

KARLOVA UNIVERZITA V PRAHE

Filozofická fakulta

Katedra psychológie

Vplyv chronotypu a času testovania na výsledky kognitívnych testov

Diplomová práca

Bc. Katarína Baranyaiová

Vedúci práce: PhDr. RNDr. Tereza Nekovářová, Ph.D.

Konzultant práce: Mgr. et Mgr. Iveta Fajnerová, PhD.

Rok: 2018

Podakovanie

Chcela by som poďakovať mojej vedúcej PhDr. RNDr. Tereze Nekovářovej, Ph.D. a taktiež konzultantke práce Mgr. et Mgr. Ivete Fajnerovej, PhD. za vedenie práce, neoceniteľné rady a trpezlivý prístup. Taktiež by som chcela poďakovať mojim kolegom za účasť na zbere dát a podporu, a v neposlednom rade participantom, bez ktorých by táto práca nemohla vzniknúť.

Prehlasujem, že som diplomovú prácu vypracovala samostatne, že som riadne citovala všetky použité pramene a literatúru a že práca nebola využitá v rámci iného vysokoškolského štúdia či k získaniu iného alebo rovnakého titulu.

.....

Podpis autora

Abstrakt

Navrhovaná štúdia sa zaoberá výkonom jedinca v kognitívnych testoch, ktoré sú bežnou súčasťou kognitívneho vyšetrenia a sú kľúčové pre stanovenie kognitívneho deficitu u neurologických a neuropsychiatrických ochorení ako sú Alzheimerova demencia, depresia, schizofrénia a ďalšie poruchy kognitívnych funkcií. Keďže k vyšetrovaniu pacientov môže dochádzať v rôznom čase v priebehu dňa, je nesmierne dôležité stanoviť, či môže čas testovania a chronotyp testovaného ovplyvniť kognitívny výkon klinicky významnou mierou.

Cieľom tejto štúdie je stanoviť, či chronotyp ovplyvňuje kognitívne funkcie, hlavne pracovnú pamäť, pozornosť a psychomotorické tempo v súvislosti s časom testovania u zdravých dobrovoľníkov. Taktiež u vybraných testových metód stanoviť, či sú ich výsledky závislé na dobe testovania s ohľadom na subjektívnu preferenciu participanta a nakoniec identifikovať batériu testov vhodnú pre vyšetovanie kognitívneho deficitu nezávisle na chronotype jedinca a čase testovania.

Najskôr boli participantom zadané dotazníky MEQ na určenie chronotypu. Cieľom bolo identifikovať skupinu dobrovoľníkov dvoch extrémne vyhranených chronotypov, u ktorých sme v druhej fáze experimentu sledovali výkon v kognitívnych testoch testech (CPT, TMT, Stroop test, WAIS-III, WMS-III) v ich preferovanú a nepreferovanú dobu.

Použitím neparametrických testových metód boli nájdené signifikantné rozdiely medzi sovami a vtáčatami a tiež medzi chronotypom a dobou testovania.

Kľúčové slová: chronotyp, ranný typ, večerný typ, cirkadiánna preferencia, kognitívny výkon

Abstract

The presented study looks into performance of an individual in cognitive tests, a common component of cognitive assessment, key for cognitive deficit assessment in neurological and neuropsychiatric conditions like Alzheimer dementia, depression, schizophrenia and other disorders of cognitive functions. Since patient examination can take place at different times of day, it is very important to determine whether time of testing and chronotype of the assessed individual can influence the performance to a clinically significant extent.

The aim of this study is to determine whether chronotype affects cognitive functions, mainly working memory, attention and psychomotor tempo in the context of time of testing in healthy volunteers. Next goal is to determine whether results of selected test methods are dependent on time of testing in the context of the participants subjective preference for time of day and finally to identify a test battery suitable for cognitive deficit assessment independent of individual's chronotype and time of testing.

Participants were first screened using MEQ questionnaire. The aim was to identify a group of volunteers of either extreme morning or extreme evening chronotype. Performance of the selected individuals in cognitive tests (CPT, TMT, Stroop test, WAIS-III, WMS-III) in their subjectively preferred and non-preferred time of day was then evaluated.

Significant differences between evening and morning types, as well as between chronotype and time of testing were found using non-parametrical statistical methods.

Key words: chronotype, morning type, evening type, circadian preference, cognitive performance

Obsah

Úvod.....	9
1 BIOLOGICKÉ RYTMY	10
1.1 Vývoj.....	10
2 CIRKADIÁNNY RYTMUS	12
2.1 Funkčná organizácia cirkadiálneho systému.....	12
2.1.1 Suprachiazmatické jadrá	13
2.1.2 Periférne oscilátory	15
2.1.3 Synchronizátory	15
2.1.4 Výstupy cirkadiánných rytmov.....	16
2.2 Cirkadiánne rytmy a spánok.....	17
2.2.1 Biologické procesy spánku a bdenia.....	17
2.2.2 Biologické procesy cirkadiánných rytmov	18
2.2.3 Poruchy cirkadiánných rytmov	19
2.2.4 Diagnostika porúch cirkadiálneho rytmu.....	24
2.2.5 Terapia porúch cirkadiálneho rytmu	25
2.3 Cirkadiánne preferencie	27
2.3.1 Stanovenie chronotypu	28
2.3.2 Ranný typ.....	30
2.3.3 Večerný typ.....	31
2.3.4 Rozdiely medzi ranným a večerným typom	32
3 KOGNITÍVNA VÝKONNOSŤ	34
3.1 Pozornosť	34
3.2 Psychomotorické tempo	36
3.3 Mentálna flexibilita	36
3.4 Pracovná pamäť.....	36
3.5 Deklaratívna pamäť.....	38
3.6 Kognitívne testy vo vzťahu k chronotypu.....	40
4 VÝSKUMNÝ RÁMEC	42
4.1 Ciele	42
4.2 Výskumné hypotézy	42
5 METODOLOGICKÝ RÁMEC	44
5.1 Výskumný súbor	44
5.2 Použité metódy.....	44

5.2.1	Sociodemografický dotazník	44
5.2.2	MEQ – Dotazník ranných a večerných typov	44
5.2.3	Metódy merajúce kognitívny výkon	45
5.2.4	Postup zberu dát	48
6	VÝSLEDKY	49
6.1	Charakteristika výskumného súboru	49
6.1.1	Vek	49
6.1.2	IQ	49
6.2	Testy normality	50
6.3	Neparametrická analýza	51
6.3.1	Chronotyp v závislosti na dobe merania	51
6.3.2	Ranné vs. večerné meranie – vtáčatá	54
6.3.3	Ranné vs. večerné meranie – sovy	56
7	DISKUSIA	58
	Záver	62
	Literatúra	63
	Zoznam obrázkov a tabuliek	72

Úvod

Na to kedy ideme spať a vstávame má vplyv mnoho faktorov, od sociálnych cez pracovné až po individuálne preferencie. Rozdelenie spánku a bdenia do určitých časových úsekov 24 hodinového cyklu definuje konkrétny (chrono)typ jedinca. Táto preferencia je kontinuum, kde na jednom konci je ranný typ, ktorý sa zobúdzza skoro ráno a spať chodí krátko po zotmení, a večerný typ na druhom konci, ktorý vstáva niekedy okolo obeda ale k spánku sa ukladá až nadržanom. Jedinci sa však nečlenia len na vtáčatá a sovy. Najviac ľudí je nevyhranený typ, a teda bez výraznejšej preferencii nejakým smerom kontinua. V tejto práci som sa zamerala na výrazne vyhranené typy nakoľko predpokladám najväčší efekt vplyvu chronotypu a času testovania na ich výsledky kognitívnych testov.

Práca je rozdelená na dve časti. Prvá, teoreticky zameraná čas, zoznamuje s problematikou cirkadiánnych preferencií, ich súvislosťou s kognitívnym výkonom a predstavuje podklad pre výskum uvádzaný v praktickej časti. Tam sme sa zamerali na zistenie rozdielov medzi kognitívnym výkonom sov a vtáčat počas preferovanej a nepreferovanej doby, pomocou batérii testov bežne využívaných pri kognitívnom vyšetrení.

1 BIOLOGICKÉ RYTMY

Jednou zo základných vlastností živej hmoty je podľa Šmardu (2004) podliehanie cyklickým zmenám v čase, tzv. biorytmom. Predpokladá sa, že sú fenotypom, t.j. interakcie medzi vrodenými predispozíciami a vplyvmi z okolia. Biorytmy sa však značne líšia dĺžkou trvania – periódy, od kratších ako sekunda – srdečný tep, alebo dlhšie ako rok – hybernácia niektorých baktérii (Berger, 1995) (Homolka, et al., 2010). Na rytmické podmienky striedania svetla a tmy odvodeného od otáčania Zeme okolo svojej osi, sa organizmy prispôbili evolúciou biologických rytmov (Černák, 2009). Biologické hodiny sú stály mechanizmus pretože napriek väčšine druhov mozgových poškodení, odstráneniu hormónových orgánov, potravinovej a tekutinovej deprivácii, vplyvu röntgenových lúčov, sedatív, alkoholu či nedostatku kyslíka si neustále zachovávajú svoj rytmus (Gibbs, 1983).

1.1 Vývoj

Väčšina biologických rytmov sa vyvíja až po narodení, približne okolo prvého roku života. Rytmus je možné pozorovať aj u plodov v maternici, tvorbu moču, srdcový pulz či dýchacie procesy, avšak v tomto prípade môže ísť aj o prenos cirkadiálneho rytmu matky na plod. Dôkazom boli výskumy predčasne narodených detí, ktoré krátko po narodení mali cirkadiálny rytmus melatonínu, následne však oň prišli, mali takzvaný voľný beh rytmov, a opäť sa objavil rovnako ako u detí narodených v termíne. Rytmus sa u detí vyvíjajú a stabilizujú a ich amplitúda narastá. Naopak u starších ľudí sa amplitúda znižuje, dochádza ku skracovaniu periódy rytmov a ich desynchronizácii z dôvodu zhoršovania zrkového systému a znížením hladiny melatonínu (Berger, 1995).

Rytmy sa delia do dvoch základných skupín a to exogénne a endogénne. *Exogénne* alebo tiež synchronizátory, sa ďalej delia na jemné (gravitácia, magnetické pole, slnečná aktivita), slabé (vlhkosť a tlak vzduchu) a dominantné, kam patrí primárne svetlo, teplota či príjem potravy. Medzi endogénne, kde sa radia aj biorytmi, sa delia aj podľa dĺžky svojej periódy, t.j času potrebnému k dokončeniu jedného cyklu. Podrobné rozdelenie uvádza Homolka et al. (2010), v tabuľke číslo 1. V našej práci sa budeme venovať cirkadiálnym rytmom.

Označenie rytmu	Dĺžka periódy
Ultradiánny	< 20 h
Cirkadiánny	$\sim 24 \pm 4$ h
Infradiánny	> 28 h
cirkasemiseptánny	$\sim 3,5$ dňa
cirkasptánny	$\sim 7 \pm 3$ dni
cirkavigintánny	$\sim 21 \pm 3$ dni
cirkatrigintánny	$\sim 30 \pm 5$ dní
cirkaseminuálny	~ 6 mesiacov
cirkaanuálny	~ 1 rok ± 2 mesiace
solárny cyklus	$\sim 10,5$ roka

Tab. č. 1: Rozdelenie biorytmov podľa dĺžky periódy (Homolka, J. et al., 2010).

