

Az alvás mikrostrukturájától a szubjektív élményekig: Kérgi hálózatok, információfeldolgozás és álmélmények pszichofiziológiai vizsgálata

A kutatás három nagy témakörre oszlott, amelyeket az alábbiakban részletesen is bemutatok. Mindegyik témakörhöz több kutatás is kapcsolódott, amelyeket mind sikeresen lezártunk, beleértve az adatfelvétel, adatelemzés és publikáció folyamatait. Ahogy azt az időközi beszámolómban is jeleztem, a járvány okozta nehézségek miatt a laboratóriumi vizsgálatainkat csak az utolsó évben tudtuk befejezni, így a publikációk tervezett sorrendje némileg megváltozott, de szerencsére el tudtuk végezni a kutatási tervben vállalt feladatokat. A világjárvány pszichológiai hatásait a tudomány eszközeivel igyekeztünk megvizsgálni, így a pályázati projektünk új kutatási részművekké, valamint a laboratóriumi tesztelés nehézségei miatt új módszertani repertoárral (online kísérletek) is bővült.

1) A REM alvás heterogenitása

Az elmúlt években számos kutatás igazolta, hogy a REM fázis, legalábbis az emlős szervezetek esetében kritikus szerepet játszik alapvető molekuláris biológiai és komplex élettani folyamatok, rendszerszintű idegrendszeri mechanizmusok valamint magasabb rendű információfeldolgozó folyamatok megfelelő működésében. Az empirikus eredmények és a számos felvázolt elméleti modell ellenére a paradox alvás funkcióival és mechanizmusaival kapcsolatos ismereteink továbbra is ellentmondásosak és mozaikszerű jelleget alkotnak. A paradox alvás tudományos kutatása ráadásul túlmutat az alapkutatás motivációin: a lakosság jelentős hányadát sújtó neurodegeneratív megbetegedések (pl. Parkinson kór, Alzheimer kór) és pszichiátriai kórképek (pl. depresszió, PTSD) a REM rendszer működéselváltozásával jellemezhetők. Így a paradox alvás jelenségkörének megértése az egészségügyben dolgozó szakemberek diagnosztikai és terápiás eszköztárának hatékonyságához is jelentősen hozzájárulhat.

Kutatásunk fő fókusza a REM alvás fázisos (gyors szemmozgásos) és tónusos (szemmozgások nélküli) alszakaszainak vizsgálata, melyeket markánsan eltérő agyi állapotoknak tekintünk. Habár a legtöbb korábbi vizsgálat egyöntetűen kimutatta a két állapot eltéréseit, ezek elsődlegesen skalp EEG vagy intracerebrális méréseken alapultak, így a REM működése szempontjából kritikus mélyebb agyi területek elektromos aktivitásáról jóval kevesebbet információval rendelkezünk.

Az első kutatás egy korábbi eredményünkre épült. A kutatásban a fázisos és tónusos REM periódusok alatti, kvantitatív EEG (elektroencefalográfia) eszközével mérhető agykérgi tevékenységet vizsgáltuk. Kimutattuk, hogy a teljesítményspektrum vonatkozásában a tónusos periódusok fokozott alfa és béta tevékenységet produkálnak, míg a fázisos szakaszokban elsődlegesen a magas frekvenciás, gamma oszcillációk mértéke mutat relatív növekedést. Ezek az eredmények összhangban voltak más kutatócsoportok skalp EEG

