

PŘÍLOHA 1 – METODIKA A VÝSLEDKY OVĚŘOVACÍCH STUDIÍ

NÁZEV TECHNOLOGIE:	Světelná sauna
AUTOŘI VÝSLEDKU:	PhDr. Jana Kopřivová, Ph.D. ¹ Ing. arch. Lenka Maierová, Ph.D. ² Mgr. Kateřina Červená, Ph.D. ¹ Mgr. Katarína Evansová ¹ Mgr. Kateřina Skálová ¹ Bc. Zuzana Kaňková ¹ doc. Ing. Marek Piorecký, Ph.D. ¹ Mgr. Přemysl Vlček, Ph.D. ¹ Mgr. Karolina Janků, Ph.D. ¹ Ing. arch. Hana Kárníková ² RNDr. Tereza Nekovářová, Ph.D. ¹ doc. RNDr. Zdeňka Bendová, Ph.D. ¹
PRACOVISŤE OVĚŘOVÁNÍ:	¹ Národní ústav duševního zdraví ² Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT
TERMÍN OVĚŘOVÁNÍ:	02/2021 – 12/2023
FINANČNÍ PODPORA:	TA ČR FW02020025

OBSAH

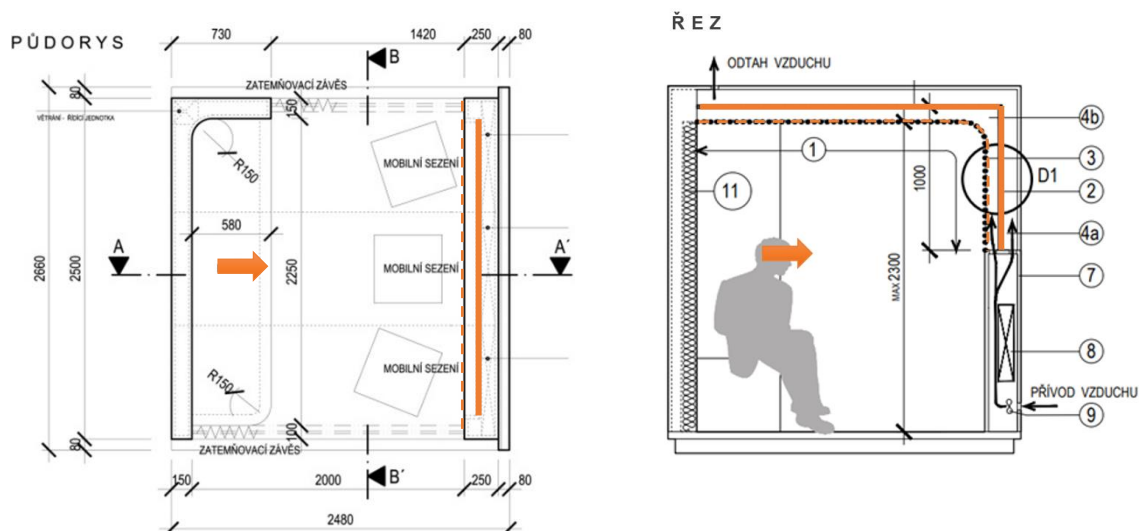
Obsah.....	2
Technický popis zařízení	3
Prostorové řešení	3
Parametry světelného prostředí	3
Řídicí systém, větrání a akustika	5
Cíle a postup ověřování technologie	6
Testování na zdravých subjektech.....	6
Bezprostřední účinek jednorázové expozice	6
Účinek opakované expozice	10
Testování na klinické populaci.....	17
Bezprostřední účinek jednorázové expozice	17
Účinek opakované expozice	20
Seznam použité literatury	24

TECHNICKÝ POPIS ZAŘÍZENÍ

Světelná sauna je mobilní pavilon navržený jako velkoprostorové fototerapeutické zařízení pro podporu psychického stavu a stabilizaci cirkadiánních rytmů. Technické řešení je chráněno užitným vzorem CZ 36036 U1, zapsaným 26. 5.2022 u Úřadu průmyslového vlastnictví.

PROSTOROVÉ ŘEŠENÍ

Světelná sauna je dřevěná konstrukce krychlového tvaru o straně 2,5 metru. Uvnitř konstrukce je vytvořen prostor nabízející místa k pohodlnému sezení až pro 6 osob. Celý strop a polovina jedné boční stěny prostoru jsou osazeny světelnými LED zdroji s difuzorem tak, aby celá tato plocha působila jako světelný zdroj s vyrovnaným jasem. Ostatní vnitřní i vnější povrchy stěn jsou čalouněny měkkou světlou látkou s vysokou odrazností světla. Dvě otevřené stěny pavilonu jsou vybavené závěsy podporujícími rovnoměrnou distribuci světla v interiéru (**obr. 1**).



Obr. 1: Světelná sauna ve schématech – půdorys, řez; 1 – osvětlovací systém, 2 - nosná deska s LED zdroji (oranžová linie), 3 – difuzní vrstva, 4a,b - vzduchové mezery, 7 – vnější plášť, 8 – řídicí jednotka, 9 – ventilátor, 11- vnitřní akustické panely. Oranžová šipka označuje místo a směr pohledu pro měření světelných parametrů.

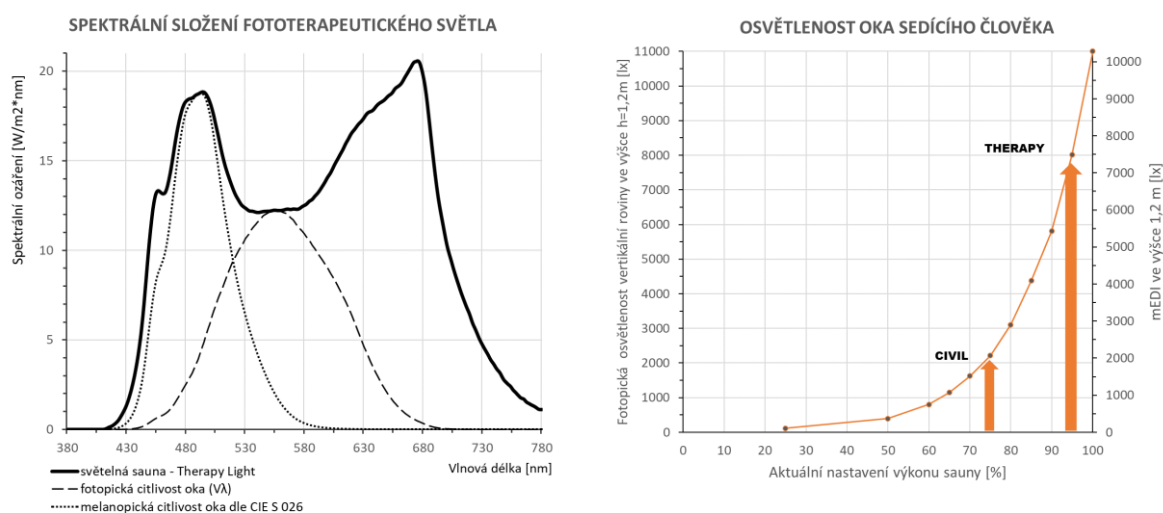
PARAMETRY SVĚTELNÉHO PROSTŘEDÍ

Účinnost sauny je zajištěna kombinací vysoké osvětlenosti, účinného spektra a vícesměrné, rovnoměrné distribuce světla v prostoru.

Technologie je vytvořena na bázi unikátní LED technologie s vyváženým barevným spektrem srovnatelným s přirozeným denním světlem (patent č. 308363). Toto spektrální složení s plnohodnotným zastoupením spektrálního pásma 460–520 nm je zárukou vysoké účinnosti na ipRGC receptory v sítnici, resp. systémy neobrazového vnímání světla. Poměrná melanopická účinnost světla (mDER) v prostoru Světelné sauny dosahuje 0,934, tj. dosahuje více než 93 %

účinnosti denního světla v přírodě. Jeho náhradní teplota chromatičnosti je 4500 K a index podání barev vyšší než 80 ($R_a > 80$). Ve spektru nejsou zastoupeny UV ani IR vlnové délky.

Prostorové řešení s velkoplošným zdrojem světla, který zasahuje více než 40 % plochy zorného pole a dominantní světelný tok je směřován zhora. Velká vyzařovací plocha umožňuje dosáhnout příjemný rozptýlený charakter světla v prostoru bez přítomnosti oslnění vysokým jasem na ploše. Výkon světelného zdroje lze plynule regulovat. Světelný výkon zařízení včetně vyjádření ekvivalentní melanopické účinnosti denního světla viz **obr. 2** a tabulka 1.



Obr. 2: Světelná sauna – světelné parametry – spektrální složení světla (vlevo), průměrná osvětlenost dosahovaná v prostoru a mEDI dle CIE S 026:2018 (vpravo).

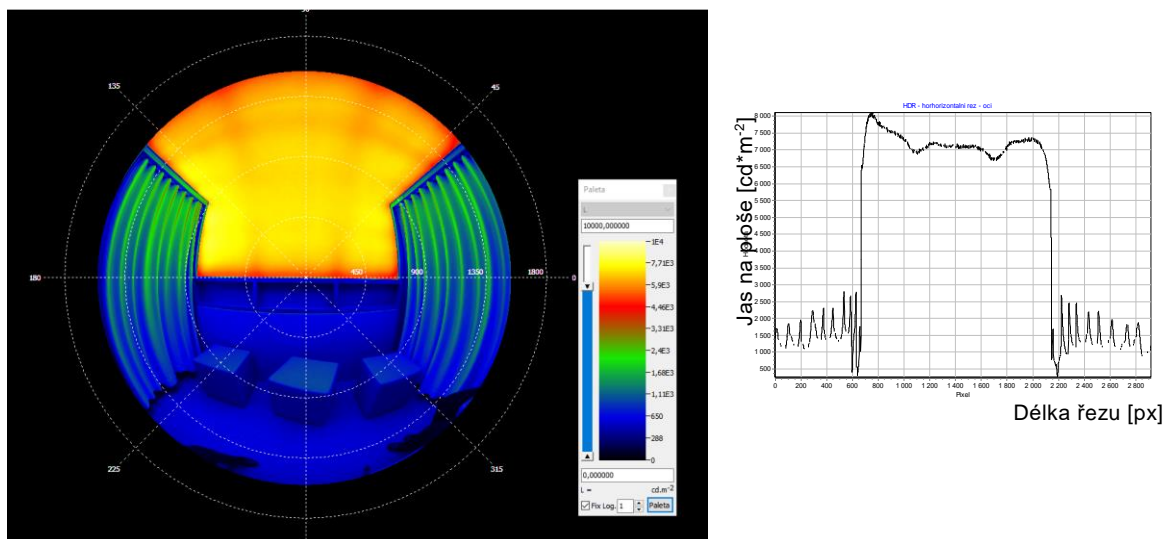
Tab. 1: Světelný výkon zařízení dle režimu nastavení

	Nastavený výkon	Ověřtenost rohovky	Melanopie ekvivalent denního světla
		Ev [lx]	mEDI [lx]
Servisní nastavení	100 %	11000 ± 800	10280 ± 800
Tearapeutický režim	95 %	8020 ± 500	7490 ± 500
Civilní režim	75 %	2220 ± 250	2070 ± 250

Světelné parametry zařízení byly vyhodnoceny pomocí jasového analyzátoru a radiospektrometru.