2 CIRKADIÁNNY RYTMUS

Empirické pozorovania periodických zmien fyziologických a patofyziologických funkcií behom 24 hodín boli dokladané už od staroveku. Vedecké bádanie o podstate týchto rytmov však začalo až v 18. storočí, dobe francúzskeho astronóma Jean-Jacques d'Ortous de Mairana, ktorý pozorne sledoval periodické otváranie a zatváranie listov mimózy počas dňa a noci. Ale až o storočie neskôr boli definitívne predložené dôkazy, na základe presnejších sledovaní, že pozorované rytmy nie sú len pasívnou reakciou na rytmické signály vonkajšieho prostredia ale majú endogénny pôvod priamo v organizme pretože ich perióda nebola presne 24 hodín, ale sa mierne od solárneho dňa líšila. Cirkadiánne rytmy tak získali svoje pomenovanie, circa – okolo, zhruba, dies – deň. Ďalší výskum viedol k zisteniu, že týmto endogénnym časovým systémom neoplývajú len rastliny, ale všetky živé organizmy vrátane človeka (Sollars, P. J., Pickard, G. E., 2015) (Lemmer, 2009). Na základe vyššie uvedených poznatkov teda nie je žiadnym prekvapením, že v celej palete fyziologických procesov, ako je napríklad krvný tlak, tepová frekvencia srdca, sekrécia gastrointestinálnych hormónov do gastrointestinálneho traktu, intestinálna peristaltika, produkcia žlče a moču, sa stretávame s osciláciou počas dňa (Černák, 2009, Richter, 1975).

2.1 Funkčná organizácia cirkadiánneho systému

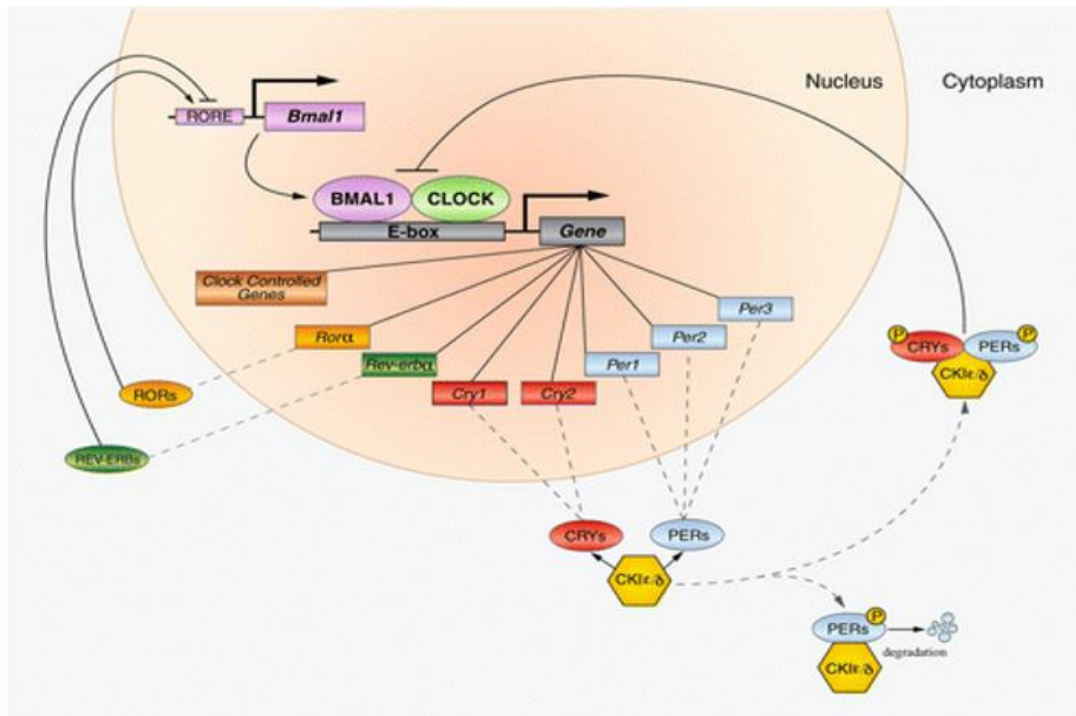
Otázku kde sa vytvárajú cirkadiánne rytmy zodpovedal jeden zo zakladateľov chronobiológie, C.P Richter (1975), ktorý si všimol, že lézie v anteriórnom hypotalame spôsobujú poruchy týchto rytmov. Následne boli počiatkom 70. rokov dvomi na seba nezávislými skupinami vedcov (Moore, Eichler, 1972, Stephan, Zucker, 1972) objavené párové nervové zoskupenia, lokalizované nad krížením optického nervu. Stephan a Zucker zistili podobne ako Richter, že lézie týchto častí mozgu spôsobujú u laboratórnych myší elimináciu cirkadiánneho rytmu príjmu tekutín a pohybových aktivít. Taktiež transplantácie u škrečkov ukázali, že nahradenie suprachiazmatických jadier s 24 hodinovým cyklom u dospelého škrečka, jadrami so zmutovaným 20 hodinovým cyklom iného škrečka, došlo k zmene a škrečok s pôvodne 24 hodinovým cyklom sa prispôbil 20 hodinovému (Ralph, M. R. et al., 1990). Že je cirkadiánný rytmus endogénny biorytmus, podporuje aj fakt, že si zachováva svoj cca 24 hodinový rytmus aj v neperiodickom prostredí, t.j. v stálej tme alebo svetle a tiež v in vitro prostredí (Gillette, et al. 1991).

Cirkadiánný systém u cicavcov má komplexnú štruktúru a skladá sa z štyroch častí: 1) centrálné hodiny v mozgu – Suprachiazmatické jadrá, 2) periférne „otrocké“ v jednotlivých bunkách tela, 3) vstupy, ktorými sú suprachiazmatické jadrá synchronizované s okolím a 4) výstupy, ktorými je signál prenášaný po organizme (Leak, Moore, 2001)

2.1.1 Suprachiazmatické jadrá

Suprachiazmatické jadrá, tiež nazývané aj biologické hodiny, pacemaker, timer alebo endogénny oscilátor (Šmarda, J. et al., 2004). Uložené sú v dvoch zhlukoch nervových buniek v hypotalame, na oboch stranách 3. mozgovej komory a patria k prekríženým optickým nervom (tzv. chiasma opticus), odtiaľ odvodený názov suprachiazmatické jadrá (ďalej SCN – Suprachiasmatic Nucleus) (Homolka, et al., 2010). V skutočnosti sa SCN skladá z troch skupín jadier, z čoho dve sú zrejme zodpovedné za samotné hodiny a tretie má hlavne „prenosovú“ úlohu, nakoľko signály nie len prijíma ale tiež vysiela a taktiež prijaté predáva ďalej v SCN. SCN však nie je homogénna štruktúra ale pozostáva z ventrolaterálnych a dorzomediálnych častí, ktoré majú rozdielny rytmus, ktorý je pravdepodobne synchronizovaný kyselinou gamaaminomaslovou (GABA) (Nevšímalová, Illnerová, 2007). Do ventrolaterálnej časti ústi retinohypotalamický trak, ktorý prenáša informácie o množstve svetla v okolí. Tieto informácie však nezískavajú čapíky a tyčinky ako sa pôvodne predpokladalo ale gangliové bunky sietnice, ktoré obsahujú fotopigment melanopsín (Moore, 2006).

Rytmická činnosť hodín v SCN je prenášaná vláknami sympatika do epifýzy odkiaľ sú, riadené jednotlivé bunky, tkanivá aj orgány. Mechanizmus rytmickej činnosti SCN uvádzame v obrázku č. 2:



Obr. č. 1: Schéma molekulárneho mechanizmu cirkadiánnych hodín v bunkách SCN (Ramsey, et al. 2007)

Schéma ukazuje, že proteíny BMAL1 a CLOCK tvoria heterodiméry, ktoré na začiatku dňa aktivujú transkripciu hodinových génov Per, Cry, Rora, Rev-erb α a tiež génov kontrolovaných týmito hodinami (CCG- clock controlled genes). Následne sú proteíny PER a CRY transportované do jadra, kde negatívne ovplyvňujú transkripciu aktivovanú komplexom CLOCK:BMAL1. Zároveň sú fosforiláciou CK1 ϵ/δ (kasein-kinázou 1 ϵ/δ) označené na degradáciu. Proteín RORA slúži ako pozitívny regulátor a REV-ERB α ako negatívny regulátor transkripcie Bmal1. Postupné znižovanie množstva proteínu BMAL1 v priebehu subjektívneho dňa má za následok postupné znižovanie transkripcie Per, Cry, Rev-erb α a Rora, čím dôjde k prerušeniu negatívnej spätnej väzby a transkripcia Bmal1 sa počas noci opäť zvýši (Ramsey, et al. 2007).

Informácie sú však prenášané mnohými spôsobmi a látkami. Jedným z najdôležitejších hormónov v tele je **melatonín**, ktorý moduluje mnoho fyziologických procesov, ako reprodukčnú aktivitu, imunitné odpovede či reakciu buniek na oxidačný stres (He et al., 2016; Kaur et Ling, 1999; Vargas et al., 2011). Je vychytávaný špeciálnymi receptormi (MT1 a MT2), ktoré sú uložené priamo v SCN, hipokampe, hypofýze, sietnici, atd. Jeho podaním sa môžu nastavovať biologické hodiny, posilovať časový systém, skracovať dobu pred zaspáním a zlepšovať kvalitu spánku. Melatonín tiež rozťahuje cievky v končatinách a tým znižuje teplotu a tiež potláča invazívnosť nádorových buniek (Illnerová, 2011). Jeho vylučovanie

behom dňa osciluje, pri večernom stmievaní stúpa, vrchol dosiahne okolo polnoci a potom opäť klesá. Hladina je teda vysoká v tmavej fázy dňa – tzv. skotoperiódou, a nízka vo svetlej časti dňa – fotoperiódou, a rozdiel medzi nimi je viac ako desať násobný. Práve týmito zmenami hladiny sú synchronizované bunky v tele so svetelným režimom okolia (Moore, 2006). Cirkadiánne zmeny v jeho produkcii sa používajú ako indikátor zmien v cirkadiánnom rytme a je možné ich použiť aj na potvrdenie chronotypu. (Nováková et al., 2011; Kantermann et al., 2015). SCN vykazuje periodickú elektrickú aktivitu s minimom v subjektívnej noci a maximom v subjektívnom dni (Mysliveček, J., et al., 2009). Neriadia však len cirkadiánne rytmy ale napríklad aj ročné ale ich regulácia nemá rovnaký mechanizmus, čo sa zistilo na základe skúmania rozmnožovania a metabolizmu u hlodavcov a opíc a . Ak došlo k poškodeniu cirkadiánnych rytmov nemuselo vždy dôjsť aj k prerušeniu ročných rytmov a naopak (Berger, 1995). Centrálné hodiny sa nachádzajú v mozgu, tie periférne vo všetkých častiach tela, avšak iba tie centrálné je možné priamo ovplyvňovať svetlom (Nevšimalová, Illnerová, 2007).

2.1.2 Periférne oscilátory

Nachádzame ich v rôznych častiach tela, v srdci, obličkách, pečeni alebo kostrovom svalstve. Tieto bunky generujú svoj rytmus, ale ten sa rozchádza v periódach aj fázach a je teda závislý na prijímaní synchronizačného signálu od SCN. Bez tohto signálu sa postupne utlmí a bunky sa desynchronizujú medzi sebou. Výnimkou je sietnica a čuchový bulbus, ktoré sú autonómnymi periférnymi oscilátormi (Yoo, S. H., et al., 2004).