vizsgálatainak eredményeivel, és az intrakraniális elektródákat használó kutatások következtetéseivel is. Mivel az alfa és beta tartományba eső oszcillációk teljesítményspektrumának fokozódása a nyugalmi ébrenlétre jellemző, megfogalmaztuk az a hipotézisünket, miszerint a tónusos REM fázis alatti idegrendszeri tevékenység az ébrenléti állapotra jellemző kérgi aktivitáshoz közelít (Simor, P., Gombos, F., Szakadát, S., Sándor, P., & Bódizs, R. (2016). EEG spectral power in phasic and tonic REM sleep: different patterns in young adults and children. *Journal of sleep research*, 25(3), 269-277.). A fenti eredmények ugyanakkor alacsony számú elektródával mért adatokon alapulnak, ezért magas felbontású (128 csatornás) teljes éjszakai EEG regisztrátumokon is megvizsgáltuk a fázisos és tónusos REM szakaszok eltéréseit. Eredményeink szerint a fázisos szakaszok magasabb spektrális teljesítményt mutattak az alacsonyabb (delta) és a magasabb (gamma) frekvencia tartományok esetében, míg a tónusos szakaszok alatt fokozott alfa-beta aktivitás volt tetten érhető. Mindez összhangban volt a korábbi kutatások eredményeivel ugyanakkor a két kondíció közti frekvenciaspecifikus tevékenység különbségei részletes topográfiai és az egyes területek közti kérgi szinkronizáció jellegzetességeinek leírásával is gazdagodtak. Összességében elmondható, hogy míg a fázisos szakaszok a megnövekedett spektrális teljesítmény és a kérgi szinkronizációt illetően magasabb alacsony frekvenciás tevékenységet mutatnak, és ezzel bizonyos szempontból a mélyebb alvásra utaló állapotot tükröznek, a gamma aktivitás mintázata élénk kognitív folyamatokról tanúskodik. Értelmezésünk szerint az alacsony frekvenciás tevékenység a környezeti ingerek kiszűrésének folyamatát tükrözi, amely lehetővé teszi, hogy az alvó agy elmerüljön a belsőleg generált álmélményekben. Elképzelésünk szerint a tónusos szakaszok alatti alfa és beta aktivitásnövekedés pedig a környezeti ingerek fokozott monitorozásával és a megnövekedett vigilancia szinttel áll kapcsolatban, amely a környezeti ingerekre adott adaptív válaszok előkészítését biztosítja. Mindez lehetővé teszi, hogy a közvetlen környezetről „lekapcsolódott” és így sérülékeny rendszerben a releváns, és időnként az ébredést is igénylő külső ingerek figyelmi feldolgozása átmeneti időszakokra visszaálljon.

Kutatásunkat sikeresen publikáltuk egy rangos nemzetközi szaklapban:

Simor, P., van Der Wijk, G., Gombos, F., Kovács, I. The paradox of rapid eye movement sleep in the lights of oscillatory activity and cortical synchronization during phasic and tonic microstates. *NeuroImage*, 2019, 116066.

Egy következő kutatásunkban A REM alvás fázisos és tónusos periódusai alatti talamokortikális aktivitást poliszomnográfias méréshez szinkronizált thalamográfias éjszakai felvételek elemzésével vizsgáltuk. 12 epilepsziás páciens adatát elemeztük, akiknek egy mélyagyi stimulációs terápiás protokoll keretében az anterior thalamusz magcsoportjában (ANT) helyeztek el a helyi mezőpotenciálok regisztrációjára alkalmas elektródákat. Elemzéseink fókuszában az ANT-ben mérhető spektrális tevékenység, valamint az ANT és a skalp elektródák közti funkcionális konnektivitás vizsgálata állt. Kimutattuk, hogy a fázisos és a tónusos REM szakaszok a thalamikus aktivitás és a thalamokortikális szinkronizáció tekintetében is markánsan elkülönülő agyi állapotok. Eredményeink a thalamusz és a

thalamokortikális hálózatok működésének elemzési szintjén is alátámasztották a korábbi összefoglaló tanulmányunkban (lásd előző időközi beszámoló) felvetett elképzelést, miszerint a fázisos REM szakaszok a környezeti ingerek feldolgozásáról levált thalamokortikális rendszer aktív működésével jellemezhetők, míg a tónusos szakaszok alatt fokozott a környezeti ingerek megnövekedett monitorozásúára utaló arousal fokozódás figyelhető meg.