Obrázek 3 ukazuje výsledky měření jasů v zorném poli a analýzu jasů na horizontálním řezu čelní stěnou v místě světelné plochy a blízkém okolí (závěsy). V terapeutickém režimu Světelná sauna potřebuje k dosažení melanopického ekvivalentu denní osvětlenosti mEDI 7500 lx (fotopické osvětlenosti 8000 lx) průměrný jas 6700 cd·m⁻² (jas přírodní oblohy pod mrakem), s maximálním bodovým jasem méně než 8300 cd/m² (jas modré letní oblohy). Rovnoměrnost v ploše je vysoká, maximální jas nepřevyšuje stanovený limit 10 000 cd·m⁻². Jas světelné plochy je vhodně doplněn

jasem okolních ploch, kontrast mezi nimi nižší než 1:10, tzn. světelná plocha neoslňuje pozorovatele.



Obr. 3: Jasová analýza světlené sauny – jasové poměry v zorném poli (vlevo) a jas na povrchu sauny ($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$) v horizontálním řezu světloemitující plochou stěny a okolím (vpravo).

ŘÍDICÍ SYSTÉM, VĚTRÁNÍ A AKUSTIKA

Zařízení bylo vybaveno uživatelským rozhraním pro jednoduché ovládání výkonu ve dvou režimech – tzv. terapeutickém (95% výkon) a tzv. civilním (75% výkon). Civilní režim je možné spustit vypínačem u vstupu do sauny. Terapeutický režim je ovládán aplikací přes Wifi rozhraní, kterou má k dispozici pouze proškolený personál a přístup je chráněn požadavkem zadání uživatelského jména a hesla. Technologicky lze při nastavení zařízení na 100 % výkon (servisní nastavení) dosáhnout osvětlenosti rohovky až 11 000 lx, takto vysoká osvětlenost se však ve fototerapii nepoužívá.

Prostor sauny je automaticky větrán integrovanými ventilátory. Větrací vzduch je přiváděn z místnosti, kde je Světelná sauna umístěna, a je odváděn do centrálního VZT systému.

Akustický komfort je zajištěn měkkým akustickým čalouněním v prostoru. Hladiny akustického tlaku v prostoru jsou ovlivněny hlukem ventilátorů, měřené hodnoty nepřesahovaly 55 dB při terapeutickém režimu a výkonu ventilátorů nastaven na 50 %. V civilním režimu, při výkonu ventilátoru 25 %, hladina hluku nepřesahuje 45 dB.

CÍLE A POSTUP OVĚŘOVÁNÍ TECHNOLOGIE

Cílem bylo ověřit, zda technologie Světelná sauna ovlivňuje subjektivní prožívání, kognitivní funkce a fyziologické proměnné, a to jak bezprostředně po jednorázové expozici, tak po pravidelné opakované expozici. Ověřování probíhalo na zdravých subjektech i na klinické populaci a bylo provedeno v následujících šesti oblastech:

TESTOVÁNÍ NA ZDRAVÝCH SUBJEKTECH

BEZPROSTŘEDNÍ ÚČINEK JEDNORÁZOVÉ EXPOZICE

Autoři: Jana Kopřivová, Zuzana Kaňková, Přemysl Vlček, Marek Piorecký, Tereza Nekovářová

Cíle

V tomto experimentu jsme testovali, zda ranní expozice osvětlení ve Světelné sauně bude mít významný vliv na spavost, náladu, kognitivní funkce a elektrickou aktivitu mozku zdravých adolescentů. Dále jsme testovali, zda tento efekt bude odlišný po normálním spánku (8h) a po spánkové deprivaci (4h).

Metodika

Soubor: Do studie bylo zařazeno celkem 55 zdravých adolescentů, analyzována byla data 47 subjektů ve věku od 14 do 21 let (průměr 17,4 ± 1,89). Osm subjektů nebylo do analýz zařazeno pro chybějící nebo nedostatečně kvalitní EEG záznam při prvním či druhém měření.

Design: Testování účinku expozice osvětlení ve Světelné sauně bylo součástí širšího experimentu sledujícího důsledky částečné spánkové deprivace. Polovina respondentů spala v noci obvyklým způsobem (8 hodin, n = 24), druhá polovina participantů (n = 23) byla vyzvána, aby noc před experimentem zkrátila spánek v domácím prostředí na 4 hodiny (spánek probíhal ve druhé polovině noci). Respondenti z obou skupin byli druhý den cca od 8 do 13 h testováni v Národním ústavu duševního zdraví kognitivními testy (opakování čísel, opakování čísel pozpátku a Go/NoGo test), vyplnili několik dotazníků a škál a absolvovali EEG vyšetření. Testování okamžitého účinku fototerapie pomocí velkoplošného zdroje (světelná sauna, 8000 lx, tj. mEDI 7500 lx) proběhlo mezi 9. - 12. hodinou. Světelná expozice trvala 30 minut. Respondenti absolvovali dvě klidová EEG vyšetření, hodnotili subjektivní spavost (Stanfordská škála spavosti, SSS) a náladu (Škála pozitivního a negativního afektu, PANAS). Časový odstup mezi prvním a druhým EEG vyšetřením byl cca 1 h (64 ± 10 minut), škály byly administrovány bezprostředně před fototerapií a ihned po jejím ukončení.

Metody:

Škála pozitivního a negativního afektu - PANAS (Positive and Negative Affect Scale) [1]: PANAS se skládá ze dvou desetibodových škál pro měření pozitivních i negativních emocí. Každá položka je hodnocena na škále od 1 do 5.

Opakování čísel: Experimentátor čte řadu čísel a úkolem probanda je ji zopakovat - ve stejném či opačném pořadí, dle pokynu. Číselná řada se postupně prodlužuje, test končí po dvou chybných odpovědích pro daný počet čísel.

Go/NoGo test [2]: Test je administrován na počítači, úkolem probanda je reagovat (stisknout klávesu) na určitý podnět a nereagovat na jiné podněty. Hodnotí se zejm. počet správných a nesprávných stisknutí.

Stanfordská škála spavosti - SSS (Stanford Sleepiness Scale) [3]: SSS je jednopoložkový sebesposuzovací dotazník určený ke zhodnocení aktuální spavosti/bdělosti. Spavost je hodnocena na škále od 1 do 7.

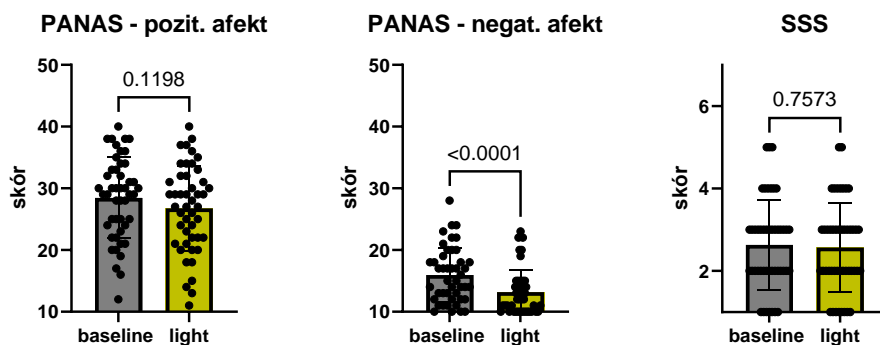
Elektroencefalografie: EEG bylo nahráváno v klidovém stavu pomocí 21 elektrod umístěných dle mezinárodního systému 10-20. EEG bylo registrováno po dobu 20 min - 10 min otevřené a 10 min zavřené oči). Účinek fototerapie na EEG byl hodnocen pomocí párového srovnání EEG záznamů pořízených před a po fototerapii. Vzhledem k tomu, že část subjektů byla po částečné spánkové deprivaci, zvolili jsme pro analýzu EEG záznam při otevřených očích, abychom snížili pravděpodobnost kolísání vigility. Před analýzou byly všechny záznamy preprocesovány expertem, který odstranil artefakty (kontinuální i nahodilé). Do analýzy vstoupily dvousekundové úseky očištěné od artefaktů.

Data byla analyzována pomocí metody eLORETA (exact low resolution brain electromagnetic tomography) v software LORETA-Key (<http://www.uzh.ch/keyinst/loreta.htm>). eLORETA je lineární matematická metoda, která s využitím standardizovaného modelu hlavy a distribuce elektrických potenciálů naměřených na skalpu odhaduje pravděpodobnou lokalizaci zdrojů EEG v mozkové kůře [4, 5]. V našem experimentu jsme zjišťovali, zda po fototerapii dochází ke změně spektrálního výkonu EEG v definovaných frekvenčních pásmech (delta: 2 – 4 Hz, theta: 4,5 – 8 Hz, alfa: 8,5 – 12 Hz, beta 1: 12,5 – 21 Hz, beta 2: 21,5 – 30 Hz, gama: 30,5 – 45 Hz), a pokud ano, kde jsou lokalizovány korové zdroje EEG, které jsou za změnu zodpovědné. Vzhledem k tomu, že data byla srovnávána párově, tj. vždy byla hodnocena změna EEG u daného subjektu, nebylo nutné provádět normalizaci, kterou je při meziskupinovém srovnání obvykle třeba provést vzhledem k interindividuálně odlišné amplitudě EEG apod.

