current biology : CB*, *14(24)*, R1038–R1039. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2004.11.039>
- Roenneberg, T., Wirz-Justice, A., & Mellow, M. (2003). Life between clocks: daily temporal patterns of human chronotypes. *Journal of biological rhythms*, *18(1)*, 80–90. <https://doi.org/10.1177/0748730402239679>
- Roeser, K., Meule, A., Schwerdtle, B., Kübler, A., & Schlarb, A. A. (2012). Subjective sleep quality exclusively mediates the relationship between morningness-eveningness preference and self-perceived stress response. *Chronobiology international*, *29(7)*, 955–960. <https://doi.org/10.3109/07420528.2012.699124>
- Rollag, M. D., Berson, D. M., & Provencio, I. (2003). Melanopsin, ganglion-cell photoreceptors, and mammalian photoentrainment. *Journal of biological rhythms*, *18(3)*, 227–234. <https://doi.org/10.1177/0748730403018003005>
- Rong, B., Wu, Q., & Sun, C. (2020). Melatonin: A novel strategy for prevention of obesity and fat accumulation in peripheral organs through the improvements of circadian rhythms and Antioxidative Capacity. *Melatonin Research*, *3(1)*, 58–76. <https://doi.org/10.32794/mr11250048>
- Rosa CC, Tebar WR, Oliveira CB, Farah BQ, Casonatto J, Saraiva BT, Christofaro DG: Effect of different sports practice on sleep quality and quality of life in children and adolescents: randomized clinical trial. *Sports Med Open*. 2021, 7-83. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00376-w>
- Rosa, C. C., Tebar, W. R., Oliveira, C. B. S., Farah, B. Q., Casonatto, J., Saraiva, B. T. C., & Christofaro, D. G. D. (2021). Effect of Different Sports Practice on Sleep Quality and Quality

- of Life in Children and Adolescents: Randomized Clinical Trial. *Sports medicine - open*, 7(1), 83. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00376-w>
- Rose, D., Gelaye, B., Sanchez, S., Castañeda, B., Sanchez, E., Yanez, N. D., & Williams, M. A. (2015). Morningness/eveningness chronotype, poor sleep quality, and daytime sleepiness in relation to common mental disorders among Peruvian college students. *Psychology, Health & Medicine*, 20(3), 345-352. <https://doi.org/10.1080/13548506.2014.951367>
- Rosen, L. N., & Rosenthal, N. E. (1991). Seasonal variations in mood and behavior in the general population: a factor-analytic approach. *Psychiatry research*, 38(3), 271–283. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(91\)90017-j](https://doi.org/10.1016/0165-1781(91)90017-j)
- Rosenthal, N. E., Sack, D. A., Gillin, J. C., Lewy, A. J., Goodwin, F. K., Davenport, Y., Mueller, P. S., Newsome, D. A., & Wehr, T. A. (1984). Seasonal affective disorder. A description of the syndrome and preliminary findings with light therapy. *Archives of general psychiatry*, 41(1), 72–80. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1984.01790120076010>
- Rozental, A. & Carlbring, P. (2014). Understanding and Treating Procrastination: A Review of a Common Self-Regulatory Failure. *Psychology*, 5, 1488-1502. <https://10.4236/psych.2014.513160>
- Ruan, W., Yuan, X., & Eltzhig, H. K. (2021). Circadian rhythm as a therapeutic target. *Nature reviews. Drug discovery*, 20(4), 287–307. <https://doi.org/10.1038/s41573-020-00109-w>
- Ruiz-Lozano, T., Vidal, J., de Hollanda, A., Scheer, F. A. J. L., Garaulet, M., & Izquierdo-Pulido, M. (2016). Timing of food intake is associated with weight loss evolution in severe obese patients after bariatric surgery. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 35(6), 1308–1314. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.02.007>
- Ruiz-Zaldibar, C., Gal-Iglesias, B., Azpeleta-Noriega, C., Ruiz-López, M., & Pérez-Manchón, D. (2022). The Effect of a Sleep Intervention on Sleep Quality in Nursing Students: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. *International journal of environmental research and public health*, 19(21), 13886. <https://doi.org/10.3390/ijerph192113886>
- Rusterholz, T., Dürr, R., and Achermann, P. (2010). Inter-individual differences in the dynamics of sleep homeostasis. *Sleep* 33, 491–498. <https://doi.org/10.1093/sleep/33.4.491>
- Sadeh A. (2015). Sleep assessment methods. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 80(1), 33–48. <https://doi.org/10.1111/mono.12143>

- Sadeh, A., Keinan, G., & Daon, K. (2004). Effects of stress on sleep: the moderating role of coping style. *Health psychology : official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 23(5), 542–545. <https://doi.org/10.1037/0278-6133.23.5.542>
- Sahin, E. (2016). Effects of Sleep Hygiene Education on Subjective Sleep Quality and Academic Performance. *Journal of Clinical and Analytical Medicine*. 7. <https://doi.org/10.4328/JCAM.2728>.
- Samuels, C. (2008). Sleep, recovery, and performance: the new frontier in high-performance athletics. *Neurologic clinics*, 26(1), 169–x. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2007.11.012>
- Saner, N. J., & Lee, M. J. (2020). Exercise: it's only a matter of time. *The Journal of physiology*, 598(21), 4755–4757. <https://doi.org/10.1113/JP280366>
- Sato, R. Y., & Yamanaka, Y. (2023). Nonphotic entrainment of central and peripheral circadian clocks in mice by scheduled voluntary exercise under constant darkness. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 324(4), R526–R535. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00320.2022>
- Seimon, R. V., Roekenes, J. A., Zibellini, J., Zhu, B., Gibson, A. A., Hills, A. P., Wood, R. E., King, N. A., Byrne, N. M., & Sainsbury, A. (2015). Do intermittent diets provide physiological benefits over continuous diets for weight loss? A systematic review of clinical trials. *Molecular and cellular endocrinology*, 418 Pt 2, 153–172. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2015.09.014>
- Sellix, M. T., & Menaker, M. (2010). Circadian clocks in the ovary. *Trends in endocrinology and metabolism: TEM*, 21(10), 628–636. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2010.06.002>
- Seo, S., & Mattos, M. K. (2024). The relationship between social support and sleep quality in older adults: A review of the evidence. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 117, 105179. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2023.105179>
- Serikh, K., & Forger, D. B. (2014). Optimal schedules of light exposure for rapidly correcting circadian misalignment. *PLoS Comput. Biol.* 10, 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003523>
- Shang, Y. M., Wang, G. S., Sliney, D. H., Yang, C. H., & Lee, L. L. (2017). Light-emitting-diode induced retinal damage and its wavelength dependency in vivo. *International journal of ophthalmology*, 10(2), 191–202. <https://doi.org/10.18240/ijo.2017.02.03>
- Shaver, J. L., Lentz, M., Landis, C. A., Heitkemper, M. M., Buchwald, D. S., & Woods, N. F. (1997). Sleep, psychological distress, and stress arousal in women with fibromyalgia. *Research in*