Eredményeinket sikeresen publikáltuk egy vezető idegtudományi szaklapban:

Simor, P., Szalárdy, O., Gombos, F., Ujma, P.P., Jordán, Z., Halász, L., Erőss, L., Fabó, D. and Bódizs, R., 2021. REM Sleep Microstates in the Human Anterior Thalamus. Journal of Neuroscience, 41(26), pp.5677-5686.

A kutatás folytatásaképpen a fázisos és tónusos REM szakaszok alatti EEG oszcillációk eltéréseit alvászavarokban szenvedő személyek körében is megvizsgáltuk. Egy igen gyakori, ugyanakkor kevésbé vizsgált alvászavar, az idiopátiás rémálomzavar volt kutatásaink célkeresztjében. Mivel az alvászavarra jellemző a REM fázis alatt tapasztalható, és EEG mutatókkal is jellemezhető éberségfokozódás, feltételezzük, hogy a tónusos periódusokban az egészséges kontroll személyekhez képest az alfa-beta aktivitás markánsabb relatív növekedését várhatjuk mind a teljesítményspektrum, mind a szinkronizáció mértékét illetően. Kutatásunk nem várt eredménnyel szolgált: Habár a fázisos és tónusos REM periódusok közti markáns eltérést a jelen kutatásban is kimutattuk, a rémálom zavarban szenvedő csoport REM fázisa semelyik vizsgált paraméter mentén sem tért el a kontroll csoportban mérttől. Mivel a rémálomzavart a diagnosztikai rendszerek a REM-paraszomniák közé sorolják, eredményeink mind a kísérleti alváskutatás, mind az alvásmedicina számára releváns kéréseket vet fel.

A tanulmányt sikeresen publikáltuk az alvásmedicina egyik vezető szaklapjában:

Wijk G, Blaskovich B, Farahzadi Y, Simor P (2020) Unaltered EEG spectral power and functional connectivity in REM microstates in frequent nightmare recallers: are nightmares really a REM parasomnia? Sleep Medicine, Volume 75: 192-200. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.07.014>.

A rémálom zavar témaköréhez kapcsolódva a rémálom zavarban szenvedő személyek regisztrátumainak NREM szakaszait, különös tekintettel a NREM mikrostruktúrára is alaposabb vizsgálat tárgyává tettük. Két empirikus munkában, valamint egy rövid elméleti cikkben bemutattuk, hogy a rémálom zavarban szenvedő személyek alvása a kontroll csoporthoz képest elsősorban a NREM szakaszok alatt mutat neurofiziológiai eltéréseket. A REM fázis ugyanakkor az eltérésekben vélhetően valamilyen szerepet mégiscsak játszik, mert a legmarkánsabb eltérések az alvási EEG-ben kifejezetten a REM fázisok előtti NREM-RE átmenetekben jelentkeznek. Az alábbi publikációkban tárgyaltuk a fenti jelenséget:

Blaskovich, B., Reicher, V., Gombos, F., Spoormaker, V. I., & Simor, P. (2020). Hyperarousal captured in increased number of arousal events during pre-REM periods in individuals with frequent nightmares. *Journal of Sleep Research*, 2020,29:e12965. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jsr.12965>

Blaskovich, B., Reichardt, R., Gombos, F., Spoormaker, V. I., & Simor, P. (2020). Cortical hyperarousal in NREM sleep normalizes from pre-to post-REM periods in individuals with frequent nightmares. *Sleep*, 43(1), zsz201. <https://academic.oup.com/sleep/article-abstract/43/1/zsz201/5574411>

Simor, P., & Blaskovich, B. (2019). The pathophysiology of nightmare disorder: Signs of impaired sleep regulation and hyperarousal. *Journal of sleep research*, 28(6):e12867. doi: 10.1111/jsr.12867.