Výsledky

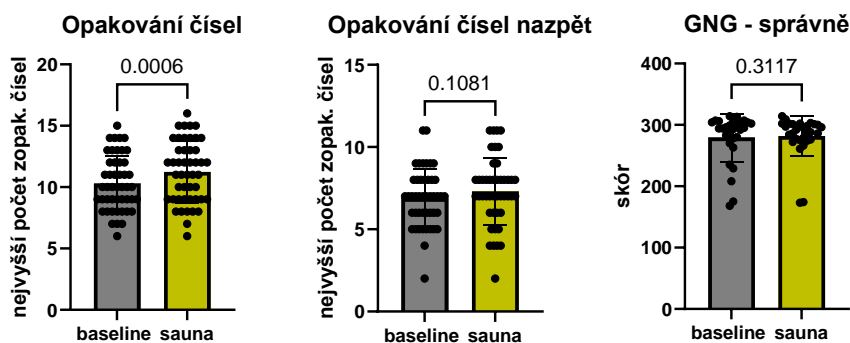
Behaviorální data: Behaviorální data před a po fototerapii byla porovnána pomocí Wilcoxonova znaménkového testu pro párová srovnávání. Test PANAS ukázal, že třicetiminutová expozice experimentálnímu osvětlení vedla k významnému snížení negativní afektivity ($p = 0,0005$), zatímco pozitivní afekt se nezměnil ($p = 0,1198$). Ani subjektivní spavost se po fototerapii nezměnila ($p = 0,7573$; **obr. 4**). Podobné výsledky jsme získali i obou podskupin. Negativní afektivita se snížila u podskupiny spánkově deprivovaných subjektů ($p = 0,0059$), i u podskupiny, která spala normálním spánkem ($p = 0,0001$). Pozitivní afekt se ani u jedné z podskupin nezměnil ($p = 0,3251$ u podskupiny

spánkově deprivovaných subjektů, $p = 0,2666$ u podskupiny, která spala normálním spánkem). Podobně jako celá skupina, ani spavost podle SSS nebyla ovlivněna u jednotlivých podskupin ($p = 0,2879$ u podskupiny spánkově deprivovaných subjektů, $p = 0,2830$ u podskupiny, která spala normálním spánkem).



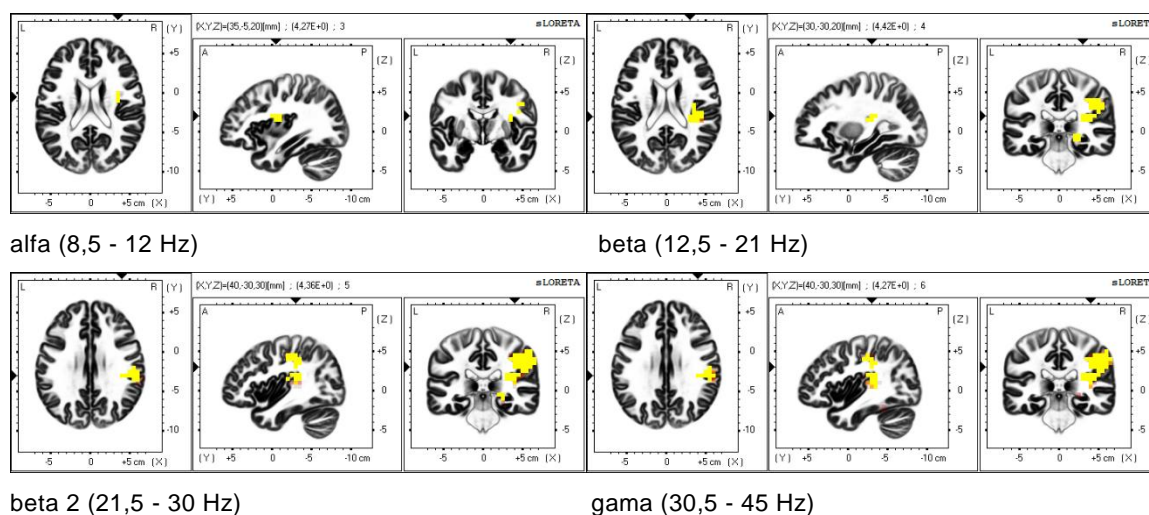
Obr. 4: Porovnání skóru sebezposuzovacích škál administrovaných před expozicí světla ve Světelné sauně o intenzitě cca 8000 lx a bezprostředně po jejím ukončení. Data byla porovnána pomocí Wilcoxonova testu, výsledné p-hodnoty jsou zobrazeny v grafu. Zkratky: PANAS – Škála pozitivního a negativního afektu; SSS – Stanfordská škála spavosti.

V kognitivních testech jsme našli po fototerapii změnu ve výkonu v testu opakování čísel. Po fototerapii byli probandi schopni zopakovat více čísel v řadě než před fototerapií ($11,2 \pm 2,5$ vs. $10,3 \pm 2,24$ čísel; $p = 0,0006$; **obr. 5**). Při analýze podskupin se však toto zlepšení projevilo pouze u podskupiny po normálním spánku ($12,1 \pm 2,21$ vs. $11 \pm 2,05$, $p = 0,0031$), u jedinců po částečné spánkové deprivaci nedosáhl rozdíl hranice statistické signifikance ($10,3 \pm 2,52$ vs. $9,61 \pm 2,27$, $p = 0,0762$). Výkon v testu opakování čísel po zpátku se po fototerapii nezměnil ($p = 0,1081$ u celé skupiny, $p = 0,5121$ u podskupiny spánkově deprivovaných subjektů, $p = 0,2263$ u podskupiny, která spala normálním spánkem). Počet správných odpovědí v Go/NoGo testu se po expozici světlu nezvýšil ($p = 0,3117$; **obr. 5**). Nezvýšil se ani u podskupiny deprivovaných ($p = 0,2893$) ani u podskupiny, která spala normálním spánkem ($p = 0,7723$).



Obr. 5: Porovnání výsledků kognitivních testů administrovaných před expozicí světla ve Světelné sauně a bezprostředně po jejím ukončení. Data byla porovnána pomocí Wilcoxonova testu, výsledné p-hodnoty jsou zobrazeny v grafu. Zkratky: GNG - Go/NoGo test.

Elektrofyzilogická data: Protože v našem souboru byli jedinci po normálním a zkráceném spánku, zjišťovali jsme nejprve, zda se EEG po fototerapii mění u těchto skupin odlišně. Skupiny se z hlediska změny v EEG po fototerapii nelišily, proto jsme dále hodnotili účinek fototerapie na EEG v celém souboru. Zjistili jsme, že po fototerapii došlo k pravostrannému zvýšení EEG aktivity v pásmu alfa, beta 1, beta 2 a gama ($p < 0,05$, korigováno; **obr. 6**). Tabulka 2 uvádí konkrétní oblasti společně s počtem signifikantních voxelů a průměrnými t-hodnotami. Nejvyšší t-hodnoty byly zaznamenány v pravé zadní inzule.



Obr. 6: Rozdíl v EEG aktivitě před expozicí světlu a bezprostředně po ní. Žlutě jsou označeny voxely, kde byla pomocí metody eLORETA po expozici světlu zaznamenána vyšší EEG aktivita v daných frekvenčních pásmech ($p < 0,05$, korigováno).

Tab. 2: Rozdíl v EEG aktivitě před expozicí světlu a bezprostředně po ní. V tabulce jsou vypsány oblasti, kde byly zjištěny signifikantní rozdíly (nárůst EEG aktivity) před expozicí světlu a po ní. Je indikován počet signifikantních voxelů pro jednotlivé oblasti a frekvence a průměrné t-hodnoty.

Mozková struktura a Brodmannova area	alfa (8,5 - 12 Hz)		beta 1 (12,5 - 21 Hz)		beta 2 (21,5 - 30 Hz)		gama (30,5 - 45 Hz)	
	mean t	voxels	mean t	voxels	mean t	voxels	mean t	voxels
Insula (BA 13)	4,104	5	4,149	20	4,099	21	4,041	21
Precentral Gyrus (BA 4, 6)	3,996	6			4,018	14	3,975	5
Inferior Parietal Lobule (BA 40)			4,048	9	4,035	29	4,006	17
Postcentral Gyrus (BA 2, 3)			4,037	13	4,059	49	4,041	36
Parahippocampal gyrus (BA 27, 28)			3,981	6	3,949	4		
Superior Temporal Gyrus (BA 41)					3,992	2	3,954	5

Závěr

Třicetiminutová expozice jasnému plnospektrálnímu světlu přesvědčivě vedla ke snížení negativního afektu hodnoceného pomocí škály PANAS, ke zlepšení kognitivního výkonu

posouzeného testem opakování čísel, a prokazatelně měla fyziologický účinek na úrovni EEG. Oblast zadní pravé inzuly, kde došlo k nejvýraznějším změnám v EEG, je spojena se zpracováním averzivních podnětů, a mj. má přímé vstupy z habenuly, která je součástí fototransdukční dráhy. Výsledky dokládají, že fototerapie pozitivně ovlivňuje prožívání negativních emocí na behaviorální úrovni a mění aktivitu v oblasti mozku, která je zahrnuta v averzivním prožívání.

ÚČINEK OPAKOVANÉ EXPOZICE

Autoři: Kateřina Skálová, Katarína Evansová, Kateřina Červená, Zdeňka Bendová, Jana Kopřivová

Cíle

V tomto experimentu jsme testovali účinek pravidelné návštěvy Světelné sauny na kognitivní funkce, náladu, cirkadiánní rytmus, spánek a hladinu melatoninu u zdravých dospělých jedinců ve věkovém rozmezí 18 - 45 let nevyhraněného chronotypu. Cílem bylo také zjistit, jaký je subjektivně pociťovaný zrakový komfort při maximálním výkonu Světelné sauny.

Metodika

Soubor: Do studie bylo zařazeno celkem 20 zdravých dobrovolníků, dva studii nedokončili z důvodu nemoci. Analyzována byla data od 18 zdravých jedinců (6 mužů, 12 žen), průměrný věk 28,56 (\pm 6,972) let.