- nursing & health*, 20(3), 247–257. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-240x\(199706\)20:3<247::aid-nur7>3.0.co;2-i](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-240x(199706)20:3<247::aid-nur7>3.0.co;2-i)
- Shen, B., Ma, C., Wu, G., Liu, H., Chen, L., & Yang, G. (2023). Effects of exercise on circadian rhythms in humans. *Frontiers in Pharmacology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1282357>
- Shi, L., Chen, S. J., Ma, M. Y., Bao, Y. P., Han, Y., Wang, Y. M., Shi, J., Vitiello, M. V., & Lu, L. (2018). Sleep disturbances increase the risk of dementia: A systematic review and meta-analysis. *Sleep medicine reviews*, 40, 4–16. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2017.06.010>
- Shuboni, D., & Yan, L. (2010). Nighttime dim light exposure alters the responses of the circadian system. *Neuroscience*, 170(4), 1172–1178. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2010.08.009>
- Shuster, A., Patlas, M., Pinthus, J. H., & Mourtzakis, M. (2012). The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. *The British journal of radiology*, 85(1009), 1–10. <https://doi.org/10.1259/bjr/38447238>
- Scharf, M. T., Naidoo, N., Zimmerman, J. E., & Pack, A. I. (2008). The energy hypothesis of sleep revisited. *Progress in neurobiology*, 86(3), 264–280. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2008.08.003>
- Scheer, F. A., Hilton, M. F., Mantzoros, C. S., & Shea, S. A. (2009). Adverse metabolic and cardiovascular consequences of circadian misalignment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(11), 4453–4458. <https://doi.org/10.1073/pnas.0808180106>
- Schiaffino, S., Blaauw, B., & Dyar, K. A. (2016). The functional significance of the skeletal muscle clock: Lessons from Bmal1 knockout models. *Skeletal Muscle*, 6, 33. <https://doi.org/10.1186/s13395-016-0107-5>
- Schibler, U., & Sassone-Corsi, P. (2002). A web of circadian pacemakers. *Cell*, 111(7), 919–922. [https://doi.org/10.1016/s0092-8674\(02\)01225-4](https://doi.org/10.1016/s0092-8674(02)01225-4)
- Schloss, M. J., Swirski, F. K., & Nahrendorf, M. (2020). Modifiable Cardiovascular Risk, Hematopoiesis, and Innate Immunity. *Circulation research*, 126(9), 1242–1259. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.120.315936>
- Schoenfeld B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, 24(10), 2857–2872. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>

- Schroder, E. A., Harfmann, B. D., Zhang, X., Srikuea, R., England, J. H., Hodge, B. A., et al. (2015). Intrinsic muscle clock is necessary for musculoskeletal health. *J. Physiol.* 593 (24), 5387–5404. <https://doi.org/10.1113/JP271436>
- Schwartz, W. J., de la Iglesia, H. O., Zlomanczuk, P., & Illnerová, H. (2001). Encoding le quattro stagioni within the mammalian brain: photoperiodic orchestration through the suprachiasmatic nucleus. *Journal of biological rhythms*, 16(4), 302–311. <https://doi.org/10.1177/074873001129002024>
- Silva, V. M., Magalhaes, J. E. M., & Duarte, L. L. (2020). Quality of sleep and anxiety are related to circadian preference in university students. *PloS one*, 15(9), e0238514. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238514>
- Skeldon, A. C., Phillips, A. J., & Dijk, D. J. (2017). The effects of self-selected light-dark cycles and social constraints on human sleep and circadian timing: a modeling approach. *Scientific reports*, 7, 45158. <https://doi.org/10.1038/srep45158>
- Song, J., Park, S. J., Choi, S., Han, M., Cho, Y., Oh, Y. H., & Park, S. M. (2023). Effect of changes in sleeping behavior on skeletal muscle and fat mass: A retrospective cohort study. *BMC Public Health*, 23, 1879. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16765->
- Soper, D.S. (2024). A-priori Sample Size Calculator for Structural Equation Models [Software]. Dostupné z: <https://www.danielsoper.com/statcalc>
- Spielmanns, M., Bost, D., Windisch, W., Alter, P., Greulich, T., Nell, C., Storre, J. H., Koczulla, A. R., & Boeselt, T. (2019). Measuring Sleep Quality and Efficiency With an Activity Monitoring Device in Comparison to Polysomnography. *Journal of clinical medicine research*, 11(12), 825–833. <https://doi.org/10.14740/jocmr4026>
- Stich, F. M., Huwiler, S., D’Hulst, G., & Lustenberger, C. (2022). The potential role of sleep in promoting a healthy body composition: Underlying mechanisms determining muscle, fat, and bone mass and their association with sleep. *Neuroendocrinology*, 112(7), 673–701. <https://doi.org/10.1159/000518691>
- Stores, G. (2009). *Insomnia and other adult sleep problems*. Oxford: University Press.
- Sun, J., Chen, M., Cai, W., Wang, Z., Wu, S., Sun, X., & Liu, H. (2019). Chronotype: implications for sleep quality in medical students. *Chronobiology international*, 36(8), 1115–1123. <https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1619181>