Következő kutatásunkban a REM fázisos és tónusos szakaszai alatt tapasztalható interoceptív feldolgozást vizsgáltuk, két független, 20 és 19 egészséges felnőtt személy éjszakai skalp EEG felvételének tükrében. Mivel a testből érkező ingerek az alvó agy számára a környezetből érkező információ fontos részei, feltételeztük, hogy az interoceptív feldolgozás mértéke is eltér a fázisos és tónusos REM szakaszok alatt. Az interoceptív feldolgozás mérésére a szívritmus kiváltotta potenciál mutatóját választottuk. Eredményeink szerint a két REM szakasz alatt szignifikánsan eltér a szívritmus kiváltotta potenciál mértéke, és a tónusos szakaszokban az eltérés a nyugalmi ébrenlét során mért értékekhez közelít. Kutatócsoportom elsőként írta le a REM alszakaszok alatt tapasztalható szívritmus kiváltotta potenciál eltéréseit, így hozzájárult az alvás, elsődlegesen a REM alvás alatt megfigyelhető interoceptív folyamatok megértéséhez. Eredményeinket az alváskutatás rangos szaklapjában publikáltuk:

Simor, P., Bogdány, T., Bódizs, R. and Perakakis, P., 2021. Cortical monitoring of cardiac activity during rapid eye movement sleep: the heartbeat evoked potential in phasic and tonic rapid-eye-movement microstates. *Sleep*, 44 (9), <https://doi.org/10.1093/sleep/zsab100>

A REM fázisos és tónusos mikroállapotának elméleti hátterét és relevanciáját, valamint a jelenséggel kapcsolatos eddigi empirikus munkák számbavételét egy összefoglaló közleményben is megírtuk, amelyet az alváskutatás elméleti és összefoglaló munkáinak publikálására szakosodott rangos, nemzetközi folyóiratában publikáltunk:

Simor, P., van der Wijk, G., Nobili, L., & Peigneux, P. (2020). The microstructure of REM sleep: why phasic and tonic?. *Sleep Medicine Reviews*, 101305. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2020.101305>

2) Alvás és mentális egészség

Az alvás, álmodás és pszichózis összetett kapcsolata már több évszázada foglalkoztatja az embert, ennek megfelelően művészek, filozófusok és tudósok egyaránt felhívták a figyelmet az irracionális gondolkodás és az alvás alatti módosult tudatállapot fenomenológiai és feltételezett funkcionális hasonlóságaira. Az elmúlt évtizedben azonban a neuropszichiátriai hagyomány követői is kiemelt figyelemmel kezdték el vizsgálni az alvásminőség szerepét a pszichotikus állapotok kialakulásában és fennmaradásában. Több összefoglaló tanulmány és metaanalízis tanúskodik arról, hogy a pszichotikus tüneteket mutató páciensek jelentős hányada számol be alvászavarról, sőt a longitudinális kutatások szerint az alvásminőség leromlása időben megelőzi a pszichotikus állapotok megjelenését. A kutatások egyik módszertani problémája azonban az, hogy az alvásminőségre utaló adatokat többnyire retrospektív, szubjektív beszámolókból nyerték, amelyek nem mentesek az emlékezeti és válaszbeállítódási torzításoktól. Ráadásul, az alvásminőség és a pszichés tünetek egyaránt markáns ingadozást mutatnak, akár napról napra is. Az eddigi kutatások egy másik szembetűnő hiányossága, hogy habár az álmodás zavara (gyakori rémálmok, álomszorongás) az alvásminőség leromlása (inszomniás tünetek) mellett a pszichotikus állapotokban tapasztalható egyik leggyakoribb alvásprobléma, az álombeli emocionalitás és pszichotikus élmények összefüggéseit igen kevés kutatás vizsgálta.