2.1.3 Synchronizátory

Za vstupy je možné pokladať všetky informácie, ktoré pôsobia na SCN a synchronizujú tak rytmy s okolím, preto ich nazývame aj synchronizátory alebo ako ich nazval J. Aschoff (1965) „Zeitgebers“. U človeka je hlavným vstupom a zároveň kľúčovým exogénnym synchronizátorom svetlo, primárne svetlá časť dňa, tzv. fotoperiódou, ktorá sa počas roku mení a tým moduluje aj SCN (Illnerová, H., Sumová, A., 2008). Táto synchronizácia je dôležitá hlavne preto, že rytmus biologických hodín človeka je dlhší ako 24 hodinový cyklus Zeme (Wirz-Justice, A., Cajochen, Ch., 2012). Podľa výskumov je ľudský cyklus dlhý medzi 24,2 a 25 hodinami. Táto dĺžka vychádza z výskumov J. Aschoffa a R. Wevera, ktorý okrem iného, položili základy teórie harmonizácie vnútorných oscilátorov s rotáciou Zeme, za pomoci synchronizátorov (Thorpy, 2010). Vo výskumoch žili účastníci po istú dobu v bunkroch kde

nemali prístup k dennému svetlu či iným ukazovateľom času a svoj denný rytmus – spánok, jedlo a ďalšie aktivity, si určovali sami. Po určitom čase sa ich cyklus predĺžil na 25 hodín. Participanti mali však neobmedzený prístup k umelému svetlu nakoľko pôvodne sa vplyv umelého svetla nebral do úvahy. K podobným záverom prišiel aj francúzsky vedec Michel Siffre, ktorý žil v ľadovcovej jaskyni šesť mesiacov a mal k dispozícii len knihy a umelé svetlo. Jeho cirkadiánný rytmus sa predĺžil dokonca na 26 hodín (Thorpy, 2010). Jedným z extrémnejších prípadov bol experiment z roku 1989 kedy S. Follini strávila 131 dní v jaskyni izolovaná od slnečného svetla, zvukov okolitého sveta a akýchkoľvek časových údajov. Jej cyklus sa predĺžil na 25 a následne až 48 hodín, rozrušila si rôzne cykly v tele a prestala menštruovať (Kassin, 2007). Podľa Ch. A. Czeislera (1999) však bolo aj umelé svetlo dostatočne silný vonkajší podnet, ktorý spôsobil predĺženie rytmov. Svoje tvrdenia dokázal sériou pokusov, kde bolo množstvo svetla kontrolované a rytmus sa u participantov pohyboval okolo 24 hodín a 18 minút.

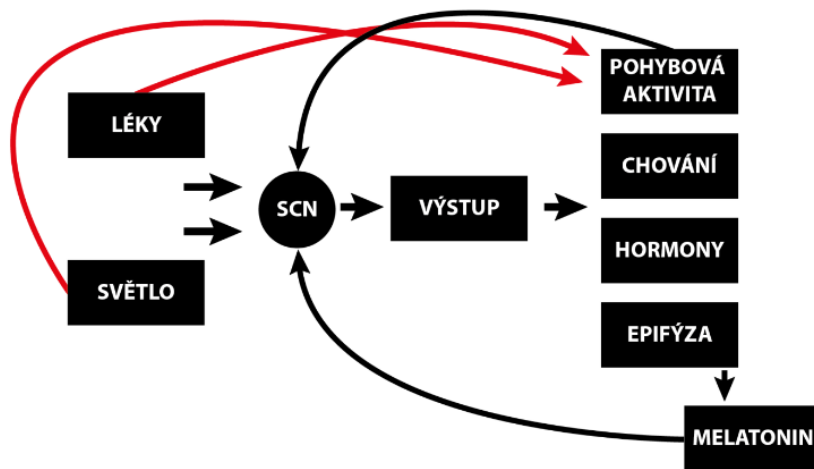
O množstve svetla nás informujú gangliové bunky (obsahujúce melanopsín) sietnice, ktoré odpovedajú na svetlo pomaly a teda nám dávajú informácie o priemernom množstve svetla a nie o aktuálnej zmene ako tyčinky a čapíky, ktoré obsahujú rodopsín. Projekcia zo sietnice sa uskutočňuje pomocou glutamátu, hlavného stimulačného mediátora centrálnej nervovej sústavy. Neuróny SCN projekujúce do hypotalamu sú dôležité pre správnu rytmicitu uvoľňovania pohlavných hormónov a kortikosteronu. Neuróny projekujúce do dorzálnej časti hypotalamického preventrikulárneho jadra sa podieľajú na regulácii autonómnych funkcií. Prepojenie SCN s epifýzou je dôležité pre tvorbu melatonínu (Mysliveček, J., et al., 2009).

Priemerné množstvo svetla je informácia, ktorú potrebuje pacemaker k zmeraniu doby dňa. (Bernson, 2002, in Kalat, 2009) Na SCN však nepôsobí len slnečné svetlo ale aj umelé osvetlenie, neóny či žiarivky. Ďalšími vstupmi sú tiež pohybová aktivita a lieky, ktoré ani nemusia pôsobiť na SCN priamo, avšak ovplyvňujú iné časti mozgu alebo správanie a tým nepriamo ovplyvňujú SCN a teda cirkadiánne rytmy (Berger, 1995).

2.1.4 Výstupy cirkadiánnych rytmov

Za výstupy pokladáme nie len cesty, hormonálne a nervové, ktorými je signál prenášaný do periférie (Leak, R.K., Moore, R.Y., 2001), ale aj pohybovú aktivitu a správanie. Tieto výstupy sa taktiež používajú ako indikátor cirkadiálneho systému jedinca. Nie sú však iba výstupmi,

ich sekrécia a vykonávanie je ovplyvňované SCN avšak ich pôsobenie spätne ovplyvňuje samotné SCN, čiže hovoríme o spätneväzobnom pôsobení biorytmov.



Obr. č. 2: Spätneväzobné pôsobenie niektorých biorytmov na SCN (podľa Rietvelda in Janečková, 2014)

2.2 Cirkadiánne rytmy a spánok

Cirkadiánne rytmy a spánok spolu úzko súvisia, keďže v priebehu jedného cyklu sa vystriedajú oba základné stavy vedomia – spánok a bdenie (Plháková, Spánek a snění, 2013). Spánok je charakterizovaný ako útlm v centrálnom nervovom systéme, znížením intenzity väčšiny životných pochodov a má veľký význam pre pamäť, učenie a sústredenie (Hartl, P., Hartlová, H., 2010). Je to istý druh zmeneného stavu vedomia, ktorý je však ihneď reverzibilný. Spánok je najdôležitejšou ľudskou potrebou a výskumy ukazujú, že ľudia, ktorí spávajú 7 až 8 hodín denne sú v celkovo lepšom fyzickom aj psychickom stave ako ľudia čo spia 6 a menej hodín (Bouček, J., et al., 2003; Hartl, P., Hartlová, H., 2010). Napriek tomu, že je spánok komplexný proces, vo vzťahu k cirkadiánnym rytmom sa skúma predovšetkým dĺžka spánku, doba ukladania sa k spánku a doba vstávania (Vávrová, 2014).

2.2.1 Biologické procesy spánku a bdenia

Udržovanie stavu bdlosti vyžaduje spoluprácu celej rady mozgových okruhov. K pochopeniu regulácie bdenia a spánku zásadne prispel Constantin von Economo, v roku 1930, ktorý skúmal osoby neobvyklou encefalitídou, ktorej hlavnými prejavmi bola narušená schopnosť reagovať na vonkajšie podnety a doba spánku až 20 hodín denne, pri čom sa pacienti budili len na jedlo a príjem tekutín (Šonka, 2007). Všetky tieto postihnuté osoby mali nálezy v hornej časti

mozgového kmeňa a posteriorného hypotalamu. Hoci svoje predpoklady potvrdil výskumom na zvieratách, nasledujúce štúdie regulácie bdenia sa zameriavali hlavne na mozgový kmeň. Koncom 40. rokov identifikovali G. Moruzzi a H. W. Magoun ascendetný retikulačný aktivačný systém – ARAS, skladajúci sa z nervových vlákien spájajúcich talamus, mozgový kmeň a kôrové oblasti. Pre udržanie bdeleného stavu je však dôležitých aj posteriorný hypotalamus z ktorého prichádzajú podnety do mozgovej kôry, histamín, ktorý je tiež produkovaný hypotalamom a cholinergný systém sprostredkovávajúci vstupy do mozgovej kôry a ďalšie nervové dráhy (Moore, 2006).

Na udržiavanie či spúšťanie jednotlivých stavov vedomia v mozgu sa podieľajú rôzne neurotransmitery, neuromodulátory a hormóny. Pre bdenie je dôležitý noradrenalin a dopamin, ktoré zvyšujú mentálnu aktiváciu – arousal. Histamín udržiava bdelosť a narušením tvorby pri užívaní antihistaminík je ospalosť. Z hormónov prispievajú k bdeniu glukokortikoidy a adrenokortikotropný hormón, ktorého zvýšené vylučovanie sprevádza precitnutie zo spánku (Šonka, K., et al., 2007). Facilitáciou rôznych oblastí mozgu udržiavajú bdelosť aj neuropeptidy hypokretíny. Acetylcholín má kľúčový význam pre vznik bdeleného stavu ale aj začiatok REM fáze spánku. Glutamát sa zase podieľa na udržiavaní bdeleného stavu a tiež regulácii mozgovej aktivity v NREM spánku. Serotonín tlmí mozgovú odozvu na sensorické podnety a tým podporuje zaspávanie. Kyselina gamaaminomaslová (GABA) utlmuje nervovú aktivitu, znižuje celkovú aktiváciu behom NREM fázy. GABA má kľúčovú úlohu pri produkcii delta vln a spánkových vretien. Mnoho liekov na spanie pôsobí práve prostredníctvom zvýšenia činnosti tohto inhibičného neurotransmitera. K zvýšenej potrebe spánku taktiež prispieva adenosín, ktorý sa tvorí počas bdelenosti ako vedľajší produkt metabolizmu a behom noci sa jeho hladina znižuje (Brown, R. E, et al., 2012).

2.2.2 Biologické procesy cirkadiálnych rytmov

Ako sme už vyššie spomínali, biologické hodiny riadiace cirkadiálny rytmus sú uložené v suprachiazmatických jadrách a ich činnosť je spätnoväzbovo ovplyvňovaná. SCN však nepredáva informácie do ventrolaterálnej oblasti priamo, ale smeruje ju do subparaventriculárnej zóny hypotalamu, ovládajúcich spoje vedúce do dorzomediálnych jadier hypotalamu. Tieto jadrá patria medzi najvýznamnejšie aferenty ventrolaterálnej preoptickej oblasti a hypokretinergných neurónov v laterálnom hypotalame a práve preto sú najdôležitejšou štruktúrou, prenášajúcou cirkadiálny rytmus do systému a tým zaisťuje spánok a bdenie (Šonka, K., et al., 2007). Na riadení cirkadiálnych rytmov sa podieľa celý zložitý

system, no je potrebné dať do pozornosti tri dôležité fakty: 1) takmer všetky biologické premenné majú tendenciu k oscilovaniu, 2) biologické oscilátory smerujú k synchronizácii a 3) náš biologický systém sa riadi určitými pravidlami a snaží sa o optimalizáciu a adaptáciu. Myslieť by sme na ne mali najmä pri diagnostike, nakoľko akékoľvek výkyvy, chýbajúca oscilácia, vysoká či nízka amplitúda naznačujú poruchu (Berger, 1995).