- Sutton, E. F., Beyl, R., Early, K. S., Cefalu, W. T., Ravussin, E., & Peterson, C. M. (2018). Early Time-Restricted Feeding Improves Insulin Sensitivity, Blood Pressure, and Oxidative Stress Even without Weight Loss in Men with Prediabetes. *Cell metabolism*, 27(6), 1212–1221.e3. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.04.010>
- Tahara, Y., & Shibata, S. (2018). Entrainment of the mouse circadian clock: Effects of stress, exercise, and nutrition. *Free radical biology & medicine*, 119, 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2017.12.026>
- Takács J, Török L: The relationship between daily physical activity, subjective sleep quality, and mood in sedentary Hungarian adults: a longitudinal within-subjects study. *DHS. 2019*, 2:79-85. <https://doi.org/10.1556/2066.2.2019.013>
- Takács, J., & Török, L. (2019). The relationship between daily physical activity, subjective sleep quality, and mood in sedentary Hungarian adults: A longitudinal within-subjects study. *Developments in Health Sciences*. 2. 79-85. <https://doi.org/10.1556/2066.2.2019.013>
- Theadom, A., Cropley, M., & Humphrey, K. L. (2007). Exploring the role of sleep and coping in quality of life in fibromyalgia. *Journal of psychosomatic research*, 62(2), 145–151. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2006.09.013>
- Thomson, C. A., Morrow, K. L., Flatt, S. W., Wertheim, B. C., Perfect, M. M., Ravia, J. J., Sherwood, N. E., Karanja, N., & Rock, C. L. (2012). Relationship between sleep quality and quantity and weight loss in women participating in a weight-loss intervention trial. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 20(7), 1419–1425. <https://doi.org/10.1038/oby.2012.62>
- Tinsley, G. M., & Horne, B. D. (2018). Intermittent fasting and cardiovascular disease: current evidence and unresolved questions. *Future cardiology*, 14(1), 47–54. <https://doi.org/10.2217/fca-2017-0038>
- Tononi, G., & Cirelli, C. (2006). Sleep function and synaptic homeostasis. *Sleep medicine reviews*, 10(1), 49–62. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2005.05.002>
- Topinková E. (2008). Aging, disability and frailty. *Annals of nutrition & metabolism*, 52 Suppl 1, 6–11. <https://doi.org/10.1159/000115340>
- Tortorella A., Monteleone P., Martiadis V., Perris F. & Maj M. (2007). The 3111T/C Polymorphism of the CLOCK Gene Confers a Predisposition to a Lifetime Lower Body Weight in Patients With Anorexia Nervosa and Bulimia Nervosa: A Preliminary Study. *Am J Med Genet Part B* 144B:992–995. <https://doi.org/10.1002/ajmg.b.30508>

- Tsujimura, T., Hosoya, T., & Kawamura, S. (2010). A single enhancer regulating the differential expression of duplicated red-sensitive opsin genes in zebrafish. *PLoS genetics*, *6*(12), e1001245. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1001245>
- Tyrovolas, S., Haro, J.-M., Mariolis, A., Piscopo, S., Valacchi, G., Bountziouka, V., Anastasiou, F., Zeimbekis, A., Tyrovola, D., Foscolou, A., Gotsis, E., Metallinos, G., Tur, J. A., Matalas, A., Lionis, Ch., Polychronopoulos, E. & Panagiotakos, D. (2016). Skeletal muscle mass and body fat in relation to successful ageing of older adults: *The multi-national MEDIS study*. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, *66*, 95–101. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2016.04.017>
- Uehli, K., Mehta, A. J., Miedinger, D., Hug, K., Schindler, C., Holsboer-Trachsler, E., ... Künzli, N. (2014). Sleep problems and work injuries: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, *18*(1), 61–73. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2013.01.004>
- Ulgherait, M., Midoun, A. M., Park, S. J., Gatto, J. A., Tener, S. J., Siewert, J., Klickstein, N., Canman, J. C., Ja, W. W., & Shirasu-Hiza, M. (2021). Circadian autophagy drives iTRF-mediated longevity. *Nature*, *598*(7880), 353–358. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03934-0>
- Valenzuela, P. L., Castillo-García, A., Morales, J. S., de la Villa, P., Hampel, H., Emanuele, E., Lista, S., & Lucia, A. (2020). Exercise benefits on Alzheimer's disease: State-of-the-science. *Ageing research reviews*, *62*, 101108. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101108>
- Van Cauter, E., Spiegel, K., Tasali, E., & Leproult, R. (2008). Metabolic consequences of sleep and sleep loss. *Sleep medicine*, *9 Suppl 1*(0 1), S23–S28. [https://doi.org/10.1016/S1389-9457\(08\)70013-3](https://doi.org/10.1016/S1389-9457(08)70013-3)
- van der Lely, A. J., Tschöp, M., Heiman, M. L., & Ghigo, E. (2004). Biological, physiological, pathophysiological, and pharmacological aspects of ghrelin. *Endocrine reviews*, *25*(3), 426–457. <https://doi.org/10.1210/er.2002-0029>
- van Moorsel, D., Hansen, J., Havekes, B., Scheer, F. A. J. L., Jörgensen, J. A., Hoeks, J., Schrauwen-Hinderling, V. B., Duez, H., Lefebvre, P., Schaper, N. C., Hesselink, M. K. C., Staels, B., & Schrauwen, P. (2016). Demonstration of a day-night rhythm in human skeletal muscle oxidative capacity. *Molecular metabolism*, *5*(8), 635–645. <https://doi.org/10.1016/j.molmet.2016.06.012>
- Vandewalle, G., Maquet, P., & Dijk, D. J. (2009). Light as a modulator of cognitive brain function. *Trends in cognitive sciences*, *13*(10), 429–438. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.07.004>