Kutatásainkban prospektív (napi szintű tapasztalati mintavételezés) adatgyűjtés mellett tanulmányoztuk az alvásminőség és a nappali pszichózisszerű élmények időbeli együtt járását. Az eddigi vizsgálatokban egészséges személyek valamint a pszichózisszerű élmények megtapasztalása szempontjából magas kockázatú (de nem klinikai) csoportok vettek részt. Az eddigi kutatásokban résztvevőink két héten át egy internetes interfészen keresztül elküldött kérdőív mentén minden reggel beszámoltak az éjszakai alvásminőségükről, álomélményeikről, majd az azt követő órákban, nappal és este, (ugyancsak rövid kérdőívek mentén) az elmúlt órákban megtapasztalt pszichés élményeikről is számot adtak. Az adatok természetéből fakadóan többszintű, kevert statisztikai modelleket alkalmaztunk, és elsősorban arra voltunk kíváncsiak, hogy az alvásminőség változásai jelzik-e előre a később tapasztalható pszichés tüneteket, vagy fordítva, a nappali tünetek jelzik előre a következő éjszakai alvás minőségét, vagy esetleg kétirányú kapcsolat figyelhető meg az alvás és a nappali működés közt. Eddigi eredményeink alátámasztották a leromlott alvásminőség és pszichózisszerű tünetek összefüggését, és arra utalnak, hogy a rossz alvásminőség szisztematikusan előrejelzi a nappali tüneteket. A nappali pszichózisszerű élmények ugyanakkor látszólag nem jelzik előre a következő éjszakai alvás minőségét.

Az első, 3 hetes mérési intervallumot magában foglaló kutatás magas kockázatú csoportban vizsgálta az alvás és pszichózisszerű nappali élmények összefüggését.

Eredményeinket sikeresen publikáltuk egy rangos pszichiátriai szaklapban:

Simor, P., Báthori, N., Nagy, T., & Polner, B. (2019). Poor sleep quality predicts psychotic-like symptoms: an experience sampling study in young adults with schizotypal traits. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 140(2), 135-146.

A fenti kutatás folytatásaként, valamint a világméretű járvány okozta drámai változásokra reagálva, a további kutatási kérdéseinket a világméretű járvánnyal és a korlátozásokkal szorosan összefüggő pszichológiai problémákra fókuszáltuk, és egy nemzetközi együttműködés keretében vizsgáltuk. Résztevőinket két héten át minden reggel és délután több alkalommal kértük rövid, aktuális állapotukra vonatkozó online tesztek kitöltésére. A járvány okozta fenyegetettség alvásra gyakorolt és lélektani hatásait, valamint az alvás és mentális egészség időbeli, kétirányú kapcsolatát tanulmányoztuk. A kutatás felhívta a figyelmet az alvásminőség jelentőségére a járvány időszakában, jelezve, hogy a leromlott alvásminőség előrejelzi az általános mentális panaszokat, valamint a pandémiához kötődő szorongásos és szomatikus tüneteket is. Eredményeinket egy rangos szakmai lapban publikáltuk:

Simor, P., Polner, B., Báthori, N., Sifuentes-Ortega, R., Van Roy, A., Albajara Sáenz, A., ... & Peigneux, P. (2021). Home confinement during the COVID-19: day-to-day associations of sleep quality with rumination, psychotic-like experiences, and somatic symptoms. Sleep, 44(7), zsab029.

Valamint az Európai Alvástársaság nemzetközi konferenciáján is bemutattuk:

Simor, P., Bathori, N., Polner, B., Sifuentes-Ortega, R., Van Roy, A., Saenz, A.A., Luque Gonzalez, A., Benkirane, O., Nagy, T. and Peigneux, P., 2020. Nights and days during the COVID-19 pandemic: a two weeks study on day-to-day associations between subjective sleep quality and mental complaints. Journal of Sleep Research, pp.95-96.

A kutatásnak a hazai és nemzetközi sajtóban is nagy visszhangja volt.