Design: Studie probíhala od listopadu 2021 do března 2022 vždy 6 týdnů, postupně v celkem 4 skupinách o maximálně 6 dobrovolnících. Dobrovolníci na začátku studie vyplnili dotazník chronotypu MEQ a byly jim předány náramkové aktigrafy, kterými byli monitorováni po celých 6 týdnů trvání studie. Pravidelná expozice osvětlení ve Světelné sauně probíhala vždy během 3. a 4. týdne účasti ve studii, a to každý den kromě víkendu. Polovina dobrovolníků dané skupiny navštěvovala světelnou saunu vždy v 10:00 - 10:30 a druhá polovina 10:30 - 11:00. Světelná sauna byla nastavena na výkon 95%, tj. intenzita světla v tomto experimentu dosahovala 11000 lx, 10300 lx po přepočtu na mEDI. Na konci 2. a 4. týdne studie (vždy od pátečního večera do nedělního poledne) absolvovali dobrovolníci pobyt ve spánkové laboratoři. V noci z pátku na sobotu byl probandům monitorován spánek pomocí polysomnografie a ráno vyplnili sebesposuzovací škály úzkosti (STAI X1), náladu (PANAS), spavosti (ESS), dotazník dlouhodobé kvality spánku (PSQI). V sobotu v 10:00 začali dobrovolníci provádět samoodběr slin pro následné stanovení hladiny hormonu melatoninu ve 24-hodinovém profilu. Samoodběr vzorků slin probíhal v tříhodinových intervalech, celkem tedy bylo získáno 9 vzorků. V sobotu dopoledne též probíhalo kognitivní testování pomocí Paměťového testu učení AVLT a Opakování čísel. Jedna skupina byla testována vždy v čase 10:30 - 11:00 a druhá v 11:00 - 11:30.

Metody:

Dotazník ranních a večerních typů (MEQ - Morningness-Eveningness Questionnaire) [6]: Jedná se o sebesposuzovací dotazník k určení cirkadiálních preferencí (chronotypu). Dotazník obsahuje 19 položek, které se dotazují na preferovaný čas pro různé aktivity. Individuální chronotyp je určen dle celkového skóru. Nižší skór indikuje pozdější chronotyp a naopak.

Pittsburský index kvality spánku - PSQI (Pittsburgh Sleep Quality Index) [7]: PSQI je sebesposuzovací dotazník, který hodnotí spánkové návyky a kvalitu spánku v předchozích dvou týdnech. Skládá se z 19 položek, které lze rozdělit do 7 komponent (subjektivní kvalita spánku, spánková latence, délka spánku, spánková efektivita, poruchy spánku, užívání medikace na spánek, denní symptomy). Obecně, celkový skór vyšší než 5 s vysokou senzitivitou a specificitou indikuje poruchy spánku.

Dotazník úzkosti a úzkostnosti (STAI) [8]: Tento sebesposuzovací dotazník se skládá ze 40 položek ve formě čtyřbodové Likertovy škály. STAI měří dva typy anxiety - úzkost (stav, X1) a úzkostnost (rys, X2). Naše studie zahrnuje pouze X1.

Škála pozitivního a negativního afektu - PANAS (Positive and Negative Affect Scale) [1]: PANAS se skládá ze dvou desetibodových škál pro měření pozitivních i negativních emocí. Každá položka je hodnocena na škále od 1 do 5.

Beckův inventář deprese (BDI - Beck Depression Inventory) [9, 10]: BDI je sebesposuzovací škála určená pro subjektivní hodnocení depresivních příznaků. Obsahuje 21 položek, z nichž každá se hodnotí na čtyřbodové škále. Vyšší skór indikuje výraznější subjektivní depresivní prožívání.

Epworthská škála spavosti (ESS) [11]: ESS je sebesposuzovací dotazník určený k měření denní spavosti. Obsahuje 8 položek, z nichž každá se hodnotí na čtyřbodové Likertově škále.

Paměťový test učení (AVLT – Auditory Verbal Learning Test) [12]: V tomto paměťovém testu je probandovi 5x po sobě předčítán seznam 15 slov, přičemž po každém přečtení je proband dotázán na jejich vybavení. Sleduje se křivka učení, okamžité i oddálené vybavení.

Opakování čísel: Experimentátor čte řadu čísel a úkolem probanda je ji zopakovat – ve stejném či opačném pořadí, dle pokynu. Číselná řada se postupně prodlužuje, test končí po dvou chybných odpovědích pro daný počet čísel.

Škála vizuálního komfortu: K hodnocení vizuálního komfortu byla použita analogová škála sestávající ze sedmi položek. Probandi měli na každé z nich vyznačit, jak hodnotí světelné prostředí, v němž se nacházejí nebo jak je pro ně příjemné. Škála byla administrována před koncem 30-minutového sezení.

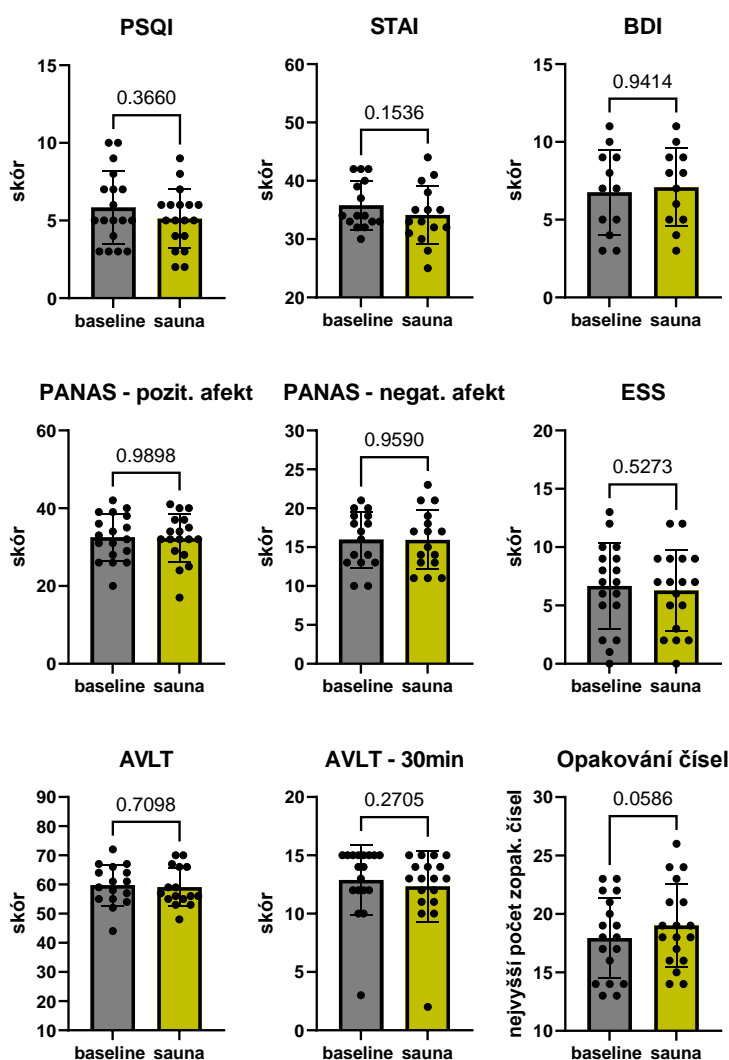
Aktigrafie: Aktigrafie zaznamenává pohybovou aktivitu. Při kontinuálním dlouhodobém monitorování (týdny) lze z aktigrafických záznamů monitorovat rytmus spánku a bdění a rovněž určit některé parametry týkající se kvality spánku. Aktigraf je přístroj velmi podobný náramkovým hodinkám a nosí se na nedominantní ruce. Pro přesnější vyhodnocení dat z aktigrafů se používají spánkové deníky, které participanti vyplňují současně s nošením aktigrafů (čas ulehnutí, čas usnutí, počet probuzení v noci, čas vstávání apod.). Data byla porovnáována Friedmanovým testem.

Polysomnografie: Polysomnografie je zlatým standardem objektivní spánkové diagnostiky. V této studii byla realizována ve spánkové laboratoři Národního ústavu duševního zdraví, kde byla probandům po celou noc monitorována elektrická aktivita mozku, aktivita očí, svalů a srdeční činnost (EKG). Následně byla expertem popsána spánková stadia a jejich střídání v průběhu celé noci.

Odběry vzorků slin a stanovení 24-h profilu hladin melatoninu: Vzorky slin pro stanovení hladin melatoninu byly odebírány v 3-hodinových intervalech po dobu 24 hodin, a to před dvoutýdenní expozicí světlu ve Světelné sauně a po ní, dle designu studie vysvětleného výše. Vzorky byly uloženy v teplotě -20°C až do dne stanovení melatoninu. Všechny vzorky od jednoho účastníka byly stanoveny v jedné eseji, aby se předešlo zkreslení výsledků rozdíly v koncentraci radionuklidů mezi detekčními kity. Hladina melatoninu ve vzorcích byla stanovena pomocí radioimunologické analýzy (RIA). RIA je imunologická metoda umožňující stanovit hladinu antigenů v tělesných tekutinách, zejména v krvi, ale i ve slině. Základem této radioizotopové mikroanalýzy je imunochemická reakce neznámého množství antigenu se specifickou protilátkou. Tato reakce probíhá v přítomnosti uměle přidaného radioindikátoru o známé koncentraci. Principem metody je kompetice antigenů o vazebné místo, které se nachází na protilátce. Hodnoty radioaktivního záření ve vzorcích byly změřeny gama scintilačním spektrometrem Berthold LB2111 v jednotkách cpm (counts per minute). V programu GraphPad Prism 6 byla vypočtena logaritmovaná koncentrace kalibračních vzorků standardů, ke kterým byly následně přiřazeny jejich naměřené hodnoty cpm. Pomocí nonlineární regrese byly následně stanoveny interpolované logaritmované hodnoty koncentrací všech vzorků. Odlogaritmováním vypočtených hodnot byla získána koncentrace melatoninu (pg/ml) v odebraných vzorcích. Ze stanovených hladin melatoninu byly sestaveny jednotlivé 24-h melatoninové profily jednotlivých probandů. Tyto profily byly porovnány mezi sebou testem dvoucestné ANOVA a podrobena cosinorové analýze, která potvrzuje cirkadiánní rytmicitu a určuje hodnoty tří základních parametrů cirkadiánních rytmů, tedy amplitudy, akrofáze a mezoru. Jednotlivé profily byly dále normalizovány k maximu, aby bylo možné vytvořit průměrný profil rytmu všech participantů. Tyto rytmy byly opět porovnány dvoucestnou ANOVA. Parametry cirkadiánních rytmů byly porovnány Wilcoxonovým testem.