2.2.3 Poruchy cirkadiálnych rytmov

Poruchy cirkadiálnych rytmov definovala Illnerová a Nevšimalová (2007) ako „patologickú odchýlku v načasovaní a dĺžke spánku, ktorá vzniká pri zmenách regulácie endogénnych mechanizmov riadiacich cirkadiálne rytmy a ich vzťahu k exogénnym vplyvom.“ K tomu dochádza ak nie sú naše vnútorné rytmy v súlade so spánkom, ktorý je ovplyvňovaný často vonkajšími či sociálnymi okolnosťami. Niektoré z nižšie uvedených porúch sú dočasné, majú prechodný charakter, a pri dodržiavaní zásad sa upravia. Niektoré môžu svojím dlhým trvaním vyvolať vznik ďalších porúch. Výsledkom však môže byť aj posunutie periódy spánku do času, ktorý nie je spoločnosťou akceptovaný, čo môže narušovať profesné fungovanie alebo spôsobiť sociálny jet lag – vysvetliť ho do zátvorky jedinca. Poruchy rytmicity spánku a bdenia sú uvádzané ako jedna zo základných porúch spánku v medzinárodnej klasifikácii porúch spánku. Pre diagnostiku niektorej z porúch je nutné aby boli splnené tieto kritériá (Zucconi, M., Ferri, R., 2014):

1. Je prítomný trvalý alebo opakujúci sa vzorec narušeného spánku, ktorý vyplýva hlavne zo zmien cirkadiálneho systému alebo z nesúlady medzi endogénnymi rytmiami a exogénnymi faktormi, ktoré vplyvajú na trvanie alebo načasovanie spánku.
2. Týmto narušený spánok vedie k nadmernej dennej ospalosti alebo nespavosti, prípadne k obom.
3. Porucha spánku je spojená s narušením pracovných, sociálnych a iných oblastí fungovania.

2.2.3.1 Predsunutá fáza spánku

Jedinci majú predsunutú spánkovú fázu pociťujú únavu už v poobedných hodinách a zaspávajú v skorých večerných hodinách, medzi 18. a 21. hodinou a vďaka tomuto posunu vstávajú už medzi 2. a 5. hodinou ráno. Táto porucha vzniká najmä u starších jedincov a jej výskyt priamo úmerne stúpa s vekom V mladšom veku sa vyskytuje len výnimočne a najpravdepodobnejšie je

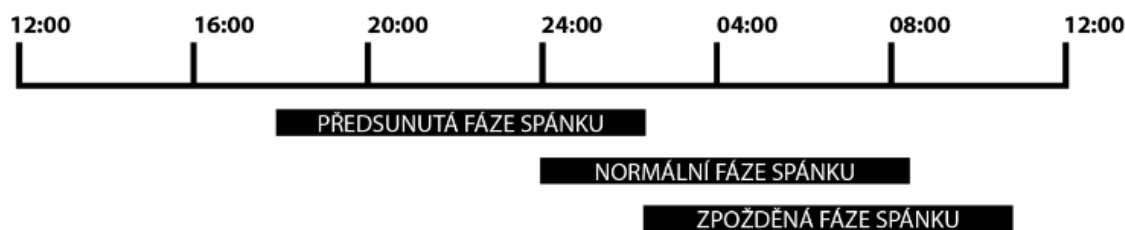
spôsobená mutáciou génov. Predsunutá fáza pripomína insomniu, taktiež je dôležité vylúčiť depresiu, ktorá je charakteristická krátkym spánkom. Pre diagnostiku je tiež dôležitý polysomnografický záznam, ktorý neobsahuje žiadne odchýlky ale len predsunutie fázy (ICSD-3)

Diagnostické kritéria pre predsunutú spánkovú fázu sú takéto:

- I. Prítomnosť predsunutia v hlavnej spánkovej perióde, vrátane vstávania, ktoré sa prejavuje opakujúcimi sa sťažnosťami na neschopnosť vstať alebo zaspať v požadovanú a sociálne prijateľnú dobu.
- II. Ak je umožnené pacientom spať v ich preferovanej dobe, budú prejavovať normálnu dĺžku a kvalitu spánku a budú mať predsunuté ale stabilné striedanie bdenia a spánku.
- III. Spánkové protokoly alebo výsledky aktigrafie, získavané v dĺžke aspoň 7, ideálne 14 dní zahrňujúce pracovné aj voľné dni, vykazujú stabilné predsunutie načasovania spánkového cyklu. Pre stanovenie diagnózy je tiež možnosť využiť posuny v iných cirkadiálnych rytmoch, ako je napríklad sekrécia melatonínu alebo telesná teplota.
- IV. Narušenie spánku nie je možné lepšie vysvetliť inou poruchou spánku, prípadne neurologickou či psychickou poruchou, užívaním liekov, nadužívaním návykových látok alebo inými zdravotnými problémami.

2.2.3.2 Oneskorená fáza spánku

Pre oneskorenú fázu je typické posunutie spánkového cyklu o minimálne dve hodiny. Charakteristické je pre ňu tiež neschopnosť zaspať v bežne očakávanú dobu, dochádza k nemu až medzi 1. a 6. hodinou rannou, doba je však pravidelná. Z tohto dôvodu spánok pretrváva do obedných, ak je to vonkajšími okolnosťami dovolené, až do poobedných hodín a prípadná nutnosť vstávania v skorších hodinách spôsobuje ťažkosti až takzvanú spánkovú opitnosť. K vzniku poruchy môže dôjsť už v detstve avšak najčastejšie sa objavuje počas adolescencie, z dôvodov nadmernej školskej zaťaženia alebo nočného sociálneho života. Predispozíciami tejto poruchy sú večerný chronotyp, polymorfizmus v Per3 géne, znížené množstvo svetla v dopoludňajších hodinách alebo vystavovanie sa intenzívnemu svetlu neskoro večer, cestovanie viacerými časovými zónami a práca na zmeny. Oneskorená fáza zvykne byť často mylne zamieňaná za nespavosť, kvôli dlhej latencii zaspátia, avšak na rozdiel od nespavosti má oneskorená fáza na polysomnografickom zázname skrátenú latenciu REM spánku, no iné odchýlky nie sú viditeľné, len je celý cyklus posunutý (ICSD-3; Zucconi, Ferri, 2014)



Obr.č.3: Schéma časových rozdielov jednotlivých fáz (Nevšímalová, Illnerová, 2007 in Janečková, 2014)

2.2.3.3 Voľne bežiaci rytmus

Pre pacientov s touto poruchou je typický stabilný, viac ako 24 hodinový cirkadiánnny rytmus, ktorý nie je korigovaný striedaním svetla a tmy. Človek inklinuje k rytmu dlhšiemu ako 24 hodín ale vďaka synchronizátorom je korigovaný. Ak ku korekcii nedochádza prejavuje sa daná porucha, pre ktorú je typické neustále posúvanie času zaspávania – príznaky oneskorenej fázy spánku, cez príznaky hypersomnie, následné posunutie času vstávania – príznaky predsunutej fázy spánku. Neustálym posúvaním sa jedinec vráti do stavu kedy má dobu spánku a bdenia synchronizovanú s vonkajším denným rytmom. Toto obdobie stability trvá však len niekoľko dní a následne sa cyklus opakuje. Najčastejšie sa prejavuje u jedincov so zrakovým postihnutím, s depresívnymi stavmi prípadne organickým poškodením CNS. U jedincov bez týchto ochorení je voľne bežiaci rytmus veľmi vzácny a jeho patofyziológia nie je úplne známa (ICSD-3). Diagnostické kritéria sú:

- I. Chronické sťažnosti na nespavosť alebo nadmernú únavu súvisiacu s nesynchronizáciou medzi vonkajším striedaním svetla a tmy a endogénnym cirkadiánnym rytmom spánku a bdenia.
- II. Spánkové protokoly a výsledky aktigrafie, snímané po dobu minimálne siedmich dní, ukazujú na každodenné oneskorovanie cyklu spánku a bdenia s periódou dlhšou ako 24 hodín. Toto sledovanie je nevyhnutné pre určenie denného programu
- III. Narušenie spánku nie je možné lepšie vysvetliť inou poruchou spánku, prípadne neurologickou či psychickou poruchou, užívaním liekov, nadužívaním návykových látok alebo inými zdravotnými problémami.

2.2.3.4 Nepravidelný rytmus spánku a bdenia

Nepravidelný cirkadiánnny rytmus je definovaný ako chronický alebo opakujúci sa nedostatok jasne definovaného rytmu spánku a bdenia kedy dochádza k dezorganizácii a rozpadu rytmicity

(Zucconi, Ferri, 2014). Je však potrebné odlišovať nepravidelný rytmus od porúch rytmicity zapríčinených organickými poruchami (Alzheimerova choroba, Parkinsonova choroba, a iné), dôsledkami degeneratívnych ochorení od detstva či psychomotorickej retardácie rôznej etiológie. Postihuje najmä staršie osoby, obzvlášť tie, ktoré zotrávajú v rôznych nemocniciach či sociálnych zariadeniach, sú vystavené podnetovej deprivácii, majú znížený pobyt na slnku a často celkovo zníženú aktivitu. Cirkadiálny rytmus teda nemajú rozdelený na spánok a bdenie ale dni majú rozdelené krátkymi úsekmi („záchvatmi“) spánku v trvaní cca 2 hodiny (ICSD-3). Diagnostickými kritériami sú:

- I. Chronické sťažnosti na nespavosť alebo nadmerná ospalosť, prípadne oboje.
- II. Spánkové denníky a výsledky aktigrafie indikujú časté nepravidelné záchvaty spánku, minimálne tri, v priebehu 24 hodín.
- III. Celková dĺžka spánku je zachovaná vzhľadom k veku.
- IV. Narušenie spánku nie je možné lepšie vysvetliť inou poruchou spánku, prípadne neurologickou či psychickou poruchou, užívaním liekov, nadužívaním návykových látok alebo inými zdravotnými problémami.

2.2.3.5 Poruchy spánku a bdenia pri zmennej prevádzke

Prevádzka na zmeny je jedným z hlavných spúšťačov porúch spánku a narušiteľov cirkadiálnych rytmov. U viac ako polovici pracovníkov sa objavujú poruchy zaspávania, ospalosť behom dňa, neosviežujúci a nedostačujúci spánok (skrátenejší o 1 až 4 hodiny) kvôli rušivým faktorom ako množstvo svetla, hluk a tiež sociálne faktory. Objavujú sa tiež kardiovaskulárne ochorenia, ochorenia tráviaceho traktu poruchy pozornosti a celkové zníženie výkonnosti. Na zvládanie zmennej prevádzky má taktiež vplyv chronotyp jedinca, individuálna potreba spánku („long sleepers“ – ľudia s potrebou dlhšieho spánku znášajú zmenu prevádzky horšie ako „short sleepers“ – s potrebou kratšieho spánku) a vek (čím je vyšší tým horšie je zmenu prevádzky znášať) (Zucconi, Ferri, 2014; ICSD-3). Diagnostické kritériá sú:

- I. Chronické sťažnosti na nespavosť alebo nadmernú únavu súvisiacu s opakujúcou sa pracovnou činnosťou prekrývajúcou obvyklú dobu spánku jedinca.
- II. Príznaky sú spojené s prácou na zmeny a trvajú minimálne 1 mesiac.
- III. Spánkové denníky a výsledky aktigrafie ukazujú narušenie cirkadiálnych rytmov a vychýlenie doby určenej pre spánok.

- IV. Narušenie spánku nie je možné lepšie vysvetliť inou poruchou spánku, prípadne neurologickou či psychickou poruchou, užívaním liekov, nadužívaním návykových látok alebo inými zdravotnými problémami.