Egy további kutatásban hasonló módszertannal (3 hetes prospektív adatgyűjtés keretében) tanulmányoztuk az álmok emocionális töltete és a nappali pszichózisszerű tünetek közti összefüggéseket. Korábbi eredményeink replikálásán túl kimutattuk, hogy az álmok emocionális töltete nem jelzi előre a következő órákban tapasztalható pszichózisszerű tüneteket, ugyanakkor ezek előrejelzik a következő éjszaka emocionális minőségét. Az álmok emocionális dimenziói ráadásul a vonásszintű szkizotípiás dimenziókkal is érdekes együtt járásokat mutattak.

Eredményeinkről egy pszichiátriai szaklapban számoltunk be.

Báthori N, Polner B., Simor P. Schizotypy unfolding into the night? Schizotypal traits and daytime psychotic-like experiences predict negative and alien dreams. Schizophrenia Research, 246, 17-25.

3) Alvás és emlékezeti konszolidáció

A kutatás e blokkjának célja az alvás emlékezeti konszolidációra gyakorolt hatásának vizsgálata volt. Korábbi kutatásaink folytatásaként arra voltunk kíváncsiak, hogy a tanulási epizódot követő délutáni alvás abban az esetben, ha az alvás tartalmaz REM alvásszakaszt máképp hat-e a korábban kódolt emlékek felidezésére, mint a REM szakasz nélküli délutáni alvás. Vizsgálatunkban a BME-MTA emlékezeti laborjával együttműködve egy korábban adaptált emocionális emlékezeti paradigmát (Memmonic Separation Task) használtunk. 113 személlyel végeztük el a vizsgálatot, akik közül 56 fő a tanulás után poliszomnográfias alvásregisztráción esett át (57 fő ébrenléti kontrollcsoportot alkotott). Az alvó csoportból 21 személy jutott el REM fázisba. Eredményeink arra utalnak, hogy a REM fázis facilitálta az érzelmi emlékek generalizációját, míg a NREM és az ébrenléti kontrollcsoportnál ez a hatás nem jelentkezett. A kutatást poszter formájában bemutattuk az Európai Alváskutató Társaság Kongresszusán, valamint folyamatban van az eredményeink publikációja.

A projekt keretében olyan új emlékezeti paradigmák kialakításán is dolgoztunk, amelyek később használhatók lesznek az alvás és emlékezeti konszolidáció összefüggéseit vizsgáló kutatásokban. Kutatásaink fő kérdése az újdonság és emlékezeti rögzülés összefüggése.

Az empirikus kutatások elméleti háttéréről is írtunk és sikeresen megjelentettünk egy összefoglaló tanulmányt, amely az újdonság és a váratlan ingerek emlékezeti folyamatokra gyakorolt hatásának szakirodalmi háttérét, módszertani nehézségeit és kérdéses pontjait taglalta:

Reichardt, R., Polner, B., & Simor, P. (2020). Novelty Manipulations, Memory Performance, and Predictive Coding: the Role of Unexpectedness. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 152. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00152>

Az elméleti munka részletesen bemutatta, hogy habár vélhetően az újdonságnak fontos hatása van az emlékezeti folyamatokra, a legújabb eredmények azonban nem tudták egyértelműen megerősíteni ezt a feltételezést. Az újdonság emlékezeti hatásaival kapcsolatos eltérő eredmények az újdonság különböző típusainak kategorizálásához vezettek. Ezek a némileg önkényes kategóriák a különböző kísérleti feladatok megközelítésén alapulnak, amelyek újszerű ingereket használnak. Amellett érveltünk, hogy ezek a kategorizálási sémák nem veszik figyelembe az újdonsággal kapcsolatos manipulációk összetettségét. A prediktív kódolási elméletekkel összhangban hangsúlyoztuk a váratlanság szerepét, mint az újdonsággal kapcsolatos manipulációk viselkedési és neurális hatásait közvetítő döntő tulajdonságot. Azt javasoltuk, hogy a kognitív idegtudományban alkalmazott különböző újdonságmanipulációk emlékezetjavító hatása leginkább a váratlanság mértékétől függ, és hogy az újdonság előnye csak akkor nyilvánvaló, ha az új ingerek "elég újszerűnek" tekinthetők ahhoz, hogy meglepetést váltsanak ki.

