

## PROTOKOL O OVĚŘENÍ TECHNOLOGIE

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

### POPIS TECHNOLOGIE

Světelná sauna je pavilon 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 světlou látkou s vysokou odrazností světla. Dvě otevřené stěny pavilonu jsou vybavené závěsy podporujícími rovnoměrnou distribuci světla v interiéru. Kombinací vysoké osvětlenosti, účinného spektra a rovnoměrné, vícesměrné distribuce světla v prostoru je

zajištěna vysoká intenzita světla bez významného rizika oslnění. Vysoké zastoupení vlnových délek v oblasti 460 – 520 nm způsobuje vysokou melanopickou účinnost světleného záření.

### **CÍLE 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.

### **POSTUP REALIZACE OVĚŘOVÁNÍ TECHNOLOGIE**

Ověřování probíhalo na zdravých subjektech i na klinické populaci a bylo provedeno v následujících šesti oblastech:

- Zrakový komfort
- Afektivní prožívání a nálada
- Kognitivní funkce
- Spánek
- Cirkadiánní rytmy
- Elektrická aktivita mozku

#### **Zrakový komfort**

Zrakový komfort jsme hodnotili při maximálním výkonu Světelné sauny (11000 lx) a dvoutýdenní každodenní 30-minutové expozici na skupině zdravých dobrovolníků. Hodnotícím nástrojem byla analogová sebesuzovací škála vizuálního komfortu sestávající ze sedmi položek. Škála byla administrována po každém z celkem 10 sezení. Probandi hodnotili světlo ve Světelné sauně při jejím plném výkonu jako příjemné a oslnění jako přijatelné či dobře přijatelné, přičemž zrakový komfort se v průběhu deseti sezení nesnižoval a naopak byl s postupujícími sezeními hodnocen jako vyšší. Lze shrnout, že zařízení je při plném výkonu a opakované expozici z hlediska zrakového komfortu dobře tolerováno.

#### **Vliv na afektivní prožívání a náladu**

Afektivní prožívání a náladu jsme hodnotili u zdravých dobrovolníků i na klinické populaci. V různých studiích jsme konzistentně zaznamenali bezprostřední účinek expozice světlu ve Světelné sauně na snížení negativní afektivity hodnocené Škálou pozitivního a negativního afektu. Tento účinek se projevil nejen u zdravých jedinců s normálním spánkem, ale také u osob po částečné spánkové deprivaci a u pacientů v rekonvalescenci po akutní epizodě

psychotického onemocnění. Efekt světelné intervence na snížení negativního afektu byl patrný jak v zimní, tak i v letní sezóně. Lze shrnout, že expozice světlu ve Světelné sauně bezprostředně snižuje intenzitu negativních emocí.

### **Vliv na kognitivní funkce**

Účinek světelné expozice na kognitivní funkce jsme hodnotili u zdravých dobrovolníků, a to jak bezprostředně po jednorázové expozici světlu ve Světelné sauně, tak i po opakované dvoutýdenní fototerapii s odstupem od poslední expozice. Expozice světlu ve Světelné sauně (8000 lx) pozitivně ovlivnila výkonu v testu Opakování čísel. Po světelné expozici byli probandi schopni zopakovat více čísel v řadě než před ní. Po dvoutýdenní fototerapii bylo zlepšení výkonu v testu Opakování čísel na hranici statistické významnosti.

### **Vliv na spánek**

Vzhledem k tomu, že odborná literatura zmiňuje mezi možnými nežádoucími účinky fototerapie potíže se spánkem, ověřovali jsme, zda technologie Světelná sauna vede ke změnám spánku. K testování jsme použili dvě různé intenzity světla (2300 lx a 11000 lx) a spánek jsme hodnotili pomocí validizovaného dotazníku kvality spánku i prostřednictvím objektivních metod (aktigrafie a polysomnografie).

Subjektivně hodnocená kvalita spánku se po dvoutýdenní pravidelné expozici světlu ve Světelné sauně (30 min, 11000 lx) u zdravých dobrovolníků nezměnila. Stejně tak jsme neprokázali rozdíl ve velikosti změny skóru v dotazníku kvality spánku u pacientů, kteří byli po dobu dvou týdnů každodenně vystavováni světlu ve Světelné sauně (30 min, 2300 lx), a pacientů, kteří byli pouze monitorováni (kontrolní skupina).