2.2.3.6 Poruchy spánku spôsobené posunom časových pásem - jet lag

Táto porucha vzniká pri dočasnom nesúlade načasovania cirkadiálneho rytmu spánku a bdenia jedinca a načasovania spánku a bdenia v danom časovom pásme. Lety cez niekoľko časových pásem (minimálne dve) môžu spôsobiť množstvo fyziologických prejavov, napríklad poruchy zaspávania, insomniu, únavu, malátnosť poruchy pozornosti a sústredenia. Rozdiel medzi jet lagom a klasickou cestovateľskou únavou je v nemožnosti odstrániť ho krátkym odpočinkom či spánkom (Sack, 2010). Závažnosť a trvanie príznakov sa líšia od počtu preletených časových zón, schopnosti spať v lietadle, vystavovaniu sa svetlu, individuálnej adaptácii jedinca a tiež od smeru letu. Cesty na západ sú znášané lepšie ako na východ, keďže sa organizmus ľahšie vyrovnáva s oneskorením svojho vnútorného času ako jeho predbehnutím. U ľudí, ktorí sú vystavovaní zmenám pásem často sa vyskytuje vyššie riziko vzniku chronickej formy a môže vyústiť až do psychofyziologickej insomnie (Zucconi, Ferri, 2014).

Diagnostické kritéria sú:

- I. Chronické sťažnosti na nespavosť alebo nadmernú únavu súvisiacu s medzikontinentálnymi letmi aspoň cez dve časové pásma.
- II. Problémy sa spájajú s narušením denného fungovania, malátnosťou alebo somatickými poruchami, napríklad gastrointestinálne problémy. Symptómy sa prejavujú spravidla do dvoch dní po cestovaní.
- III. Narušenie spánku nie je možné lepšie vysvetliť inou poruchou spánku, prípadne neurologickou či psychickou poruchou, užívaním liekov, nadužívaním návykových látok alebo inými zdravotnými problémami.

2.2.3.7 Bližšie nešpecifikované poruchy cirkadiálneho rytmu

Do tejto skupiny sa radia jedinci spĺňajúci všeobecné diagnostické kritériá pre poruchy cirkadiálneho rytmu ale nespĺňajú špecifické kritériá pre vybranú poruchu. Sem sú radené aj poruchy cirkadiálneho rytmu vznikajúce ako dôsledok neurologických a psychiatrických porúch. Do tejto skupiny boli zlúčené dve pôvodné kategórie z ICSD-2, poruchy cirkadiálneho rytmu v dôsledku zdravotného stavu a poruchy vzniknuté v dôsledku užívania drog a iných návykových látok a liekov. (Zucconi, Ferri, 2014; ICSD-3, ICSD-2)

2.2.4 Diagnostika porúch cirkadiálneho rytmu

Spôsobov diagnostikovania poruchy cirkadiálneho rytmu je niekoľko. Základom je hĺbková anamnéza, ktorá vylúči iné ochorenia, vrátane psychiatrických, možné závislosti, vedľajšie účinky liekov, jet lag a prácu na zmeny. Nasleduje spánkový denník, ktorý by mal pacient písať niekoľko týždňov, ideálne mesiacov. Denník by mal obsahovať nie len informácie o čase uľahnutia a zobudenia, ale aj frekvenciu nočného budenia, dĺžku latencie zaspátia či subjektívne hodnotenie kvality spánku. Pri diagnostikovaní je nutné brať ohľad na vek a chronotyp jedinca (Janečková, 2014).

Pre celkové vyšetrenie porúch spánku sa používa polysomnografia. Záznam viacerých fyziologických hodnôt, na základe ktorých získame základné signály z EEG, EOG, EMG svalov brady, EKG, senzoru chrápania, senzoru polohy, tlakového senzoru a tiež transkutánu oximetriu periférnej krvi. Pacient je snímaný kamerou s infračerveným osvetlením. Záznam je však vyhotovovaný v spánkových laboratóriách alebo špecializovaných zariadeniach, a pacient je po dobu 6 hodín napojený na rôzne elektródy a čidlá čo nie je príjemné a taktiež narušuje spánok. Z toho dôvodu boli vyvinuté „kompaktnejšie“ diagnostické pomôcky, vhodné na kontinuálne sledovanie pacienta, možné aj v prirodzenom domácom prostredí (Janečková, 2014).

Hlavnou metódou pre stanovovanie porúch je monitorovanie rytmov pomocou aktigrafu, čo je zariadenie na snímanie pohybu, umiestnené spravidla na nedominantnom zápästí, prípadne členku, a je podobné hodinkám. Toto zariadenie sníma pohybovú aktivitu pomocou detektorov a zo získaných dát sa dá následne odvodiť aktivita jedinca, parametre rytmu (amplitúda a akrofáza) a parametre spánku ako je celková dĺžka spánku, čas prebudenia a iné (Ancoli, et al., 2003).

Na doplnenie informácií o cirkadiálnych rytmoch sa tiež využíva meranie telesnej teploty. Spočiatku bola teplota meraná hlavne v konečníku klasickým teplomerom, približne každé dve hodiny (Nevšimalová, Illnerová, 2007). Z dôvodu potreby menej invazívneho a kontinuálneho merania sú dnes senzory teploty zabudované aj v aktigrafoch a tak isto boli za účelom jednoduchého, dlhodobého a nízkonákladového merania vyvinuté bezdrôtové termosenzory iButtons, ktoré sú využívané ako validizovaná alternatíva k meraniu povrchovej teploty (Smith, et al., 2010). Svoje minimum dosahuje teplota spravidla medzi 3 a 5 hodinou ráno, následne počas dňa stúpa, s malým poklesom po 12 hodinách od minima, aby večer začala opäť klesať.

Zdravý spánok obvykle začína 5 až 7 hodín pred dosiahnutím teplotného minima, najlepšie spí počas klesania a budí sa približne 2 hodiny po dosiahnutí svojej najnižšej teploty. Niektoré štúdie tiež naznačujú, že zvýšená telesná teplota v priebehu noci alebo časové posuny v krivke teploty môžu byť jedným z prejavov porúch nálady, nie všetky štúdie však tieto výsledky podporili (Černák, 2009).

Ďalšiu z diagnostických možností je vyšetrenie hormónov s cirkadiálnou rytmicitou. Jednou z možností získania je monitorovanie hladín v krvnej plazme, prípadne o vyšetrenie slín, ktoré je menej invazívne avšak je nutné dodržiavať ústnu hygienu a odoberať ich približne každé dve hodiny vrátane noci v zatemnenej miestnosti. Výstupom vyšetrenia je 24-hodinový profil hormónov, hlavne melatonínu a kortizolu, ktoré sú základnými indikátormi cirkadiálneho rytmu (Nevšímalová, Illnerová, 2007).

2.2.5 Terapia porúch cirkadiálneho rytmu

Vzťah a význam časového zladenia funkcií organizmu s okolím a vzájomnú synchronizáciu činnosti vnútorných telesných systémov skúma a popisuje chronobiológia. Každé telesné a duševné ochorenie obsahuje určitú chronobiologickú komponentu. Chronobioterapia je teda aplikáciou chronobiologických prístupov a poznatkov v liečbe porúch. Súčasťou je chronofarmakológia, ktorá študuje vplyv biorytmov na podanie liekov a pomáha určiť najúčinnjšiu dobu pre podanie liekov (Doubek, et al., 2014).

Základným a najsilnejším synchronizátorom cirkadiálnych rytmov je striedanie svetla a tmy. Na tomto základe je postavená fototerapia – terapia umelým bielym plnospektrálnym svetlom. Toto svetlo má spravidla intenzitu 10 000 luxov a jeho aplikácia prebieha po dobu 30 minút. (Doubek, P. et al., 2014) Vo všeobecnosti platí, že ak máme pacienta s oneskorenou fázou (zaspávanie nad ránom) osvecujeme ho v 2. polovici noci alebo ráno a tým predsunieme jeho fázu. V prípade pacienta s predsunutou fázou (zaspávanie podvečer) vystavujeme ho svetlu večer alebo v 1. polovici noci, tým docielime oneskorenie príchodu spánku (Nevšímalová, S., Illnerová, H., 2007). Presný čas aplikácie závisí na výsledkoch dotazníka určujúceho chronotyp jedinca. Desiatky kontrolovaných výskumov potvrdili bezpečnosť a účinnosť fototerapie ako biologickej liečby bez známych absolútnych kontraindikácií. Táto liečba je teda dobre tolerovaná aj u pacientov rezistentných na bežnú liečbu a vedľajšie účinky ako bolesti hlavy, iritácia spojiviek či zvýšené napätie nevedú k prerušeniu, prípadne zmiznú do pár dní od skončenia terapie.

Spolu s fototerapiou je často podávaný melatonín, ktorý taktiež pôsobí ako synchronizátor a umocňuje účinok terapie. Preto je radený medzi chronoterapeutiká spolu s agomelatínom. Jednorazové podanie vedie k ospalosti, ochabnutiu končatín a poklesu telesnej teploty. Tieto fyziologické účinky spôsobujú rýchlejšie zaspávanie. Taktiež je používaný pri vyrovnávaní sa s jet lagom. Melatonín nie je antidepresívum avšak náladu pozitívne ovplyvňuje vďaka zlepšeniu a stabilizácii spánku (Doubek, et al., 2014).

Opakom fototerapie je terapia tmou, kedy si pacient „predĺži“ noc a je vhodná hlavne pre pacientov, u ktorých sa rýchlo strieda depresia s mániou. Uplatnenie v praxi je však náročné a realizovateľnejšou alternatívou je používanie okuliarov so špeciálnymi sklami, ktoré odfiltrujú najviac rytmus posúvajúcu modrú zložku svetla. Tým je vytvorená „tma pre cirkadiánnny systém“ bez výrazného obmedzenia pacienta. Tieto okuliare sú často využívané aj pri fototerapii či príprave na výraznú zmenu časového pásma a teda postupnom posúvaní cirkadiánnnych rytmov (Doubek, P. et al., 2014).

Ďalšou možnosťou je spánková deprivácia, ktorá sa využíva hlavne ako prídavná liečba. Výskumy ukazujú, že totálna deprivácia je účinnejšia ako parciálna, no u niektorých pacientov môže naopak zhoršiť príznaky. Cieľom je zabránenie spánku pomocou socializácie, kognitívnych tréningov, pohybom či príjmom potravy. Táto metóda má najrýchlejší antidepresívny účinok kvôli bdeniu v druhej polovici noci, aj v porovnaní s farmakologickou alebo psychoterapeutickou liečbou, avšak pôsobenie je krátkodobé a po dlhšom spánku antidepresívny účinok vymizne. Taktiež je dôležité pri všetkých vyššie spomínaných metódach dohliadať na pacientov z dôvodu možnosti prešmyknutia do hypománie či mánie, prípadne zvýšenej suicidiálnej tendencii vďaka energizujúcemu účinku, ktorý sa dostavuje skôr ako antidepresívny (Doubek, 2012).