Az újdonság és emlékezeti rögzülés ellentmondásait egy empirikus cikkben is bemutattuk, amelyben egy korábbi, nagy hatású kutatás replikációját kíséreltük meg elvégezni 4 különböző kutatásban. A 4 kutatás közül egy sem reprodukálta az eredeti kísérleti

eredményt. Ezek bemutatását és kritikai tárgyalását az alábbi pszichológiai szaklapban publikáltuk:

Reichardt, R., Simor, P., & Polner, B. (2022). Expectation of irrelevant novel stimuli has no consistent effect on recognition memory. *Scandinavian Journal of Psychology*. <https://doi.org/10.1111/sjop.12807>

A továbbiakban kifejlesztettünk egy újszerű vizuális memóriafeladatot, a Graded Novelty Encoding Task-ot (GNET), amely lehetővé teszi az újdonság és a váratlanság megkülönböztetését. A GNET a résztvevőknek algoritmikusan generált, egyszerű vizuális ingereket mutat be, amelyek geometriai alakzatokból állnak, különböző formákból, színekből és elrendezésekből álló mátrixokat alkotva. Az egyes ingerek, valamint az egyes ingerek közötti különbségek könnyen számszerűsíthetők, ami lehetővé teszi az újdonság fokának becslését (a kísérletben folyamatos változóként használva). Első kísérleteink azt mutatják, hogy minél újszerűbb egy adott kép, annál jobb későbbi felismerési teljesítményt mutatnak a résztvevők. Arra a következtetésre jutottunk, hogy a GNET megragadja az újdonság folyamatos jellegét, és így elősegítheti az újdonság emlékezetre gyakorolt hatásának megértését, valamint az újdonság és emlékezeti rögzülés neurális hátterének feltárását. A kísérleti paradigmát bemutató kutatásunkat egy rangos módszertani pszichológiai szaklapban közöltük.

Reichardt, R., Polner, B., & Simor, P. (2022). The graded novelty encoding task: Novelty gradually improves recognition of visual stimuli under incidental learning conditions. *Behavior Research Methods*, 1-14.

A laboratóriumi vizsgálatok kényszerű szüneteltetése okán felszabaduló időben korábban gyűjtött adatbázisaink elemzése, valamint kutatócsoportok közti együttműködések keretében is vizsgálhattuk az alvás alatti agyi tevékenység sajátosságait. Ezekből a mukkából két tudományos publikáció is született:

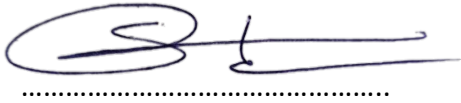
Reicher, V., Kis, A., Simor, P., Bódizs, R. and Gácsi, M., 2021. Interhemispheric asymmetry during NREM sleep in the dog. *Scientific reports*, 11(1), pp.1-10.

Bogdány, T., Perakakis, P., Bódizs, R., & Simor, P. (2022). The heartbeat evoked potential is a questionable biomarker in nightmare disorder: A replication study. *NeuroImage: Clinical*, 33, 102933.

Összességében a járvány okozta nehézségek ellenére sikeresen zártuk a 4 éves projektet, elméleti és empirikus munkákban egyaránt tanulmányoztuk az alvó agy sajátosságait és megismerő funkciókban játszott szerepét. Mindhárom kutatásai irányunk jelenleg is

folytatódik, és további kutatásokkal bővül a jövőben, amelyekben doktorandusz, mesterszakos és alapszakos hallgatók egyaránt részt vesznek.

Budapest, 2022.10.06.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'S' followed by a horizontal line that ends in a small hook. Below the signature is a dotted line.

Dr. Simor Péter Dániel