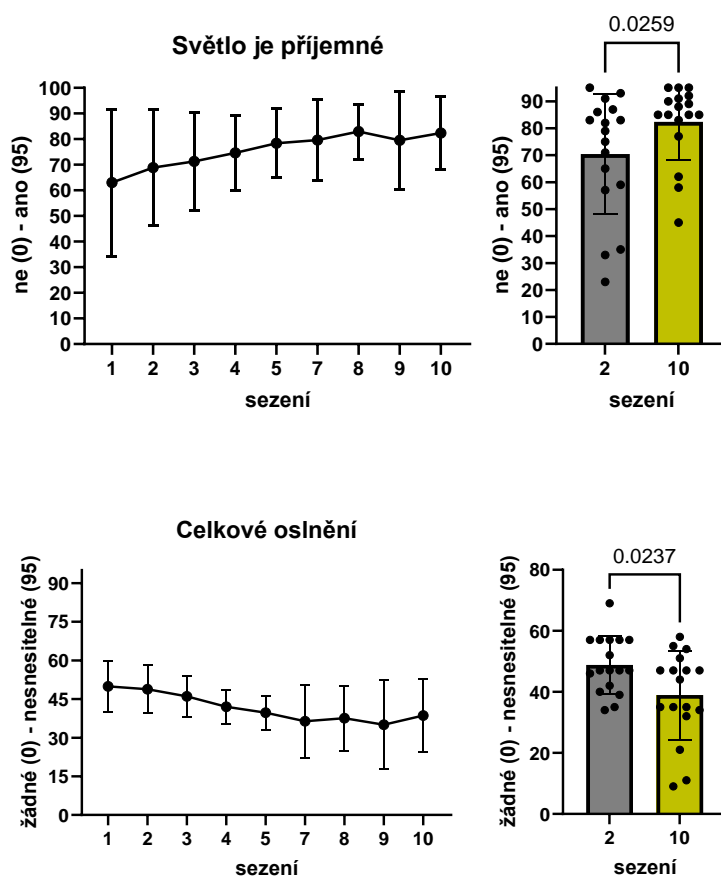
Výsledky

Behaviorální data: Porovnání výsledků sebeposuzovacích škál a dotazníků administrovaných před dvoutýdenní pravidelnou fototerapií a po jejím ukončení neodhalily žádné významné rozdíly v náladě, denní spavosti či kvalitě nočního spánku. Kognitivní test opakování čísel podporuje náleze ze studie zaměřené na okamžité účinky Sauny a zlepšení výkonu u participantů exponovaných fototerapii je na hranici významnosti (**obr. 7**).



Obr. 7: Porovnání výsledků kognitivních testů administrovaných před expozicí světlu ve Světelné sauně a po opakované expozici. Data byla porovnána pomocí Wilcoxonova testu, výsledné p-hodnoty jsou zobrazeny v grafu. Zkratky: PSQI – Pittsburský index kvality spánku; STAI - Dotazník úzkosti a úzkostnosti; BDI – Beckův inventář deprese; PANAS – Škála pozitivního a negativního afektu; ESS – Epworthská škála spavosti; AVLT – Paměťový test učení.

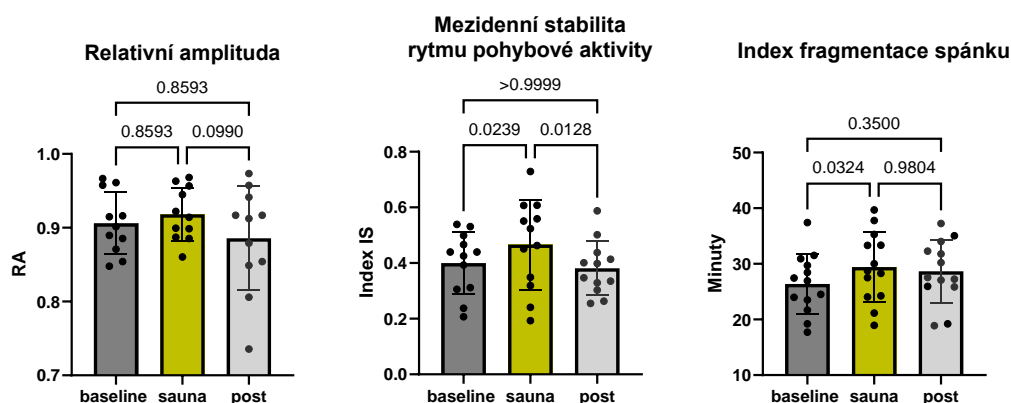
Zrakový komfort: Ze subjektivního hodnocení zrakového komfortu vyplývá, že probandi hodnotili světlo ve Světelné sauně při jejím plném výkonu jako příjemné a oslnění přijatelné či dobře přijatelné, přičemž zrakový komfort se v průběhu deseti sezení nesnižoval, naopak byl s postupujícími sezeními hodnocen jako vyšší. Párová srovnání hodnocení zrakového komfortu mezi 2. a 10. dnem sezení ukázala signifikantní zlepšení subjektivního hodnocení Světelné sauny (**obr. 8**).



Obr. 8: Subjektivní hodnocení světelného prostředí ve Světelné sauně v průběhu jednotlivých sezení pomocí Škály vizuálního komfortu. Škála byla administrována vždy před koncem 30-minutové fototerapie. Probandi absolvovali celkem 10 sezení, sezení 6 nebylo do analýz zahrnuto pro velký počet chybějících údajů. Spojnicový graf zobrazuje průměrné hodnoty v jednotlivých sezeních, sloupcový graf vyjadřuje výsledek párového porovnání hodnot z 2. a 10. sezení pomocí Wilcoxonova testu, včetně p-hodnot.

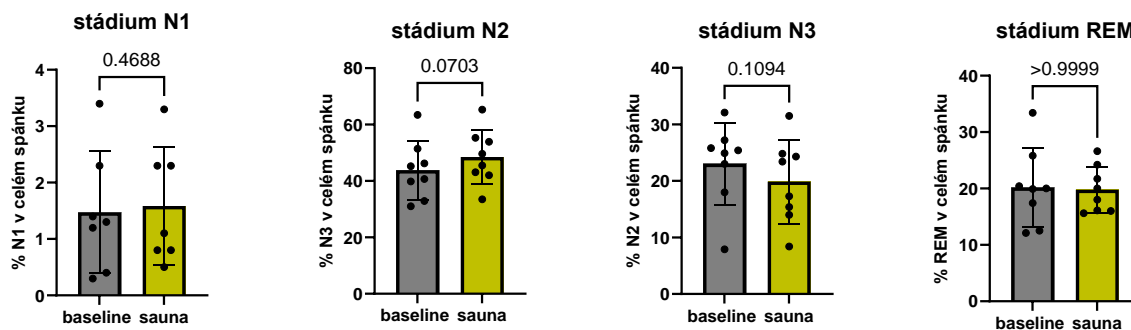
Fyziologická data:

Aktigrafie: Z aktigrafických dat má největší výpovědní hodnotu parametr relativní amplituda, která ukazuje sílu cirkadiánního rytmu, dále mezidenní stabilita, která vypovídá o dobré synchronizaci a bývá hlavním ukazatelem účinku fototerapie a také index fragmentace spánku, který naznačuje kvalitu spánku. Z našich dat vyplynulo, že během dvoutýdenní expozice osvětlení ve Světelně sauně byla u účastníků studie signifikantně vyšší mezidenní stabilita cirkadiánního rytmu než v prvních dvou týdnech studie. V následujících dvou týdnech po ukončení fototerapie však mezidenní stabilita cirkadiánního rytmu opět poklesla. Výchozí měření se od měření během fototerapie lišilo také v indexu fragmentace spánku, přičemž tento byl vyšší během fototerapie (**obr. 9**). Relativní amplituda a ostatní parametry hodnocené z aktigrafických záznamů (variabilita pohybové aktivity v rámci dne, délka spánku, spánková efektivita, aktivita během 10 neaktivnějších a 5 nejméně aktivních hodin) se během dvoutýdenní fototerapie ani po ní nelišily od výchozího měření.



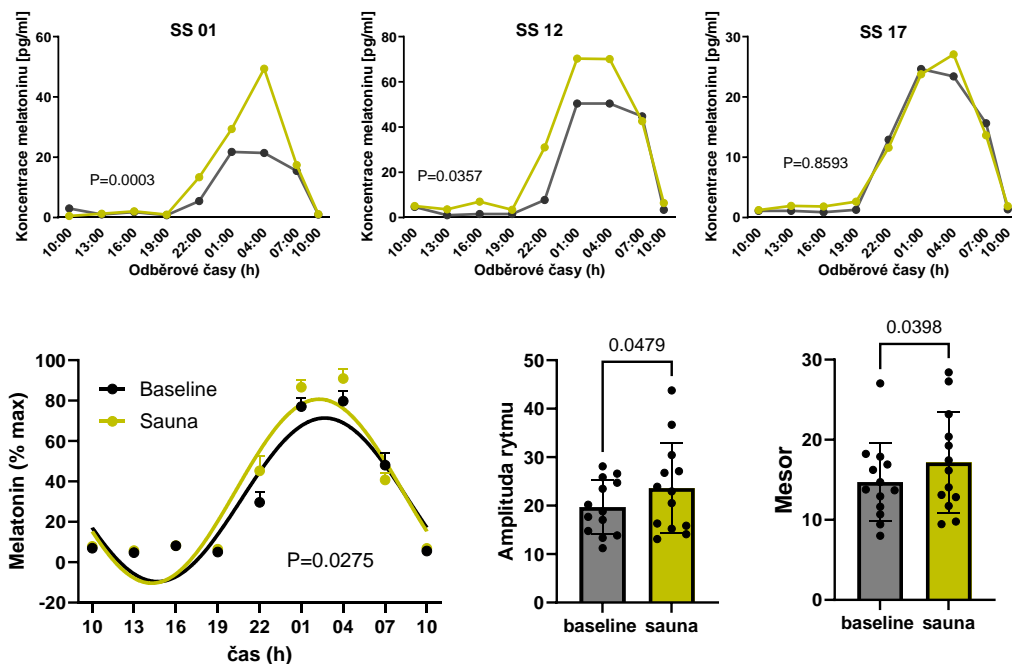
Obr. 9: Porovnání relativní amplitudy a mezidenní stability rytmu pohybové aktivity, a indexu fragmentace spánku během dvoutýdenního období na začátku studie (baseline), během dvoutýdenní fototerapie (sauna) a během dvoutýdenního období po jejím ukončení. Data byla zhodnocena pomocí Friedmanova testu, zobrazeny jsou p-hodnoty pro jednotlivá párová porovnání.