Komplexnou metódou je psychoterapia zameraná na biologické rytmy IPSRT – Interpersonal and Social Rytm Therapy, pôvodne vytvorenou E. Frankom (2007), na liečbu bipolárnej poruchy. IPSRT zlučuje interpersonálnu psychoterapiu, psychoedukáciu a terapiu sociálnych rytmov. Zamiera sa primárne na udržiavanie pravidelného režimu aby bol čo najviac eliminovaný rozdiel medzi biologickými rytmami a sociálnymi požiadavkami. Cieľom je indentifikovať najproblematickejšiu oblasť života, ktorá prispieva k rozrušovaniu a prispôbiť ju čo najviac jedincovej preferencii. K udržaniu synchronicity a stability vnútorných hodín s vonkajším prostredím je všeobecne doporučovaný pravidelný denný režim. Posilňovanie pravidelných každodenných aktivít je zároveň upevňovaním cirkadiánnnych rytmov. Okrem pravidelnej doby spánku sa k synchronizátorom radia aj pravidelné striedanie

práce a oddychových aktivít, športovanie, sociálne kontakty či dodržiavanie spánkovej hygieny. Desatoro spánkovej hygieny vypracoval W. B. Mendelson (2007):

1. Dodržiavanie rovnakej hodiny spánku, vrátane víkendov.
2. Dodržiavanie rituálu pred spaním, s rovnakým poradím úkonov.
3. Vyhýbať sa spánku počas dňa.
4. Neužívať lieky, ktoré rušia spánok.
5. Neužívať kávu a iné nabudzujúce nápoje v poobedných hodinách.
6. Vykonávať pravidelnú pohybovú aktivitu, nie však tesne pred spaním.
7. Vynechať objemné jedlá na večer, nahradiť ich ľahšími.
8. Zabezpečiť pohodlnú a bezpečnú spálňu, bez predmetov spojených s prácou.
9. V prípade nezaspania neostávať v posteli. Ideálne vstať, odísť do inej miestnosti a venovať sa nejakej činnosti.
10. Čas vyhradený pre večernú relaxáciu.

2.3 Cirkadiánne preferencie

Ku každodenným rozhodnutiam o čase uľahnutia a zobúdzania sa prispieva mnoho faktorov. Okrem sociálnych a pracovných aktivít majú na toto rozhodnutie vplyv aj individuálne preferencie jedinca. Táto inklinácia k spánku a bdlosti v určitých časových oknách počas 24 hodinového cyklu definuje konkrétny chronotyp jedinca. U vyhranených chronotypov sa prejavuje fázovo posunutý cirkadiánny rytmus a ich minimálne a maximálne hodnoty fyziologických cirkadiánnych markerov (melatonín, telesná teplota a iné) sa oneskorujú alebo predsúvajú, oproti nevyhraneným jedincom s rytmom odpovedajúcim rotácii Zeme. (Schmidt, et al., 2015). Toto individuálne nastavenie sa v odbornej literatúre nazýva tiež diurnálna preferencia, chronotypológia, chronotypy, cirkadiánna a diurnálna typológia. Tak ako má každý človek jedinečnú farbu dúhovky, tak má jedinečný aj cirkadiánny rytmus. Tieto rozdiely sú z časti determinované vrozenými biochemickými mechanizmami. U cicavcov bolo doteraz indentifikovaných niekoľko hodinových génov, Clock, Bmal1, Per1, Per2, Cry1, Cry2, CK1ε, Rev-erb alfa a Rore, ktoré potvrdili vrozenosť mechanizmov. V štúdiách bolo zistené, že mutácie týchto génov majú za následok skrátenie alebo predĺženie cirkadiánnej periódy a na základe týchto rozdielov sú jedinci priraďovaní k určitým chronotypom (Guillaumond, et al. 2005).

Cirkadiánna preferencia predstavuje kontinuum s dvoma extrémami. Od extrémne ranného typu, ktorý uprednostňuje ranné hodiny a dopoludnie na vstávanie a aktivitu, až po extrémne večerný typ, ktorý vstáva okolo poludnia a najlepšie sa cíti poobede a večer (Plháková, Spánek a snění, 2013).

2.3.1 Stanovenie chronotypu

Približné stanovenie chronotypu je jednoduché, nakoľko každý približne vie kedy chodí spať, kedy sa mu najlepšie spí a vstáva a kedy je najvýkonnejší. Na presné stanovenie sa však používajú, okrem vyššie zmienených metód na zistenie porúch rytmu, diagnostické nástroje, hlavne sebaopisovacie dotazníky. Priekopníkmi boli J. A. Horne a O. Östberg (1976) so sebaopisovacím *Dotazníkom ranných a večerných typov* v origináli MEQ – Morningness-Eveningness Questionnaire. Dotazník vychádza zo švédskych štúdií O. Öquistu (Charting Individual Circadian Rhythms), na ktoré Östberg nadviazal publikáciou z oblasti pracovnej psychológie. V nej sledoval cirkadiánne rozdiely spánku, únavy, aktivity, fyzickej kondície, časového odhadu, orálnej teploty a príjmu potravy u 37 pracovníkov, ktorí pracovali na tri zmeny. Pre zistenie chronotypu použil Östbergov 14 položkový dotazník a v spojení s ostatnými výsledkami meraní stanovil tri chronotypy: ranný, stredný a večerný. Anglická verzia MEQ vznikla prekladom a úpravou pôvodnej švédskej verzie. Prvá verzia dotazníku bola testovaná na 150 dospelých Britoch a externá validita bola overovaná meraním telesnej teploty v 30 minútových intervaloch od prebudenia po uľahnutie do postele, okrem doby jedla, pitia, fajčenia alebo pri zmene prostredia. Na základe nameraných hodnôt a výsledkov dotazníka boli rozdelené osoby podľa chronotypov a zistilo sa, že ranné typy majú počas dňa vyššiu telesnú teplotu a jej vrchol dosahujú skôr ako večerné typy. (Östberg, 1973)

Dotazník ako ho poznáme dnes je relatívne krátky, obsahuje 19 otázok so 4 alebo 5 možnosťami, na určenie doby dňa kedy má jedinec tendenciu k najvyššej aktivite. Chronotyp priradujú na základe dosiahnutého skóre, ktoré sa pohybuje v rozmedzí od 16 do 86 bodov a rozdeľuje respondentov do 5 skupín (vid' tabuľka č. 2). Pre jednoduchý screening vytvorili Adan a Amirall (1991) redukovanú verziu *rMEQ-5*. Dotazník pozostáva z piatich otázok, číslo 1, 5, 10, 18 a 19, z čoho jedna je priame zhodnotenie svojho chronotypu, (Loureiro, Garcia-Marques, 2015). Ďalšie informácie o použití dotazníka v kapitole 5. Metodologický rámec.

Druhým najpoužívanejším dotazníkom je *Mníchovský dotazník chronotypu* MCTQ – Munich Chronotype Questionnaire. Autori, Roenneber, Wirz-Justice, Mellow, (2003) tohto dotazníka vychádzali z predpokladu, že pre presné zistenie chronotypu je potrebné poznať viacero faktorov, ktoré vplyvajú na výslednú preferenciu, ako genetické predispozície, presný čas vstávania a zaspávania počas pracovných aj voľných dní alebo zohľadniť dobu, ktorú jedinec strávi na dennom svetle. Dotazník sa skladá z dvoch častí. V prvej vpisuje číselné hodnoty do výrokov a v druhej hodnotí seba v rôznych etapách života, svojich súrodencov, rodičov a partnera na škále od extrémne „skorého“ po extrémne „neskorý“ typ. Hlavným rozdielom medzi týmito dotazníkmi je, že MEQ sa zameriava viac na preferencie jedinca, zatiaľ čo MTCQ zisťuje konkrétne spánkové návyky. Výsledné skóre oboch však vysoko koreluje (Zavada et al. 2005).

Ďalším dotazníkom je *Škála diurnálnej preferencie* DTS – The Diurnal type Scale, ktorá bola navrhnutá pre vyhľadávanie pracovníkov vhodných pre zmenu prevádzky. Dotazník rozdeľuje respondentov na základe výsledku do troch skupín, na rozdiel od MEQ a MTCQ, a to ako ranný typ, nevyhranený typ a večerný typ. Je jedným z najmenej využívaných dotazníkov, no napriek tomu bola jej časť spojená s MEQ a tým vznikla *Zložená škála ranných typov* CMS – The Composite Scale of Morningness, ktorá pozostáva z 13 položiek (9 z MEQ a 4 z DTS). Na základe faktorovej analýzy boli respondenti tiež zaradení do troch kategórií (viz vyššie) (Janečková, 2014). Kvôli nedostatkom v CMS, hlavne nutnosti voliť v odpovediach konkrétny čas, vydala C. Smithová et al. (1989) *Škálu preferencií* PS – The Preferences Scale, kde participant posudzuje svoje preferencie vzhľadom k ostatným. Dotazník sa skladá tiež z 13 položiek avšak na výber sú odpovede od „omnoho neskôr ako väčšina“ (1 bod) po „oveľa skôr ako väčšina“ (5 bodov). Na základe výsledkov sú participant rozdelení do 5 skupín od extrémne ranného po extrémne večerný typ. Medzi novšie dotazníky patrí Inventár cirkadiálnych typov CTI – The Circadian Type inventory z roku 2004, ktorá vychádza z Dotazníka cirkadiálnych typov (CTQ) a skladá sa z dvoch škál po 15 otázok. Prvá sa zameriava na flexibilitu či rigiditu spánkových návykov a druhá na rozpätie amplitúdy rytmu. Uvedené dotazníky boli vytvorené prevažne pre dospelých, avšak existujú aj upravené verzie pre deti. *Škála ranných a večerných typov pre deti* MESC – Morningness/Eveningness Scale of Children, sa skladá z 10 otázok, prispôbených veku, a dieťa vyberá odpoveď z uvedených možností. Podľa súčtu bodov sú následne rozdelené od extrémne ranných po extrémne večerné typy. Druhým dotazníkom je Dotazník detských chronotypov CCTQ – Children's Chronotype Questionnaire, ktorý vychádza z MCTQ

a MESC a obsahuje 27 položiek zameraných na spánkové návyky počas školských aj voľných dní. Dotazník vyplňuje rodič, prípadne opatrojúca osoba (Janečková, 2014).

2.3.2 Ranný typ

Ranný typ, alebo aj ranné vtáča či škovránok, sa prebúda v skorých ranných hodinách, vrchol telesnej a psychickej výkonnosti dosahuje v do obedných hodinách a tiež sa vyznačuje skorým uložením na spánok. (Schmidt, et.al. 2015) Výskumy zo začiatku 20. storočia ukazujú, že vtáčatá sa ukladajú k spánku v priemere o 88 minút skôr a zobúdajú sa o približne 72 minút skôr ako večerné typy. Toto posunutie je spôsobené predsunutím spánkovej fázy, ktorú spôsobuje mutácia génu *per2* a následná zmena vo fosforilácii proteínového produktu a tým dochádza ku skráteniu dĺžky cirkadiálneho rytmu na menej ako 24 hodín. Výskumy tiež ukázali, že ranné typy majú v polymorfnom géne *per3* dlhú alelu. Ďalšími a najrozsiahlejšie študovanými parametrami sú subjektívna bdelosť a telesná teplota. Vtáčatá vykazujú prudší nárast v telesnej teplote, vrcholiacej v dopoludňajších hodinách. Taktiež krivka subjektívnej bdelosti dosahuje vrchol už behom doobedia, čo spôsobuje vyššia hladina kortizolu po prebudení (Natale, 2006). Vrcholy týchto biomarkerov cirkadiálneho rytmu sa vyskytujú o 2 až 4 hodiny oproti nevyhraneným typom. S rýchlejšim ranným nabením organizmu je však spojené aj väčšie vyplavovanie adrenalínu, ktorý zvyšuje krvný tlak a štúdie na skupine študentov lekárskeho inštitútu konštatovali, že ranné vtáčatá majú jeden a pól krát vyššiu pravdepodobnosť výskytu hypertonických stavov ako sovy (Doskin, Lavrentievová, 1983).