- Varga, B., Gergely, A., Galambos, Á., & Kis, A. (2018). Heart Rate and Heart Rate Variability during Sleep in Family Dogs (*Canis familiaris*). Moderate Effect of Pre-Sleep Emotions. *Animals : an open access journal from MDPI*, *8*(7), 107. <https://doi.org/10.3390/ani8070107>
- Vetter, C., Dashti, H. S., Lane, J. M., Anderson, S. G., Schernhammer, E. S., Rutter, M. K., Saxena, R., & Scheer, F. A. J. L. (2018). Night Shift Work, Genetic Risk, and Type 2 Diabetes in the UK Biobank. *Diabetes care*, *41*(4), 762–769. <https://doi.org/10.2337/dc17-1933>
- Viegas, F., Ocarino, J. M., Freitas, L. S., Pinto, M. C., Facundo, L. A., Amaral, A. S., Silva, S., de Mello, M. T., & Silva, A. (2022). The sleep as a predictor of musculoskeletal injuries in adolescent athletes. *Sleep science (Sao Paulo, Brazil)*, *15*(3), 305–311. <https://doi.org/10.5935/1984-0063.20220055>
- Vosko, A. M., Colwell, C. S., & Avidan, A. Y. (2010). Jet lag syndrome: Circadian organization, pathophysiology, and management strategies. *Nature and Science of Sleep*, *2*, 187–198. <https://doi.org/10.2147/NSS.S6683>
- Wams, E.J., Riede, S.J., van der Laan, I., ten Bulte, T., Hut, R.A. (2017). Mechanisms of Non-photoc Entrainment. In: Kumar, V. (eds) *Biological Timekeeping: Clocks, Rhythms and Behaviour*. Springer, New Delhi. https://doi.org/10.1007/978-81-322-3688-7_18
- Wang, F., & Boros, S. (2020). Effects of a pedometer-based walking intervention on young adults' sleep quality, stress and life satisfaction: Randomized controlled trial. *Journal of bodywork and movement therapies*, *24*(4), 286–292. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.07.011>
- Waqas, A., Khan, S., Sharif, W., Khalid, U., & Ali, A. (2015). Association of academic stress with sleeping difficulties in medical students of a Pakistani medical school: a cross sectional survey. *PeerJ*, *3*, e840. <https://doi.org/10.7717/peerj.840>
- Watson, N. F., Badr, M. S., Belenky, G., Bliwise, D. L., Buxton, O. M., Buysse, D., Dinges, D. F., Gangwisch, J., Grandner, M. A., Kushida, C., Malhotra, R. K., Martin, J. L., Patel, S. R., Quan, S. F., & Tasali, E. (2015). Recommended Amount of Sleep for a Healthy Adult: A Joint Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *Sleep*, *38*(6), 843–844. <https://doi.org/10.5665/sleep.4716>
- Wefers, J., van Moorsel, D., Hansen, J., Connell, N. J., Havekes, B., Hoeks, J., van Marken Lichtenbelt, W. D., Duez, H., Phielix, E., Kalsbeek, A., Boekschoten, M. V., Hooiveld, G. J., Hesselink, M. K. C., Kersten, S., Staels, B., Scheer, F. A. J. L., & Schrauwen, P. (2018). Circadian misalignment induces fatty acid metabolism gene profiles and compromises insulin sensitivity

- in human skeletal muscle. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *115*(30), 7789–7794. <https://doi.org/10.1073/pnas.1722295115>
- Weinberg, M. K., Noble, J. M., & Hammond, T. G. (2016). Sleep well feel well: An investigation into the protective value of sleep quality on subjective well-being. *Australian Journal of Psychology*, *68*(2), 91–97. <https://doi.org/10.1111/ajpy.12098>
- Welsh, D. K., Takahashi, J. S., & Kay, S. A. (2010). Suprachiasmatic Nucleus: Cell Autonomy and Network Properties. *Annual Review of Physiology*, *72*(1), 551–577. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-021909-135919>
- White, C. P., Hitchcock, C. L., Vigna, Y. M., & Prior, J. C. (2011). Fluid Retention over the Menstrual Cycle: 1-Year Data from the Prospective Ovulation Cohort. *Obstetrics and gynecology international*, *2011*, 138451. <https://doi.org/10.1155/2011/138451>
- Wibmer, A. G., Becher, T., Eljalby, M., Crane, A., Andrieu, P. C., Jiang, C. S., Vaughan, R., Schöder, H., & Cohen, P. (2021). Brown adipose tissue is associated with healthier body fat distribution and metabolic benefits independent of regional adiposity. *Cell reports. Medicine*, *2*(7), 100332. <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2021.100332>
- Williams, S. (2017). Improved Sleep Quality and Quantity Through Sleep Hygiene Education In Adults. *University of Missouri-Kansas City*. Retrieved from: https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/60381/DNP_2017_WilliamsS.pdf
- Williamson, A. M., & Feyer, A. M. (2000). Moderate sleep deprivation produces impairments in cognitive and motor performance equivalent to legally prescribed levels of alcohol intoxication. *Occupational and environmental medicine*, *57*(10), 649–655. <https://doi.org/10.1136/oem.57.10.649>
- Williamson, A., Lombardi, D. A., Folkard, S., Stutts, J., Courtney, T. K., & Connor, J. L. (2011). The link between fatigue and safety. *Accident; analysis and prevention*, *43*(2), 498–515. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.11.011>
- Willmott, A. G. B., Hayes, M., James, C. A., Gibson, O. R., & Maxwell, N. S. (2019). Heat acclimation attenuates the increased sensations of fatigue reported during acute exercise-heat stress. *Temperature (Austin, Tex.)*, *7*(2), 178–190. <https://doi.org/10.1080/23328940.2019.1664370>
- Wirth, M. D., Hébert, J. R., Hand, G. A., Youngstedt, S. D., Hurley, T. G., Shook, R. P., Paluch, A. E., Sui, X., James, S. L., & Blair, S. N. (2015). Association between actigraphic sleep metrics and