Polysomnografie: U zdravých dobrovolníků jsme před začátkem fototerapie a po jejím ukončení provedli také laboratorní polysomnografické vyšetření, které je zlatým standardem spánkové diagnostiky. Po ukončení dvoutýdenní fototerapie byla spánková efektivita (poměr spánku a času stráveného na lůžku) v průměru 89,4 % ($\pm 9,13$), přičemž za normu se považuje 85 % a více. U menšího podsouboru zdravých dobrovolníků (absence dat pro nemoc a nízkou technickou kvalitu některých záznamů při prvním či druhém polysomnografickém měření) jsme provedli párové porovnání makrostruktury spánku před a po dvoutýdenní fototerapii. Makrostruktura spánku se po fototerapii nezměnila (**obr. 10**). Stejná byla spánková latence ($p = 0,3394$), celkový čas spánku ($p = 0,6406$), spánková efektivita ($p = 0,6406$), procentuální zastoupení spánkového stádia N1 ($p = 0,4688$), N2 ($p = 0,0703$), N3 ($p = 0,1094$) i REM ($p > 0,9999$).



Obr. 10: Porovnání procentuálního zastoupení jednotlivých spánkových stádií během spánku ve spánkové laboratoři před dvoutýdenní fototerapií a po ní. Světelná expozice probíhala po dobu 2 týdnů, 30 min denně s intenzitou světla 11000 lx (mEDI 10300 lx). Data byla zhodnocena pomocí Wilcoxonova testu, zobrazeny jsou p-hodnoty pro jednotlivá párová porovnání.

Rytmus hladin melatoninu: Souhrnné porovnání 24-hodinových profilů hladin melatoninu ze vzorků slin odebíraných v tříhodinových intervalech prokázalo vyšší amplitudu i mesorové hodnoty rytmu melatoninu po fototerapii ve srovnání s baseline měřením. Naše výsledky však také vyštěpily malou skupinu osob, jejichž melatoninové profily se po několikodenní expozici Světelné sauně nezměnily (**obr. 11**). Tato data nebyla zahrnuta do celkového průměru, ale budou sloužit jako podklad pro testování individuálních rozdílů mezi subjekty v citlivosti na fototerapii.



Obr. 11. Porovnání rytmů v hladině melatoninu ve slině u tří vzorových subjektů (výše). U subjektů SS 01 a SS 12 je zjevné zvýšení hladiny melatoninu po dvou týdenní fototerapii, SS 17 je příkladem subjektu, jehož melatoninový rytmus zůstal před i po fototerapii identický. Níže je souhrnné srovnání rytmů melatoninu u všech testovaných subjektů. P = značí výsledek srovnání dvoucestnou ANOVA. Sloupcové grafy ukazují rozdíly v amplitudě a mezoru rytmů v melatoninu testovaných subjektů. Tato data byla porovnána pomocí Wilcoxonova testu, výsledné p-hodnoty jsou zobrazeny v grafu.

Závěr

Pravidelná každodenní expozice osvětlení ve Světelné sauně významně zvýšila mezidenní stabilitu rytmu pohybové aktivity a také zvýšila celkovou amplitudu a mezor rytmu melatoninu během 24 hodin. Obě tato zjištění indikují, že pravidelná expozice plnospektrálnímu jasnému světlu ve Světelné sauně podporuje cirkadiánní rytmus. Intervence naopak neměla vliv na subjektivní hodnocení nálady, denní spavosti a subjektivní kvality spánku. Hodnocení nálady a spavosti nebylo prováděno v bezprostřední návaznosti na expozici jasnému světlu, cílem bylo naopak zjistit, zda je pomocí zvolených škál možno zachytit případný dlouhodobější efekt fototerapie. Stejný cíl mělo i

kognitivní testování. Naše měření neprokázala účinek dvoutýdenní fototerapie na kognitivní funkce, přestože v testu opakování čísel se výsledná p-hodnota blížila hranici signifikance. Fototerapie neměla vliv na subjektivní hodnocení kvality spánku, ale v aktigrafických datech jsme zaznamenali vyšší index fragmentace spánku během fototerapie. Spánková efektivita po ukončení fototerapie však dle polysomnografického vyšetření byla zcela v normě. Zhoršení kvality spánku je jedním z možných nežádoucích účinků fototerapie. Pokud se vyskytne, je doporučováno snížení intenzity fototerapeutického světla a/nebo zkrácení délky fototerapie [13]. Vzhledem k mechanismu účinku fototerapie a odlišnému složení fototerapeutických světelných zdrojů je zde vhodné využít přepočítání fotopické intenzity na intenzitu melanopickou, biologicky účinnou. V případě Světelné sauny je pak možné snížit její výkon, a tím i intenzitu světla. Z hlediska zrakového komfortu však není využití Světelné sauny problémem ani při její maximální svítivosti a opakované každodenní 30 minutové expozici. Naše data dokladují, že světlo je vnímáno jako příjemné a oslnění jako přijatelné, přičemž zrakový komfort se v průběhu terapie zvyšuje.

Limitací této studie je absence kontrolní skupiny a rovněž specifické podmínky, které ji po celou dobu realizace provázely. Část experimentu, probíhala v době, kdy začala válka na Ukrajině, a účastníci uváděli, že ovlivnila kvalitu jejich spánku a emoce. Celý experiment byl realizován v době pandemie covid-19, která v důsledku opakovaných lockdownů byla charakterizována rozvolněním denní řádu, a lze proto obtížně určit, do jaké míry se zvýšila mezidenní stabilita cirkadiálního rytmu zvýšila v důsledku světelné expozice a do jaké míry odrážela závazek pravidelné docházky k experimentálním měřením. Patrně se uplatnily oba faktory, nicméně zvýšení amplitudy melatoninového rytmu svědčí pro přítomnost fyziologického účinku pravidelné expozice intenzivnímu světlu.

TESTOVÁNÍ NA KLINICKÉ POPULACI

BEZPROSTŘEDNÍ ÚČINEK JEDNORÁZOVÉ EXPOZICE

Autoři: Kateřina Červená, Katarína Evansová, Karolina Janků, Zdeňka Bendová, Jana Kopřivová

Cíle

V tomto experimentu jsme testovali, zda ranní expozice osvětlení ve Světelné sauně bude mít významný vliv na spavost a náladu ambulantních pacientů s psychotickými poruchami. Studie byla realizována v rámci programu Denního stacionáře 3 v Národním ústavu duševního zdraví. Tento stacionář je určen především pacientům v rekonvalescenci obvykle po první, ale i následné psychotické epizodě. Jeho cílem je poskytovat návaznou ambulantní péči umožňující zkrácení doby hospitalizace a pomáhat pacientům vrátit se po psychotické epizodě do každodenního života.

Metodika

Soubor: Do studie bylo zařazeno 22 pacientů (10 mužů, 11 žen) z denního stacionáře pro psychotické poruchy. Deset pacientů trpělo schizofrenií, jeden akutní polymorfní psychotickou poruchou bez příznaků schizofrenie, dva akutní polymorfní psychotickou poruchou s příznaky schizofrenie, dva schizotypní poruchou, tři schizoafektivní poruchou (2 smíšený typ, 1 depresivní typ), jeden těžkou depresivní fází s psychotickými příznaky a třem pacientům byla diagnostikována bipolární afektivní porucha (2 fáze středně těžké, 1 fáze těžké deprese).

Design: Pacienti docházeli v rámci programu Denního stacionáře 3 Národního ústavu duševního zdraví do Světelné sauny v době mezi 10. a 12. hodinou a byli vystaveni po dobu 30 minut jasnému plnospektrálnímu světlu s intenzitou dopadající na oko přibližně 2300 lx, tj. 2100 lx při přepočtu na mEDI (nejčastěji v době od 10:00 - 10:30). Bezprostředně před vstupem do Světelné sauny a bezprostředně po jejím opuštění vyplňovali pacienti krátké dotazníky - Stanfordskou škálu spavosti (SSS) a škálu pozitivní a negativní afektivity (PANAS). Někteří pacienti navštívili Světelnou saunu pouze jednou (7 pacientů), jiní opakovaně, ne však častěji než jednou týdně (dvakrát - 5 pacientů, třikrát - 4 pacienti, čtyřikrát - 1 pacient, pětkrát - 4 pacienti). Celkem jsme získali 55 sad dotazníků vyplněných před světelnou expozicí a bezprostředně po ní. Výsledné skóry byly porovnány pomocí Wilcoxonova znaménkového testu pro párová srovnávání.

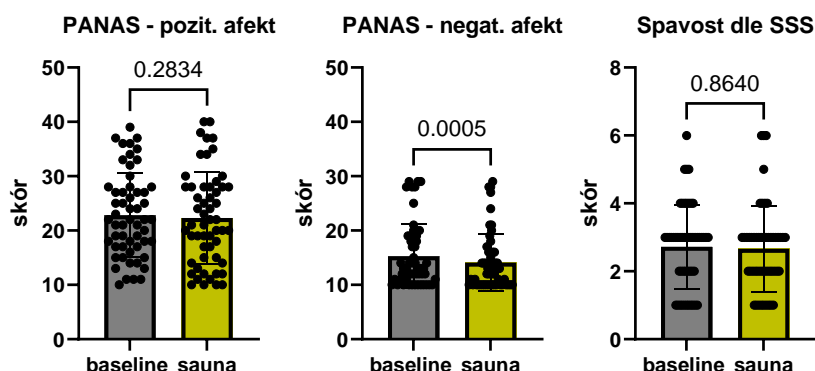
Metody:

Škála pozitivního a negativního afektu - PANAS (Positive and Negative Affect Scale) [1]: PANAS se skládá ze dvou desetibodových škál pro měření pozitivních i negativních emocí. Každá položka je hodnocena na škále od 1 do 5.