Vo výskumoch si tak isto kládli vedci otázku, či existuje súvislosť medzi temperamentovými vlastnosťami a príslušnosťou k chronotypu. Na základe výskumov, ktoré robila D. Janečková na českých študentoch môžeme povedať, že isté charakteristiky pre jednotlivé chronotypy sú. Ranné vtáčatá viac rešpektujú zavedený poriadok, sú však málo vzrušivé a dali by sa popísať ako stoické, nevyhľadávajúce dobrodružstvá ale tiež systematické a striedme. Tiež sa ukázala súvislosť medzi sebariadením a chronotypom. Podľa výsledkov by sme o vtáčatách mohli povedať, že sú vyzreté, sebestačné, zodpovedné, cieľavedomé a svoje správanie dokážu nastaviť tak, aby čo najlepšie dosiahli svoje ciele. To súvisí aj lepším znášaním pracovných a školských nárokov (Janečková, 2014). Avšak iné výskumy porovnávajúce celkovú úspešnosť medzi sovami a vtáčatami nenašli významný rozdiel. (Ďuríková, Sarmány-Schuller, 2014) Avšak vtáčatá horšie znášajú zmenu prevádzky nakoľko majú oproti sovám a nevyhraneným typom menšiu schopnosť sa adaptovať na

zmeny a „dospávať“. Škovránkovitosť sa vyskytuje viac u starších ľudí, čo však súvisí aj s narušovaním cyklu spánku a bdenia, popísaným vyššie. (DSM)

2.3.3 Večerný typ

Večerný typ, alebo tiež nočné sovy leží na druhom konci kontinua, oproti vtáčatám. Sú charakteristické tým, že sa ukladajú k spánku neskoro v noci, prípadne nad ráno a v prípade priaznivých podmienok vstávajú až okolo obeda. U sov sa často objavuje horšia kvalita spánku alebo poruchy spánku, spôsobené hlavne krátkou dĺžkou spánku a núteným vstávaním v dobe kedy ich telo ešte fyziologicky spí, čo spôsobuje stresovú záťaž na organizmus (Vávrová, 2014). Kvôli nesúladu denného harmonogramu u večerných typov, a „bežným“ harmonogramom prijatým spoločnosťou, ktorá je však vyhovujúca pre vtáčatá, sa môže u sov vyskytnúť tzv. „sociálny jet lag“. Tento rozpor spôsobuje psychické a fyzické prejavy akou je únava, poruchy spánku, pokles výkonnosti, či nárast rizikového správania (Wittmann, M., Dinich, J., Merrow, M., Roenneberg, T., 2006). Ako sme už vyššie spomínali, večerná preferencia je často udávaná ako rizikový faktor pre rozvoj porúch spánku či psychických porúch, predovšetkým depresie. Negatívna korelácia sa ukázala aj vo výskume vzťahu cirkadiánnej preferencie a kvality spánku, čím bol jedinec „väčšia sova“ tým horší spánok uvádzal. Podobná korelácia bola aj u vzťahu večernej preferencie a subjektívnej depresivity (Wittmann et al., 2006). Byť sovou je rizikovejšie avšak nie nutne negatívne. Ľudia s večerným chronotypom sa lepšie adaptujú na zmeny, jeden z dôvodov prečo lepšie znášajú zmenu prevádzky a sú kreatívnejší (Fabri et al., 2007). Čo sa týka temperamentovej charakteristiky sú sovy vzrušivé, túžiace po zmenách, preto často vyhľadávajú dobrodružstvá, tiež sú impulzívne, bujné a zvedavé. Na druhú stranu dochádza k rýchlej strate záujmu, čo môže viesť k problémom v medziľudských vzťahoch (Janečková, 2014). Podľa výskumov Willisa et al. (2008) sa tiež sovám nedarilo udržovať work-family balance, avšak večerná preferencia nebola zistená ako prediktor vyhorenia.

Z genetického hľadiska je oneskorená fáza najskôr spôsobená krátkou alelou génu *per3* (vtáčatá majú dlhú) a na posune sa tiež podieľa gén *clock* spolu s N-acetyltransferázou a tzv. human leukocyt antigén (Jones, K. H., et al., 2007). Na výslednú preferenciu majú okrem génov, a ich mutácií, vplyv aj ďalšie faktory. Jedným z nich je dedičnosť. Ako uvádza Skočovský (2004) vo svojej štúdiu dvojčiat, zhoda je medzi 45-55%. Ďalším faktorom je miesto obydli. Ľudia žijúci na dedine sú častejšie vtáčatá a v mestách nájdeme skôr sovy. Jedným z vysvetlení je, že na dedine je viac dodržiavané striedanie dňa a noci a v mestách sú

zase neustále osvecovaní umelým svetlom. Avšak rozdelenie na príčinu a následok nie je v tomto prípade úplne jednoznačné.

2.3.4 Rozdiely medzi ranným a večerným typom

Štúdií spojitosti chronotypu s rôznymi vlastnosťami či výkonom bolo spravených mnoho a nižšie uvádzam krátky prehľad rozdielov medzi sovami a vtáčatami podľa tematiky.

Perinatálna fotoperiódna.

V štúdiách sa vedci zaoberali vplyvom na výslednú preferenciu skúmaním perinatálnej periódny a teda toho, že ak sa jedinec narodí na jar alebo v zime má vplyv na jeho výslednú preferenciu. Výsledky sú však nejednoznačné, najmä kvôli metodologickým limitám, napríklad „kontamináciou“ vzorky adolescentmi, ktorí častejšie inklinujú k večernému typu kvôli hormonálnym zmenám alebo životnému štýlu. Výrazným nedostatkom je tiež nepresná klasifikácia kedy je delenie podľa mesiacov v roku a nie podľa stúpajúcej a klesajúcej fotoperiódny, ktorá je presnejšia. Avšak vo výskume Janečkovej (2014) sa ukázalo, že dátum narodenie súvisí s vyhľadávaním nového. Ľudia narodení medzi februárom a aprílom, dosahujú vyššie skóre ako ľudia narodení medzi októbrom a januárom, kedy je fotoperiódna kratšia.

Pohlavie.

Súvislosť medzi pohlavím a cirkadiálnymi preferenciami preukázali Adan a Natale (2002) aj Randler, ktorý sa zhodujú v tom, že muži sú signifikantne viac orientovaný na večerný typ ako ženy. Na druhú stranu Muro, Goma-i-Freixanet a Adan (2012) vo svojich výskumoch žiadnu signifikantnú koreláciu medzi pohlavím a preferenciou nenašli. Tak isto nenašla rozdiel ani Janečková (2014) a Vávrová (2013).

Telesná teplota.

Vtáčatá dosahujú vrchol telesnej teploty o cca 120 minút skôr ako sovy (Kerkhof, 1985). Rozdiely v rytmoch teploty boli dokázané aj v podmienkach izolácie od okolitého sveta a pri dodržiavaní rovnakého spánkového režimu (Natale, et al., 2006).

Spôsob spracovania informácií

Fabri et al. (2007) sledovali vzťah medzi preferenciami a spôsobom spracovania informácií a zistili, že ranné typy inklinujú k tzv. ľavostrannému štýlu myslenia, ktorý je charakterizovaný analytickým spôsobom myslenia s vytváraním verbálnych a abstraktných

reprezentácií a na problémy nahliadajú sekvenčne. Naopak sovy inklinujú k tzv. pravostrannému spôsobu a teda sa rozhodujú intuitívne, impulzívne a na problémy sa pozerajú celostnejšie. Pravostranné myslenie je tiež spájané s kreativitou, ktorej sa vo svojom výskume venovali aj M. Giampietro a G. Cavallera (2007). Z výsledkov štúdie sa zistilo, že sovy dosahovali vyššie skóre v testoch na flexibilitu a originalitu myslenia a tiež plynulosť nových nápadov a myšlienok. Výsledné korelácie boli však veľmi tesné a v ďalšom výskume Cavalleru et al. (tamtiež), pri použití rovnakého Torrancovho testu tvorivého myslenia, vyšli výsledky nesignifikantne ale za to s negatívnymi tendenciami. Podrobnejšie sa budem rozdielom kognit. Venovať v kapitole 3.6. Kognitívne testy vo vzťahu k chronotypu..

Pracovný štýl

Pracovná činnosť je jedným zo spoločenských synchronizátorov cirkadiálnych rytmov a teda existuje interakcia medzi chronotypom a tvorbou pracovných plánov či pracovných preferencií (Tankova et al., 1994) vo výskume pracovníkov v zmenách zistila, že vtáčatá pociťujú počas nočných smien väčšiu únavu v porovnaní so sovami a tiež vypijú viac stimulantov. Tiež zistila, že sovy udávajú kvalitnejší spánok cez deň po nočnej zmene. Pružnejšie spánkové návyky a menšie množstvo spánku udáva aj Natale, Martoni a Cicogna (2003) vo výskume pracovníkov riadiacich letovú prevádzku na zmeny.

Životný štýl

Ranné vtáčatá sú podľa výskumov fyzicky zdravšie, pozitívnejšie sebahodnotenie, lepšie znášajú pracovné či školské nároky a ich životný štýl je celkovo zdravší. Lepšie hodnotia aj well-being – subjektívne vyššia životná spokojnosť (Howell et al., 2008). Naopak večerná preferencia je rizikovým faktorom, ako pre rozvoj porúch, hlavne depresie, tak aj závislostí. Medzi večernými chronotypmi nájdeme viac fajčiarov, aj ľudí pijúcich viac kávy, konkrétne o 2 až 3 šálky viac ako ranné typy (Schneider, et al., 2011). Tak isto pijú častejšie alkohol čo tiež ukazuje na tendenciu k nezdravému životnému štýlu a zníženej subjektívnej spokojnosti. Sovy taktiež kompenzujú ospalosť a zníženú výkonnosť konzumáciou kofeínových nápojov a fajčením a následná konzumácia alkoholu zase inhibuje pôsobenie stimulantov a pomáha zaspať. Alkohol však spôsobuje zmeny v sekrécii melatonínu a tým ovplyvňuje a rozrušuje aj cirkadiálne rytmy. (Wittmann et al., 2010)

3 KOGNITÍVNA VÝKONNOSŤ

Chronotyp významne ovplyvňuje aktivitu a tým aj náš kognitívny výkon, ktorý v priebehu dňa kolíše. Najvýznamnejšie cirkadiánne výkyvy je možné pozorovať v úlohách zameraných na pracovnú pamäť a pozornosť (Preckel, et al., 2011). Pracovná pamäť je kognitívna funkcia, ktorej výkon je podľa Baddeley (2007), charakterizovaný uskladňovaním a manipuláciou s informáciami vo vzájomne prepojených systémoch. Kolísanie výkonu zaznamenal aj Matchock a Mordkoff (2008), avšak rôzne zložky pozornosti mali výkyvy v rôznom čase a ako ukázala štúdia, nie na všetky mal vplyv chronotyp. Existuje mnoho teórií a delení pamäte, pozornosti a ďalších častí, ich popis však niekoľkonásobne presahuje možnosti tohto textu, preto uvádzame tie, s ktorými sa v štúdiách pracuje najčastejšie.