- body composition. *Annals of Epidemiology*, 25(10), 773–778. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2015.05.001>
- Wolfe R. R. (2006). The underappreciated role of muscle in health and disease. *The American journal of clinical nutrition*, 84(3), 475–482. <https://doi.org/10.1093/ajcn/84.3.475>
- Wolff, G., & Esser, K. A. (2012). Scheduled exercise phase shifts the circadian clock in skeletal muscle. *Medicine and science in sports and exercise*, 44(9), 1663–1670. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318255cf4c>
- Woller, A., & Gonze, D. (2021). Circadian misalignment and metabolic disorders: A story of twisted clocks. *Biology*, 10(3), 207. <https://doi.org/10.3390/biology10030207>
- World Health Organization. (2022). Physical activity. *World Health Organization*. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
- World Health Organization. (2024). Obesity and overweight. *World Health Organization*. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Wright, K. P., Jr, McHill, A. W., Birks, B. R., Griffin, B. R., Rusterholz, T., & Chinoy, E. D. (2013). Entrainment of the human circadian clock to the natural light-dark cycle. *Current biology : CB*, 23(16), 1554–1558. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.06.039>
- Wu, H., Dunnett, S., Ho, Y. S., and Chang, R. C. (2019). The role of sleep deprivation and circadian rhythm disruption as risk factors of Alzheimer’s disease. *Front. Neuroendocrinol.* 54, 100764. <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2019.100764>
- Xiaoqian, D., Wang, X., Yang, Z., Tang, R., & Tang, Y.-Y. (2020). Relationship between trait mindfulness and sleep quality in college students: A conditional process model. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.576319>
- Xie Y, Liu S, Chen XJ, Yu HH, Yang Y, Wang W: Effects of exercise on sleep quality and insomnia in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Psychiatry*. 2021, 12:664499. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.664499>
- Xie, Y., Liu, S., Chen, X. J., Yu, H. H., Yang, Y., & Wang, W. (2021). Effects of Exercise on Sleep Quality and Insomnia in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in psychiatry*, 12, 664499. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.664499>
- Xin, H., Huang, R., Zhou, M., Chen, J., Zhang, J., Zhou, T., Ji, S., Liu, X., Tian, H., Lam, S. M., Bao, X., Li, L., Tong, S., Deng, F., Shui, G., Zhang, Z., Wong, C. C. L., & Li, M. D. (2023). Daytime-

- restricted feeding enhances running endurance without prior exercise in mice. *Nature metabolism*, 5(7), 1236–1251. <https://doi.org/10.1038/s42255-023-00826-7>
- Yamanaka, Y. (2020). Basic concepts and unique features of human circadian rhythms: Implications for human health. *Nutr. Rev.* 78 (12), 91–96. doi:10.1093/nutrit/nuaa072
- Yang, G., Paschos, G., Curtis, A. M., Musiek, E. S., McLoughlin, S. C., and Fitzgerald, G. A. (2013). Knitting up the raveled sleeve of care. *Sci. Transl. Med.* 5 (212), 212rv3. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3007225>
- Youngstedt, S. D., Elliott, J. A., & Kripke, D. F. (2019). Human circadian phase-response curves for exercise. *The Journal of physiology*, 597(8), 2253–2268. <https://doi.org/10.1113/JP276943>
- Youngstedt, S. D., Kline, C. E., Elliott, J. A., Zielinski, M. R., Devlin, T. M., & Moore, T. A. (2016). Circadian Phase-Shifting Effects of Bright Light, Exercise, and Bright Light + Exercise. *Journal of circadian rhythms*, 14, 2. <https://doi.org/10.5334/jcr.137>
- Yuan, Y., Wu, S., Li, W., & He, W. (2020). A Tissue-Specific Rhythmic Recruitment Pattern of Leukocyte Subsets. *Frontiers in immunology*, 11, 102. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.00102>
- Yusuf, S., Hawken, S., Ounpuu, S., Bautista, L., Franzosi, M. G., Commerford, P., Lang, C. C., Rumboldt, Z., Onen, C. L., Lisheng, L., Tanomsup, S., Wangai, P., Jr, Razak, F., Sharma, A. M., Anand, S. S., & INTERHEART Study Investigators (2005). Obesity and the risk of myocardial infarction in 27,000 participants from 52 countries: a case-control study. *Lancet (London, England)*, 366(9497), 1640–1649. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67663-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67663-5)
- Zambon, A. C., McDearmon, E. L., Salomonis, N., Vranizan, K. M., Johansen, K. L., Adey, D., Takahashi, J. S., Schambelan, M., & Conklin, B. R. (2003). Time- and exercise-dependent gene regulation in human skeletal muscle. *Genome biology*, 4(10), R61. <https://doi.org/10.1186/gb-2003-4-10-r61>
- Zhang, J., Kaasik, K., Blackburn, M. R., & Lee, C. C. (2006). Constant darkness is a circadian metabolic signal in mammals. *Nature*, 439(7074), 340–343. <https://doi.org/10.1038/nature04368>
- Zhu, X., Gao, M., Cheng, X., & Zhao, W. (2023). Sleep - the guarantee of health! Does the environmental perception characteristics of urban residential areas affect residents' sleep quality?. *Frontiers in public health*, 10, 1017790. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1017790>

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Hodiny lidského těla, převzato z Shen et al. (2023).....	13
Obrázek 2 - Hierarchická organizace cirkadiálního systému, převzato z Grosbellet & Challet (2017).	15
Obrázek 3 - Typický lidský spánkový profil a signály související se spánkem, převzato z Diekelmann & Born (2010).	26
Obrázek 4 - Schéma potenciálních cest vedoucích od ztráty spánku k riziku cukrovky, převzato z Knutson et al. (2007).	31
Obrázek 5 - Časování jídel v průběhu dne, převzato z Paoli et al. (2019).	39
Obrázek 6 - Krabicové grafy věku u jednotlivých skupin.....	57
Obrázek 7 - Popisný graf porovnávající celkové skóry dotazníku PSQI před a po intervencí.65	

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Hodnocení dosažených hodnoty BMI.....	49
Tabulka 2 - Hodnocení dosažených hodnot kosterního svalstva.	49
Tabulka 3 - Hodnocení dosažených hodnot tělesného tuku.	49
Tabulka 4 - Deskriptivní statistika jednotlivých skupin.....	56
Tabulka 5 - Deskriptivní statistika jednotlivých skupin u jednotlivých měření použitých dotazníků a InBody přístroje před i po intervenci.	57
Tabulka 6 - Analýza spolehlivosti u škály PSS-10.	59
Tabulka 7 - Analýza spolehlivosti u škály MEQ.	60
Tabulka 8 - Analýza spolehlivosti u dotazníku PSQI.	60
Tabulka 9 - Analýza spolehlivosti u přístroje InBody.	61
Tabulka 10 - Kontingenční tabulka pozorovaných četností kvality spánku v dotazníku PSQI.	61
Tabulka 11 - Kontingenční tabulka pozorovaných četností cirkadiánní preference v dotazníku MEQ.....	62
Tabulka 12 - Kontingenční tabulka pozorovaných četností míry stresu v dotazníku PSS-10.	62
Tabulka 13 - Efekty uvnitř skupin.....	63
Tabulka 14 - Efekty mezi skupinami	64
Tabulka 15 - Deskriptivní statistika jednotlivých skupin před intervencí i po intervenci.	65
Tabulka 16 - Souhrnný přehled korelací mezi dotazníky MEQ, PSQI, PSS-10, procenty tělesného rozložení BFM a SMM a efektivitou spánku naměřenou z aktigrafů.	66
Tabulka 17 - Souhrn modelu PSQI po intervenci.	69
Tabulka 18 - Výsledky ANOVA analýzy.	69
Tabulka 19 - Koeficienty u lineární regrese.	70