Stanfordská škála spavosti - SSS (Stanford Sleepiness Scale) [3]: SSS je jednopoložkový sebesposuzovací dotazník určený ke zhodnocení aktuální spavosti/bdělosti.

Výsledky

Třicetiminutová expozice experimentálnímu jasnému plnospektrálnímu světlu uvnitř Světelné sauny vedla k významnému snížení negativní afektivity hodnocené sebesposuzovacím dotazníkem PANAS. Na pozitivní afektivitu ani na subjektivní míru spavosti intervence neměla vliv (**obr. 12**).



Obr. 12: Porovnání skóru sebesposuzovacích škál administrovaných před expozicí světla ve Světelné sauně (intenzita světla byla cca 2300 lx, tj. 2100 lx při přepočtu na mEDI) a bezprostředně po jejím ukončení. Data byla porovnána pomocí Wilcoxonova testu, výsledné p-hodnoty jsou zobrazeny v grafu. Zkratky: PANAS – Škála pozitivního a negativního afektu; SSS – Stanfordská škála spavosti.

Vzhledem k tomu, že v souboru pacientů, kteří navštěvovali Denní stacionář 3 a Světelnou saunu, byli zahrnuti i 3 pacienti s bipolární afektivní poruchou a dále pacienti s afektivní i psychotickou symptomatikou, analyzovali jsme data u jednotlivých patientských podskupin zvláště (**tab. 3**). Snížení negativního afektu dle škály PANAS po 30 minutách pobytu ve Světelné sauně bylo zjištěno u všech podsouborů. Efekt světelné intervence jsme zaznamenali jak v zimní (leden, únor; $p = 0,004$), tak i v letní (květen, červen, červenec; $p = 0,020$) sezóně.

Tab. 3 uvádí výsledky srovnání skóru v dotazníku PANAS před 30 minutovou expozicí světlu ve Světelné sauně (cca 2300 lx) a bezprostředně po ní. Porovnání bylo provedeno Wilcoxonovým testem.

	Změna pozitivního afektu dle PANAS	Změna negativního afektu dle PANAS
Celý soubor (n = 22, 55 měření)	P = 0,2834	P = 0,0005
Pacienti s afektivní symptomatikou – F31.4, F31.3, F32.3, F25.2, F25.1, (n = 7, 23 měření)	P = 0,1614	P = 0,0259
Pacienti bez afektivní symptomatiky – F20, F23.1, F21 (n = 15, 32 měření)	P = 0,8782	P = 0,0079

Závěr

Snížení negativní afektivity pacientů po vystavení světlu je v souladu s našimi vlastními zjištěními u zdravých adolescentů, jakož i se zjištěními jiných studií, které ukazují snížení negativních emocí po dlouhodobém i akutním vystavení světlu [14, 15]. Naše výsledky indikují, že k pozitivnímu účinku stačí i 2300 lx (2100 lx při přepočtu na mEDI).

ÚČINEK OPAKOVANÉ EXPOZICE

Autoři: Kateřina Červená, Katarína Evansová, Karolina Janků, Zdeňka Bendová, Jana Kopřivová

Cíle

Cílem studie bylo otestovat, zda dvoutýdenní pravidelná ranní expozice plnospektrálnímu světlu ve Světelné sauně o intenzitě 2300 lx (2100 lx při přepočtu na mEDI) bude mít vliv na subjektivně hodnocenou intenzitu deprese, úzkosti, denní spavosti a kvality spánku pacientů hospitalizovaných na odd. úzkostných poruch NUDZ. Dalším cílem bylo zjistit, zda pravidelná ranní světelná intervence bude mít vliv na parametry spánku a cirkadiálního rytmu hodnocené pomocí aktigrafie.

Metodika

Soubor: Do studie bylo zařazeno celkem 61 pacientů oddělení úzkostných poruch NUDZ ve věku $36,98 \pm 12,80$ let (43 žen, 18 mužů). 40 pacientů (23 žen a 17 mužů) tvořilo experimentální skupinu (v průběhu studie pravidelně docházeli do Světelné sauny) a 21 (20 žen a 1 muž) pacientů z kontrolní skupiny (místo pravidelného docházení do Světelné sauny se věnovali obvyklému rannímu programu na oddělení). Úplná aktigrafická data se podařilo získat od 38 respondentů (experimentální skupina: 14 žen a 14 mužů, kontrolní skupina 10 žen a 1 muž).

Design: Pacienti byli do studie zařazeni vždy na začátku 6-týdenního pobytu na oddělení. Po celou dobu pobytu jim byla v rámci studie snímána míra pohybové aktivity pomocí náramkových aktigrafů. Pro zpřesnění objektivních aktigrafických dat pacienti vyplňovali každý den tzv. spánkový deník. Na začátku studie vyplnili pacienti dotazník chronotypů MEQ a dále za začátku studie a na konci 4. týdne obdrželi k vyplnění sadu dalších dotazníků (PSQI, PANAS, STAI, BDI, ESS, ISI). Pacienti z experimentální skupiny docházeli během 3. a 4. týdne každé ráno (kromě soboty a neděle, kdy byli propouštěni domů) na 30 minut do Světelné sauny v čase 7:15-7:45. Intenzita jasného bílého světla ve Světelné sauně byla cca 2300 lx. Pacienti z kontrolní skupiny docházeli v analogickém režimu do Světelné sauny až během 5. a 6. týdne pobytu na oddělení, již nad rámec studie.

Metody:

Dotazník ranních a večerních typů (MEQ - Morningness-Eveningness Questionnaire) [6]: Jedná se o sebesposuzovací dotazník k určení cirkadiálních preferencí (chronotypu). Dotazník obsahuje 19 položek, které se dotazují na preferovaný čas pro různé aktivity. Individuální chronotyp je určen dle celkového skóru. Nižší skór indikuje pozdější chronotyp a naopak.

Pittsburský index kvality spánku - PSQI (Pittsburgh Sleep Quality Index) [7]: PSQI je sebesposuzovací dotazník, který hodnotí spánkové návyky a kvalitu spánku v předchozích dvou týdnech. Skládá se z 19 položek, které lze rozdělit do 7 komponent (subjektivní kvalita spánku, spánková latence, délka spánku, spánková efektivita, poruchy spánku, užívání medikace na spánek, denní symptomy). Obecně, celkový skór vyšší než 5 s vysokou senzitivitou a specificitou indikuje poruchy spánku.

Škála pozitivního a negativního afektu - PANAS (Positive and Negative Affect Scale) [1]: PANAS se skládá ze dvou desetibodových škál pro měření pozitivních i negativních emocí. Každá položka je hodnocena na škále od 1 do 5.

Dotazník úzkosti a úzkostnosti (STAI) [8]: Tento sebeposuzovací dotazník se skládá ze 40 položek ve formě čtyřbodové Likertovy škály. STAI měří dva typy anxiety - úzkost (stav, X1) a úzkostnost (rys, X2).

Beckův inventář deprese (BDI - Beck Depression Inventory) [9, 10]: BDI je sebeposuzovací škála určená pro subjektivní hodnocení depresivních příznaků. Obsahuje 21 položek, z nichž každá se hodnotí na čtyřbodové škále. Vyšší skór indikuje výraznější subjektivní depresivní prožívání.

Epworthská škála spavosti (ESS) [11]: ESS je sebeposuzovací dotazník určený k měření denní spavosti. Obsahuje 8 položek, z nichž každá se hodnotí na čtyřbodové Likertově škále.

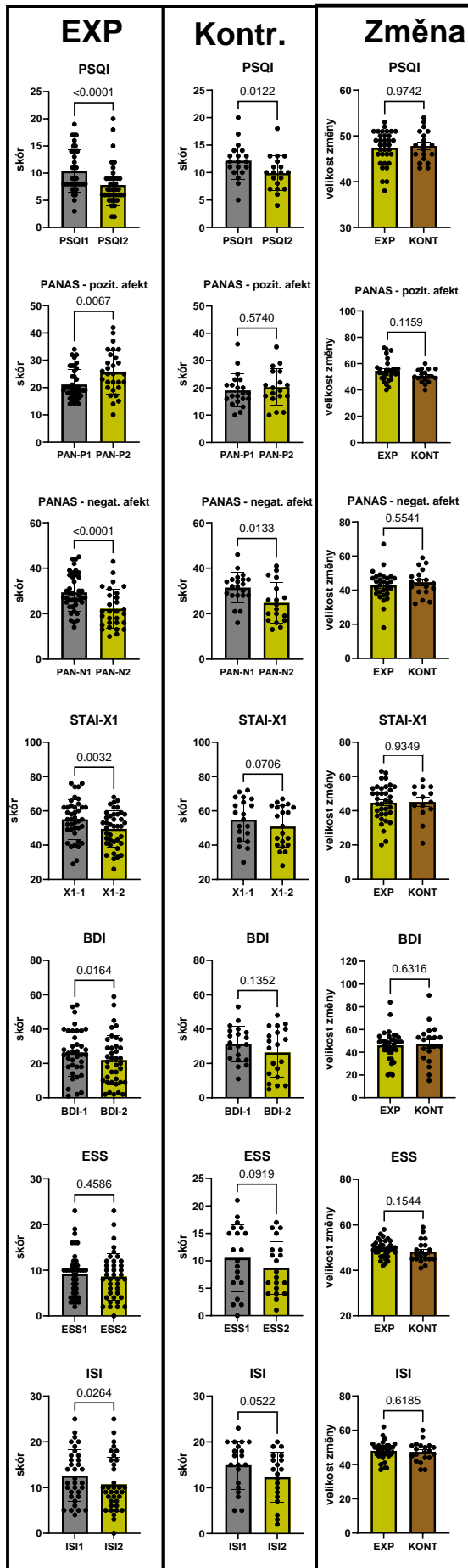
Index závažnosti insomnie (Insomnia Severity Index, ISI) [16]: ISI je sedmipoložkový sebeposuzovací dotazník určený k hodnocení nočních i denních příznaků nespavosti (insomnie).