V aktigrafických parametrech jsme zaznamenali vyšší index fragmentace spánku během dvoutýdenního období fototerapie u zdravých osob, které byly vystaveny maximální intenzitě světla, kterou je technologie schopna vytvořit (11000 lx). Při expozici nižší intenzitě světla (2300 lx), kterou jsme aplikovali u pacientů, se index fragmentace spánku během fototerapie nezvýšil, ale zůstal nezměněn.

U zdravých dobrovolníků jsme před začátkem dvoutýdenní fototerapie a po jejím ukončení provedli také laboratorní polysomnografické vyšetření, které je zlatým standardem spánkové diagnostiky. Po ukončení 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. Lze tedy uzavřít, že Světelná sauna je z hlediska spánku dobře tolerována, minimálně do testované dávky 11000 lx a 30 min denně, i když je vhodnější nastavit zařízení na nižší

výkon, pokud je dostatečný k dosažení žádoucího účinku (námi provedené studie viz Příloha 1). Spektrum světla Světelné sauny je biologicky vysoce účinné, proto jeho intenzita může být pro dosažení stejného účinku nižší než intenzita světla některých jiných fototerapeutických pomůcek, což v praxi znamená také vyšší zrakový komfort pro pacienta.

### **Vliv na cirkadiánní rytmy**

V ověřovacích studiích jsme hodnotili účinek opakované dlouhodobější expozice světlu ve Světelné sauně (2 týdny, 30 min denně) na cirkadiánní rytmus pohybové aktivity a na cirkadiánní rytmus hladin melatoninu. Testovali jsme zdravou i klinickou populaci.

Aktigrafické analýzy prokázaly zvýšení mezidenní stability cirkadiánního rytmu u zdravých jedinců vystavovaných intenzitě světla 11000 lx. U hospitalizovaných pacientů vystavovaných intenzitě světla 2300 lx vedla pravidelná ranní expozice světlu ve Světelné sauně k zachování stability cirkadiánního rytmu. U kontrolní skupiny, která světlu ve Světelné sauně vystavována nebyla, došlo během hospitalizace ke snížení mezidenní stability cirkadiánního rytmu pohybové aktivity. Porovnání 24-hodinových profilů hladin melatoninu ze vzorků slin prokázalo u zdravých dobrovolníků vyšší amplitudu i mezorové hodnoty rytmu melatoninu po fototerapii ve srovnání s baseline měřením.

Lze tedy shrnout, že pravidelná expozice světlu ve Světelné sauně podporuje cirkadiánní rytmy. V klinické praxi se může uplatnit mj. u hospitalizovaných pacientů, kteří mají omezenou možnost pobývat na denním světle.

### **Vliv na elektrickou aktivitu mozku**

Účinek světla ve Světelné sauně na elektrickou aktivitu mozku (EEG) byl testován na zdravých subjektech. Hodnotili jsme změnu EEG aktivity přetrvávající po ukončení světelné expozice. 30-minutová expozice světlu o intenzitě 8000 lx byla spojena se zvýšením EEG aktivity v pravé frontotemporoparietální oblasti v pásmu alfa, beta 1, beta 2 a gama, přičemž nejvýraznější změny byly zjištěny v pravé zadní inzule. Lze tedy shrnout, že světlo Světelné sauny vede ke změně elektrické aktivity, a to zejm. v části mozku, která se podílí na zpracování emocí.

### **PODROBNÉ PROTOKOLY A VÝSLEDKY OVĚŘOVACÍCH EXPERIMENTŮ**

Viz Příloha 1.

V Klecanech dne 31. 12. 2023



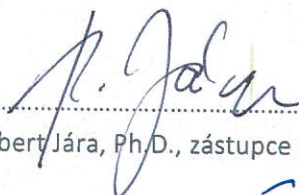
PhDr. Jana Kopřivová, Ph.D., odpovědný řešitel projektu (NUDZ)



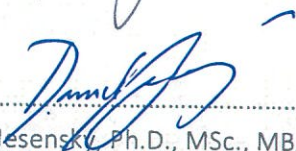
Ing. arch. Lenka Maierová, Ph.D., odpovědný řešitel projektu (UCEEB, ČVUT)



PhDr. Petr Winkler, Ph.D., zástupce organizace původce (NUDZ)



Ing. Robert Jára, Ph.D., zástupce organizace původce (UCEEB, ČVUT)



Daniel Jesenský, Ph.D., MSc., MBA, za uživatele ověřené technologie