Seznam příloh

Příloha 1 - Schválení výzkumu etickou komisí FF UK.	126
Příloha 2 - Spánkový manuál.	127
Příloha 3 - Spánkový deník v online podobě.	128
Příloha 4 - Úvod v distribuovaném online dotazníku.....	129
Příloha 5 - Informovaný souhlas.	130
Příloha 6 - Smlouva o výpůjčce aktigrafu.	131
Příloha 7 - Pokyny pro uživatele aktigrafu.....	132
Příloha 8 - Základní informace k aktigrafu.	133

Přílohy

Příloha 1 - Schválení výzkumu etickou komisí FF UK.



FILOZOFICKÁ FAKULTA
Univerzita Karlova

Komise pro etiku ve výzkumu

V Praze dne 26. září 2022
Č. j.: UKFF/493651/2022

POSUDEK PŘEDLOŽENÉHO NÁVRHU PROJEKTU

Komise pro etiku ve výzkumu FF UK posoudila etickou přípustnost předloženého návrhu projektu *Vliv úpravy spánkového režimu na psychickou zátěž a tělesnou hmotnost* a to z hlediska jeho celkového zaměření, plánovaných postupů a nástrojů výzkumu, dostatečnosti předpokládané informovanosti účastníků výzkumu a opatření pro ochranu jejich práv a

neshledala žádné rozpory ani nedostatky

vzhledem k požadavkům vyplývajícím z právních předpisů České republiky, vnitřních a dalších předpisů univerzity a fakulty a specifických požadavků poskytovatele finančních prostředků a dalších orgánů a institucí, které provedení tohoto posudku nárokují.




předseda komise
Mgr. Jiří Lukavský, Ph.D.


člen komise

Komise pro etiku ve výzkumu
Filozofická fakulta Univerzity Karlovy
nám. Jana Palacha 2, 116 38 Praha 1
IČ: 00216208
DIČ: CZ00216208

kev@ff.cuni.cz

<http://www.ff.cuni.cz/fakulta/organy-fakulty/komise-ff-uk/komise-pro-etiku-ve-vyzkumu/>

Příloha 2 - Spánkový manuál.

 **SPÁNKOVÝ DENÍK** CHRONOTYPY 

Datum																			
Poslední 2h před spaním jsem (ANO - NE)	jedl/a																		
	cvičil/a																		
	používal/a média (mobil, tablet, pc)																		
Do postele jsem ulehl/a v:																			
Světlo jsem zhasl/a v:																			
Bylo to v obvyklou dobu, kdy chodím spát. ANO-NE																			
Trvalo mi usnout (odhadem) ... minut																			
Počet nočních probuzení:																			
Probudil/a jsem se v:																			
K probuzení jsem použil/a budík. ANO-NE																			
Vstal/a jsem z postele v:																			
Po probuzení jsem se cítil/a: (1 - vyčerpaný/á až 6 - zcela odpočatý/á)																			

Příloha 3 - Spánkový deník v online podobě.

Spánkový manuál pro zvýšení kvality spánku

Převzato z: Ústavní lékárna IKEM. (2020). Manuál spánkové hygieny. Institut klinické a experimentální medicíny. <https://www.ikem.cz/cs/nespavost-spankova-hygiena/a-1997/>

Není třeba každé doporučení ze začátku dodržovat. Avšak čím více jich bude splněno, tím kvalitnější spánek můžete mít.

- Do postele uléhat pouze při **pocitu ospalosti**.
- **Nespat během dne**, výjimkou může být pouze krátký odpolední spánek na maximálně 30-45 min.
- Každý den **uléhat i vstávat pravidelně**, ve stejnou denní dobu, a to i o víkendech (bez ohledu na délku trvání nočního spánku).
- Pro spaní zajistit dobře **vyvětranou místnost**, optimální **teplotu** (18-20 °C), **ticho a tmu**.
- Z ložnice **odstranit** veškeré **rušící předměty** (např. tikající hodiny), **alergeny** (eliminovat tak alergii na roztoče z peří, prach, pokojové rostliny).
- **Nepít povzbuzující nápoje** (káva, energetické nápoje, černý či zelený čaj, kola, kakao) 4-6 hodin před ulehnutím. Citlivější jedinci by se měli vyvarovat konzumaci těchto nápojů během celého dne (i ráno). Kofein působí stimulačně a ruší spánek.
- **Nekouřit** před spaním ani při nočním probuzení. Nikotin také stimuluje.
- Před spaním **nepít alkohol**. Alkohol sice krátkodobě působí uvolnění organismu a ospalost, pomůže tedy s usínáním, ale často způsobuje předčasné ranní probouzení a únavu během dne (spánek navozený alkoholem je nekvalitní, neosvěžující).
- Vyvarovat se konzumaci **těžkých jídel** těsně před ulehnutím.
- Při neschopnosti usnout **do 30 min**, opustit lůžko a věnovat se nějaké příjemné, monotónní činnosti (čtení, poslech relaxační hudby apod.).
- Snažte se vystavit expozici **jasného světla** ihned po probuzení (nežádoucí je tma navozená žaluziemi, závěsy), vyhýbat se mu ve večerních hodinách.
- Zajistit přiměřenou **pohybovou aktivitu** během dne, tzn. snažit se unavit (např. procházka po večeři). Vyvarovat se náročné fyzické aktivitě těsně před ulehnutím. Zůstat v klidu alespoň 3 hodiny před spaním.
- Neuléhat ve stresu, rozrušený, znepokojený (sledování hororu, náročná četba). Snažit se potlačit negativní myšlenky narušující zejména usínání a spánek. Zařadit během dne chvílku, při které budete **přemýšlet nad problémy**, které se Vám obvykle vybavují před usnutím (tzv. worry time).
- Zůstat **na lůžku jen po dobu spánku** (tedy 6-9 hodin během noci – s věkem tato doba klesá). Postel využívat výhradně ke spánku nebo sexuální aktivitě, z postele nesledovat televizi; v posteli nejíst, nečíst si, nepřemýšlet nad problémy atd.