Aktigrafie: Aktigrafie zaznamenává pohybovou aktivitu. Při kontinuálním dlouhodobém monitorování (týdny) lze z aktigrafických záznamů monitorovat rytmus spánku a bdění a rovněž určit některé parametry týkající se kvality spánku. Aktigraf je přístroj velmi podobný náramkovým hodinkám a nosí se na nedominantní ruce. Pro přesnější vyhodnocení dat z aktigrafů se používají spánkové deníky, které participanti vyplňují současně s nošením aktigrafů (čas ulehnutí, čas usnutí, počet probuzení v noci, čas vstávání apod.)

Výsledky

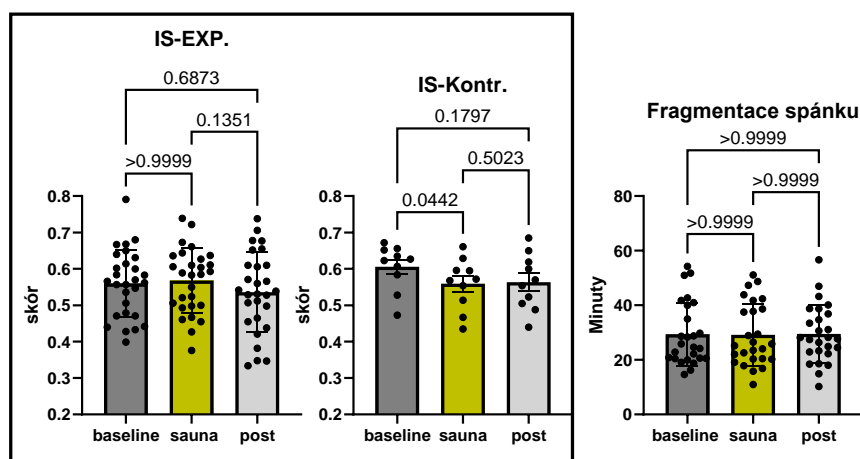
Behaviorální data: Kontrolní a experimentální skupina byly ekvivalentní vzhledem k věku (Mann-Whitney test, $p = 0,5326$; pro podskupinu subjektů s dostupnými aktigrafickými daty $p = 0,5105$) a nelišily se ani z hlediska chronotypu ($p = 0,6649$, pro podskupinu subjektů s dostupnými aktigrafickými daty $p = 0,5080$). Srovnávané skupiny se rovněž nelišily v počátečním skóru PSQI (Mann-Whitney test, $p = 0,0635$), denní spavosti dle ESS ($p = 0,3399$), v subjektivně pociťované depresivní náladě dle BDI ($p = 0,1567$), v míře úzkosti dle STAI-X1 ($p = 0,9349$), v závažnosti insomnie dle ISI ($p = 0,1242$) a v hodnocení pozitivního afektu dle PANAS ($p = 0,0858$). Při úvodním testování udávala kontrolní skupina mírně nižší hodnoty negativního afektu dle PANAS ($p = 0,0458$) než skupina experimentální.

Srovnání výsledků testů před a po dvoutýdenní pravidelné ranní expozici experimentálnímu jasnému plnospektrálnímu světlu uvnitř Světelné sauny ukázalo signifikantní změny u experimentální skupiny ve všech testech s výjimkou ESS. Stejně srovnání u kontrolní skupiny ukázalo rozdíl pouze ve skóru PSQI a snížení negativního afektu dle PANAS (**obr. 13**), avšak jednou z možných příčin může být výrazně jiná velikost obou skupin. Vzhledem tomu, že všichni pacienti procházeli léčebným programem a zlepšování parametrů bylo lze očekávat, provedli jsme srovnání změny v parametrech před a po fototerapii mezi experimentální a kontrolní skupinou. Tato srovnání neukázala žádný signifikantní rozdíl mezi skupinami (**obr. 13** poslední sloupec).



Obr. 13: Porovnání výsledků škál a dotazníků administrovaných před expozicí světlu ve Světelné sauně a po opakované expozici (skupina EXP). Skupina kontrolní (Kontr.) byla testovaná ve stejných časových intervalech, ale účastníci nebyli vystaveni světlu ve Světelné sauně. Všichni pacienti procházeli běžným léčebným režimem léčby úzkostných poruch na odd. 1 NUDZ. Sloupec „Změna“ porovnává rozdíly mezi skupinami mezi oběma prvními a druhými testováními. Data byla porovnána pomocí Wilcoxonova testu, výsledné p-hodnoty jsou zobrazeny v grafu. Zkratky: PSQI – Pittsburský index kvality spánku; STAI – Dotazník úzkosti a úzkostnosti; BDI – Beckův inventář deprese; PANAS – Škála pozitivního a negativního afektu; ESS – Epworthská škála spavosti; ISI – Index závažnosti insomnie.

Fyziologická data: Aktigrafické analýzy ukázaly, že dvoutýdenní pravidelná expozice jasnému plnospektrálnímu světlu ve Světelné sauně o intenzitě cca 2300 lx (2100 lx při přepočtu na mEDI) vedla ke stabilizaci cirkadiánního rytmu. Pacienti obou skupin byli hospitalizováni po celou dobu experimentu v NUDZ s omezenými vycházkami, a tedy omezenou expozicí přirozenému světlu. Zatímco u kontrolní skupiny se během hospitalizace signifikantně snížil index mezidenní stability cirkadiánního rytmu pohybové aktivity, u experimentální skupiny zůstal zachován. Naše výsledky také ukázaly, že zatímco u zdravých dobrovolníků došlo po opakované expozici plnospektrálnímu světlu ve Světelné sauně o intenzitě 11000 lx (10300 lx při přepočtu na mEDI) ke zvýšení fragmentace spánku (**obr. 9**), u pacientů expozice nižšími intenzitám (2300 lx, tj. 2100 lx při přepočtu na mEDI) k tomuto efektu nedošlo (**obr. 14**).



Obr. 14: Porovnání mezidenní stability rytmu pohybové aktivity (IS), a indexu fragmentace spánku během dvoutýdenního období na začátku studie (baseline), během dvoutýdenní fototerapie (sauna) a během dvoutýdenního období po jejím ukončení. Data byla zhodnocena pomocí Friedmanova testu, zobrazeny jsou p-hodnoty pro jednotlivá párová porovnání.

Závěr

Výsledky ukazují, že míra změny v parametrech hodnocených sebesposuzovacími dotazníky a škálami před expozicí světlu a po opakované expozici nebyla odlišná mezi experimentální a kontrolní skupinou. Pravidelná ranní expozice plnospektrálnímu světlu o intenzitě 2300 lx (2100 lx při přepočtu na mEDI) však podpořila stabilitu cirkadiánního rytmu pohybové aktivity. Zatímco se mezidenní stabilita rytmu v pohybové aktivitě u kontrolní skupiny v průběhu hospitalizace signifikantně snížila (pravděpodobně v důsledku omezené expozice dennímu světlu), u experimentální skupiny se nezměnila. To znamená, že světelná terapie ve Světelné sauně dokáže tomuto poklesu mezidenní stability cirkadiánního rytmu zabránit a pomáhá stabilizovat denní rytmy pacientů. Na rozdíl od vysoké intenzity světla v experimentu se zdravými dobrovolníky, nižší intenzita světla aplikovaná v případě pacientů nevedla k fragmentaci spánku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] D. Watson, L. A. Clark, and A. Tellegen, "Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales," *J Pers Soc Psychol*, vol. 54, no. 6, pp. 1063-70, Jun, 1988.
- [2] S. T. Mueller, and B. J. Piper, "The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery," *J Neurosci Methods*, vol. 222, pp. 250-9, Jan 30, 2014.
- [3] E. Hoddes, W. C. Dement, and V. Zarcone, "Stanford Sleepiness Scale (SSS)," *Psychophysiology*, vol. 9, no. 150, 1972.
- [4] R. D. Pascual-Marqui, "Discrete, 3D distributed, linear imaging methods of electric neuronal activity. Part 1: exact, zero error localization," *arXiv:0710.3341 [math-ph]*, 2007.
- [5] R. D. Pascual-Marqui, C. M. Michel, and D. Lehmann, "Low-resolution electromagnetic tomography - a new method for localizing electrical activity in the brain.," *International Journal of Psychophysiology*, vol. 18, no. 1, pp. 49-65, Oct, 1994.
- [6] J. A. Horne, and O. Ostberg, "A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms," *Int J Chronobiol*, vol. 4, no. 2, pp. 97-110, 1976.
- [7] D. J. Buysse, C. F. Reynolds, 3rd, T. H. Monk, S. R. Berman, and D. J. Kupfer, "The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research," *Psychiatry Res*, vol. 28, no. 2, pp. 193-213, May, 1989.
- [8] C. Spielberger, "State-Trait Anger Expression Inventory," APA PsycTests, 1988.
- [9] A. T. Beck, Steer, R. A., & Brown, G., "Beck Depression Inventory-II (BDI-II)," APA PsycTests, 1996.
- [10] M. Preiss, Vacíř, K., *BDI-II. Beckova sebespozovacia škála depresivity.*, Bratislava: Psychodiagnostika, 1999.
- [11] M. W. Johns, "A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale," *Sleep*, vol. 14, no. 6, pp. 540-5, Dec, 1991.
- [12] M. Preiss, *Paměťový test učení*, Bratislava: Psychodiagnostika, 1999.
- [13] A. Wirz-Justice, F. Benedetti, and T. Terman, *Chronotherapeutics for Affective Disorders: A Clinician's Manual for Light and Wake Therapy, 2nd, revised edition*, 2nd ed.: S. Karger; 2nd edition, 2013.
- [14] M. Aan Het Rot, K. Miloserdov, A. L. F. Buijze, Y. Meesters, and M. C. M. Gordijn, "Premenstrual mood and empathy after a single light therapy session," *Psychiatry Res*, vol. 256, pp. 212-218, Oct, 2017.
- [15] M. Kohsaka, N. Fukuda, H. Honma, R. Kobayashi, S. Sakakibara, E. Koyama, T. Nakano, and H. Matsubara, "Effects of moderately bright light on subjective evaluations in healthy elderly women," *Psychiatry Clin Neurosci*, vol. 53, no. 2, pp. 239-41, Apr, 1999.
- [16] C. H. Bastien, A. Vallières, and C. M. Morin, "Validation of the Insomnia Severity Index as an outcome measure for insomnia research," *Sleep Med*, vol. 2, no. 4, pp. 297-307, Jul, 2001.