Výzkum: Vliv úpravy spánkového režimu na psychickou zátěž a tělesnou hmotnost

Výzkum, jehož se účastníte, je prováděn v rámci diplomové práce Bc. Petra Mutinského, který studuje obor Psychologie na Filosofické Fakultě Univerzity Karlovy. Výzkum je prováděn ve spolupráci s Národním Ústavem Duševního Zdraví pod vedením PhDr. Denisy Mankové, Ph.D.. Cílem výzkumu je zjistit, jak se změní psychický i fyzický stav po změně spánkového režimu. Výzkum sestává z čtrnáctidenního experimentu, který zahrnuje dvojí měření na přístroji inbody a vyplnění sebeposuzujícího dotazníku české verze dotazníku PSS-10, Škály vnímaného stresu, který měří Vámi vnímanou psychickou zátěž. Dále vyplnění dotazníku MEQ, který určí, zda je spíše večerního či ranního typu. A nakonec dotazník PSQI, který zhodnotí kvalitu Vašeho spánku.

První měření bude probíhat na začátku studie, následně obdržíte informace, které Vám osvětlí důležitost správného spánku a spánkové hygieny včetně jejich dopadu na psychické a fyzické zdraví. Jako další krok budete náhodně rozděleni do jedné ze tří skupin. Jedna skupina bude po dobu 14 dní nosit přístroj podobný hodinkám, který se nazývá aktigraf a který snímá Vaši aktivitu. Aktigrafické měření nám poskytne informace o Vašem režimu spánku a bdění. Druhá skupina bude vyplňovat spánkový deník mapující totéž. Třetí skupina bude bez dalšího sledování.

Po 14 dnech dojde k opětovnému měření. V rámci měření na přístroji inbody budeme zjišťovat celkovou tělesnou hmotnost, podíl kosterní svalové hmoty a tělesného tuku.

Vaše účast ve studii je zcela dobrovolná a není honorována. Svou účast ve studii můžete kdykoliv bez udání důvodu přerušit.

Vaše osobní údaje nebudou nikde veřejně sdíleny ani poskytovány třetím stranám a slouží pouze pro účely výzkumu a k případnému odbornému článku či pro možnost kontaktování vás ohledně výsledků měření, opravení nepřesností, či vypůjčení a vrácení aktigrafů. Přístup k vašim datům má pouze autor výzkumu a jeho odborná vedoucí.

Příloha 5 - Informovaný souhlas.

Informace o účastníkovi výzkumu:

jméno a příjmení:

datum narození:

bytem:

adresa pro doručování:

telefon:

e-mail:

Prohlášení

Já níže podepsaný/-á potvrzuji, že

- a) jsem se seznámil/-a s informacemi o cílech a průběhu výše popsaného výzkumu (dále též jen „výzkum“);
- b) dobrovolně souhlasím s účastí své osoby v tomto výzkumu;
- c) rozumím tomu, že se mohu kdykoli rozhodnout ve své účasti na výzkumu nepokračovat;
- d) jsem srozuměn s tím, že jakékoliv užití a zveřejnění dat a výstupů vzešlých z výzkumu nezakládá můj nárok na jakoukoliv odměnu či náhradu, tzn. že veškerá oprávnění k užití a zveřejnění dat a výstupů vzešlých z výzkumu poskytují bezúplatně.

Zároveň prohlašuji, že

- a) souhlasím se zveřejněním anonymizovaných dat a výstupů vzešlých z výzkumu a s jejich dalším využitím;
- b) souhlasím se zpracováním a uchováním osobních a citlivých údajů v rozsahu v tomto informovaném souhlasu uvedených ze strany Univerzity Karlovy, Filozofické fakulty, IČ: 00216208, se sídlem: nám. Jana Palacha 2, 116 38 Praha 1, a to pro účely zpracování dat vzešlých z výzkumu, pro účely případného kontaktování z důvodu zpracování dat vzešlých z výzkumu či z důvodu nabídky účasti na obdobných akcích a pro účely evidence a archivace; a s tím, že tyto osobní údaje mohou být poskytnuty subjektům oprávněným k výkonu kontroly projektu, v jehož rámci výzkum realizován;
- c) jsem seznámen/-a se svými právy týkajícími se přístupu k informacím a jejich ochraně podle § 12 a § 21 zákona č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, tedy že mohu požádat Univerzitu Karlovu v Praze o informaci o zpracování mých osobních a citlivých údajů a jsem oprávněn/-a ji dostat a že mohu požádat Univerzitu Karlovu v Praze o opravu nepřesných osobních údajů, doplnění osobních údajů, jejich blokáci a likvidaci.

Výše uvedená svolení a souhlasy poskytují dobrovolně na dobu neurčitou až do odvolání a zavazují se je neodvolat bez závažného důvodu spočívajícího v podstatné změně okolností.

Vše výše uvedené se řídí zákony České republiky, s výjimkou tzv. kolizních norem, a bude v souladu s nimi vykládáno, přičemž případné spory budou řešeny příslušnými soudy v České republice.

Potvrzuji, že jsem převzal/a podepsaný stejnopolis tohoto informovaného souhlasu.

Dne:

Podpis:

Příloha 6 - Smlouva o výpůjčce aktigrafu.

SMLOUVA O VÝPŮJČCE

Půjčitel: Národní ústav duševního zdraví Topolová 748 250 67 Klecany IČO: 00023752	Vypůjčitel: Jméno: Bydliště: Číslo OP nebo RC:
Zastoupený:	Telefon:
Tel:	E-mail:
Email:	

Článek I. Předmět smlouvy

1. Předmětem této smlouvy o výpůjčce je: zapůjčení 1 ks aktigrafu MotionWatch firmy CamNtech v pořizovací hodnotě 28.000 Kč, výrobní číslo: (dále jen předměty výpůjčky), které půjčitel půjčuje vypůjčitel k tomu, aby jej nosil a užíval dle pokynů (viz Příloha). Přístroj monitoruje pohybovou aktivitu a dle konkrétního nastavení může zaznamenávat také informaci o intenzitě světla.
2. Půjčitel prohlašuje, že je oprávněným vlastníkem předmětu výpůjčky.
3. Předmět výpůjčky se poskytuje k uvedenému účelu bezplatně.
4. Doba výpůjčky se shoduje s dobou trvání studie nebo se určuje dle dohody.

Článek II. Práva a povinnosti smluvních stran

1. Půjčitel je povinen předat vypůjčitel předmět výpůjčky ve stavu způsobilém k řádnému užívání.
2. Vypůjčitel je oprávněn užívat předmět výpůjčky řádně a v souladu s pokyny (viz. Příloha), které jsou nedílnou součástí této smlouvy, tzn. chránit přístroj před poškozením, ztrátou nebo zničením.
3. Vypůjčitel předmět výpůjčky vrátí na konci stanovené doby zapůjčení, tj.:
4. Půjčitel může požadovat vrácení věci i před skončením stanovené doby zapůjčení.

Článek III. Závěrečná ustanovení

1. Ustanovení neupravená touto smlouvou se řídí obecně platnými právními předpisy České republiky, zejména občanským zákoníkem v platném znění.
2. Změny a doplnění této smlouvy jsou možné pouze v písemné podobě a na základě vzájemné dohody obou smluvních stran.
3. Tato smlouva se uzavírá ve dvou stejnopisech, z nichž obdrží každý z účastníků po jednom.

V dne

Za půjčitele:

Za vypůjčitele:

.....

.....

Příloha 7 - Pokyny pro uživatele aktigrafu.

Příloha:

Pokyny pro uživatele

Co je aktigraf: Aktigraf je zařízení sloužící k zaznamenávání fyzické aktivity.

Jak přístroj nosit:

- Neurčí-li lékař/výzkumník výslovně jinak, je aktigraf určen k nošení na zápěstí nedominantní ruky (tj. praváci nosí přístroj na zápěstí levé ruky a naopak).
- Přístroj je určen ke kontinuálnímu nošení 24 h denně, avšak v situacích, kdy by mohlo dojít k jeho poškození, je třeba ho na nezbytně nutnou dobu sundat. S přístrojem se můžete sprchovat, ale nikdy se s ním nekoupejte (ve vaně, v bazénu, v moři...) a nechodte s ním do sauny. Poté si však **NEZAPOMEŇTE SI AKTIGRAF OPĚT NASADIT!** V případě, že aktigraf sundáte, zmačkněte signalizační tlačítko (blíkne červené světlo). Tlačítko zmačkněte také tehdy, když si přístroj opět nasadíte na ruku. Aktigraf je po celou dobu aktivní.
- Pokud možno, nepřikrývejte aktigraf rukávem (registruje intenzitu světla).
- V okamžiku ulehnutí ke spánku (tj. když se rozhodnete, že se již nebudete věnovat jiným aktivitám a budete spát) a při ranním vstávání z lůžka zmačkněte tlačítko (důkladně – dokud neblíkne červené světlo).
- V průběhu nošení aktigrafu si důkladně vedte spánkový deník, jehož formulář obdržíte společně s aktigrafem.
- **NEPOKOUŠEJTE SE OTEVŘÍT KRYT ZAŘÍZENÍ!** Mohlo by dojít k jeho poškození či zničení. Pokud by se stalo, že by se zařízení otevřelo samo, nadále ho nenoste, uložte na bezpečné místo a bezprostředně kontaktujte pověřenou osobu, která Vám aktigraf předala.

Základní informace

Zdravotnická klasifikace (Evropská unie)

Přístroj MotionWatch je třídy I podle zdravotnické klasifikace Evropské unie (směrnice 93/42/EEC, dodatek V a VII). Prohlášení o shodě je uvedeno dodatku A.

Výrobce:

CamNtech Ltd
Upper Pendrill Court
Papworth Everard
Cambridgeshire
CB23 3UY, UK

Tel: 01480 831223
Fax: 01480 831733
Email: technical@camntech.co.uk
Web: www.camntech.co.uk

Dodavatel pro Českou republiku:



MUDr. Pavel ČELAKOVSKÝ – LÉKAŘSKÁ ELEKTRONIKA
Skalní 10, 152 00 Praha 5, tel.: 251 814 483, fax: 251 814 484
E-mail: drcel@drcel.cz IČ: 10174516

Vyhovující normy:

Norma	Název
ČSN-EN60601-1:2006	Zdravotnické elektrické přístroje. Část 1: Všeobecné požadavky na bezpečnost
ČSN-EN60601-1-2:2007	Zdravotnické elektrické přístroje - Část 1-2: Všeobecné požadavky na bezpečnost - Skupinová norma: Elektromagnetická kompatibilita - Požadavky a zkoušky. <i>Viz kapitola 10 for prohlášení a návod</i>
ČSN-EN60601-1-11:2010	Zdravotnické elektrické přístroje - Část 1-11: Všeobecné požadavky na základní bezpečnost a nezbytnou funkčnost - Skupinová norma: Požadavky na zdravotnické elektrické přístroje a zdravotnické elektrické systémy používané v prostředí domácí zdravotní péče
ČSN-EN60601-1-6:2010	Zdravotnické elektrické přístroje - Část 1-6: Zvláštní požadavky na základní bezpečnost a nezbytnou funkčnost - Skupinová norma: Použitelnost
ČSN-EN62304:2006	Software lékařských prostředků - Procesy v životním cyklu softwaru

Bezpečnostní klasifikace:



Přístroj MotionWatch je zařízení s vnitřním napájením.

Přístroj MotionWatch má aplikovanou část typu B.

Přístroj MotionWatch je určeno pro trvalý provoz.

Pozn.: Další bezpečnostní informace a informace o údržbě jsou obsaženy v kapitole 10