3.1 Pozornosť

Plháková definuje pozornosť ako „mentálny proces, ktorého funkciou je vpúšťať do vedomia obmedzený počet informácií, a tak ho chrániť pred zahltením veľkým množstvom podnetov“ (Plháková, 2003). Vďaka tomu môžeme sledovať vnútorné aj vonkajšie prostredie a selektovať podnety na tie, ktorým budeme venovať pozornosť, a ktoré budeme naopak ignorovať. (Čechová, Rozsypalová, 2001). Na základe toho delíme pozornosť na mimovoľnú, kedy nejaký podnet spontánne upúta našu pozornosť a zámernú (úmyselnú), kedy chceme niečomu samy venovať pozornosť. *Mimovoľná pozornosť* je upútaná špecifickými typmi podnetov, ktoré napríklad upozorňujú na nebezpečenstvo, sú intenzívne, pohybujú sa, sú neobvyklé, kontrastujú s okolím a tiež upozorňuje na zmeny na podnetoch, ktoré sú nám známe. Postrehneme tiež podnety so sociálnym či osobným významom, alebo tie, ku ktorým máme citový vzťah (matka reagujúca na svoje dieťa), tiež upúta pozornosť počutie vlastného mena.

Zámerná pozornosť je vývojovo mladšia ako mimovoľná, na jej udržovanie je nutné vynaložiť duševné úsilie a podieľa sa na funkciách ostráživosti a pátrania. Pri *ostráživosti* zameriavame pozornosť na podnety, ktoré sa vyskytujú zriedka a neočakávane a je nutné na ne okamžite reagovať (pozornosť plavčíka na kúpalisku či sa niekto netopí). *Pátranie* je naopak aktívne hľadanie určitého podnetu. Mimovoľná a zámerná pozornosť však nie sú oddelené funkcie a vzájomne sa prelínajú. Z mimovoľnej pozornosti sa môže objekt dostať do zámernej a naopak zo zámernej pozornosti nás vyruší a upúta podnet z mimovoľnej pozornosti. (Plháková, 2003)

Pozornosť sa však delí aj podľa *vlastností*. Schopnosť zamerať sa na dôležité podnety a ignorovať tie, ktoré nás neohrozujú a neposkytujú žiadne informácie sa nazýva *selektívnosť*

alebo výberovosť. Neschopnosť ignorovať nepodstatné podnety zaraďujeme medzi neurotické poruchy. Vedieť vyčleniť len tie psychické obsahy, ktorým sa momentálne venujeme je *koncentrácia* alebo tiež sústredenosť a čím je počet obsahov, na ktoré sa sústreďujeme menší, tým väčšia je koncentrácia. *Distribúcia* (rozdelenie) pozornosti medzi väčšie množstvo podnetov či aktivít je možná len v obmedzenej miere a to iba v prípade, že sú do veľkej miery zautomatizované. Akému množstvu podnetov je človek schopný venovať pozornosť v jednom okamihu indikuje *kapacita* (rozsah). Nutnou vlastnosťou pozornosti je však *stabilita*, teda stálosť pozornosti, ktorá je daná časovým úsekom, kedy sme schopný pozorovať jeden podnet.. (Svoboda, Češková, Kučerová, 2006)

Výkonnosť kognitívnych funkcií tiež úzko súvisí s bdelosťou, alebo inak **vigilitou**. Je popísaná ako kolísanie stavu vedomia v rozmedzí bdelého stavu a schopnosť účelného a pohotového prepojovania. Pri somnolencii je znížená a rovnako osciluje v cirkadiálnom rytme (Hartl, P., Hartlová, H., 2010). Je to behaviorálna premenná súčinnosti telesnej teploty a cyklu spánku a bdenia a z toho dôvodu zvyknú byť rozdiely v kognitívnej výkonnosti vysvetľované práve rozdielnou úrovňou bdelosti. Kognitívne procesy dosahujú svoju najoptimálnejšiu výkonnosť v dobe, kedy aj cirkadiálne rytmy jedinca dosahujú vrchol. Tento efekt sa nazýva efekt synchronie. A hoci má vigilita významný vplyv na výsledok, výskumy ukazujú aj na ďalšie súvislosti. M. Wieth a R. Zack (2011) skúmali schopnosť riešenia problémov a zistili, že ak je potrebné analytické myslenie, synchronná doba výsledok pozitívne ovplyvní. Avšak ak je potrebné kreatívne, divergentné myslenie dopomôže mu skôr neoptimálna doba kvôli redukovanej inhibičnej kontrole kognitívnych procesov.

Z neuropsychologického hľadiska je pozornosť kognitívna funkcia, ktorá podmieňuje zdarný priebeh ostatných kognitívnych funkcií a má presah do zmyslového vnímania, pamäti, spracovávania informácií a tiež súvisí s exekutívnymi funkciami. Výkon v mnohých kognitívnych testoch vyžaduje dobrú úroveň zamerania a udržania pozornosti. Práve poruchy pozornosti sú častým faktorom neúspechu v rehabilitácii ostatných kognitívnych funkcií. (Krámská, 2017) Len tie informácie, ktorým bola venovaná pozornosť môžu byť uložené do pamäte a zároveň data uložené v pamäti, krátkodobej či dlhodobej, ovplyvňujú zameranie pozornosti. Predošlá skúsenosť tiež ovplyvňuje zameranie pozornosti a zároveň môže zrýchliť spracovávanie (Brožek, 2017). Nie je však na ňu nahliadané ako na súhrnnú funkciu mozgu ale ani ako na funkciu jednej časti. Na pozornosti sa podieľajú kôrové aj podkôrové oblasti no zásadnú rolu majú frontálne oblasti (Kulišťák, 2017).

3.2 Psychomotorické tempo

Psychomotorické tempo je vyjadrené rýchlosťou spracovania informácií. Výsledná rýchlosť závisí na rýchlosti procesu spracovania senzoricým systémom, vyhodnotením a motorickým výstupom. Tento výstup sa zisťuje pomocou neuropsychologických testov reakčným časom, ale aj v iných kognitívnych testoch kde je na vykonanie stanovený časový limit. (Kopeček, 2007)

3.3 Mentálna flexibilita

Mentálna flexibilita alebo tiež kognitívna flexibilita či prenášanie pozornosti, je schopnosť pružne striedať rôzne úlohy, mentálne sety alebo operácie. Je považovaná za kľúčový aspekt kontrolných funkcií aj ako konštrukt dôležitý pre vysvetlenie zlyhaní u pacientov s poškodenou prefrontálnou kôrou. Vo výkone sa prejavuje rýchlosťou prispôsobenia sa zmene. Na testovanie sa často používa Test cesty, primárne jeho časť B, kedy má testovaná osoba za úlohu spájať čísla od najmenšieho po najväčšie a zároveň ich striedať s radením písmen v abecednom poradí. Táto schopnosť je nutná aby participant dokázal flexibilne striedať pozornosť medzi vyhľadávaním písmen a čísel. Úroveň mentálnej flexibility zistíme rozdielom medzi časťou B a A, kde sa len spájajú čísla a teda postačuje pozornosť. Avšak keďže ide o komplexné testy, nemusí nižší výkon znamenať nižšiu mentálnu flexibilitu (Szente, 2012).

3.4 Pracovná pamäť

Ako uvádzajú Baars a Franklin (2003, in Heretik) jedným z najvplyvnejších konštruktov kognitívnej psychológie v posledných dekádach je koncept pracovnej pamäte. Tento koncept postupne vyvstal z delenia pamäte od W. Jamesa (1890 in Heretik) , ktorý rozdelil pamäť na primárnu a sekundárnu, čo približne odpovedá konceptu krátkodobej a dlhodobej pamäti, ktorý používame dnes. Následne vytvorili R. Atkinson a R. Schiffirin (1971) trojzložkový model, kde rozdelili typy pamätí podľa časových intervalov. Najkratšia je *senzorická pamäť*, ktorá uchováva informácie z vonkajšieho prostredia po dobu niekoľko desiatín sekundy. Mnohé z týchto informácií nie sú pre jedinca dôležité a teda sú zabudnuté. Následne informácie, ktorým je venovaná pozornosť prejdú do *krátkodobej pamäte*. Jej hlavnou funkciou je držanie informácií získaných zo senzorickej alebo dlhodobej pamäte, ktoré momentálne potrebujeme pri riešení problému alebo rozhodovaní. Funguje teda ako krátkodobé úložisko. Kapacita je približne sedem položiek a doba uchovania cca 20 sekúnd. V prípade opakovania prechádzajú informácie do *dlhodobej pamäte*. Kapacita podľa všetkého nie je obmedzená. Ukladanie „dát“

trvá približne 30 minút a zostávajú v nej uchované niekoľko minút či rokov. Ďalšie delenie dlhodobej pamäte uvádzam v nasledujúcej kapitole.

Krátkodobé úložisko viac prepracovali vo svojom koncepte pracovnej pamäte Baddeley a Hitch (1974) kde nie je len pasívnym úložiskom alebo aktivovanou časťou dlhodobej pamäte. Základným rozdielom medzi krátkodobou a pracovnou pamäťou, je v nakladaní s obsahom. Kým krátkodobá pasívne uchováva malé množstvo informácií na dočasnej báze, pracovná ich nie len uchováva ale s nimi aktívne mentálne pracuje.

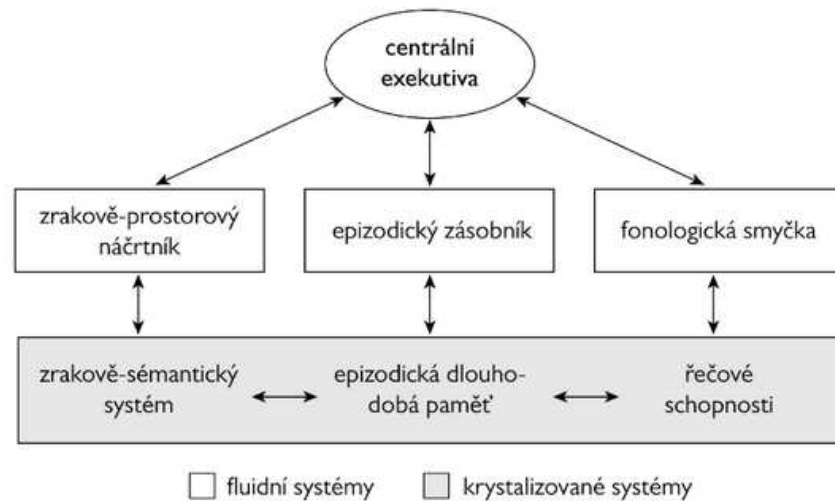
Pracovná pamäť sa skladá zo štyroch komponent. Prvou a nadradenou komponentou je *centrálna exekutíva*. Má kontrolnú funkciu a predstavuje jadro systému zodpovedajúceho za koordináciu informácií z vedľajších pomocných systémov. M. Preiss (2006) popisuje tento systém ako „hlavnú integračnú jednotku pracovnej pamäte, kde sa odohráva vlastná analýza a porovnávanie informačného materiálu, intencie, integrácie a koordinácie myslenia. Tieto funkcie zaisťuje neuronálna sieť veľkého rozsahu, zahrňujúca limbický aj mezolimbický systém, vrátane prefrontálnych komplexných ukruhov“.

Podriadenou komponentou je *fonologická slučka*, ktorá uchováva verbálne aj zvukové neverbálne informácie a tiež transformuje vizuálne prezentovaný materiál do verbálnej podoby pomocou vnútornej artikulácie. Doba uchovania je 2-3 sekundy, opakovaním ich však udržíme aj dlhodobo (Baddeley, 2002). Fonologická slučka sa ďalej člení na artikulačnú slučku a fonologický sklad. Jej činnosť súvisí s aktiváciou ľavostrannej kôry v okolí Sylviovej ryhy. Pri opakovaní „vnútorným hlasom“ je aktivovaná Brocova oblasť, ľavostranná premotorická a doplnková motorická kôra. (Koukolík, 2012)

Ďalšou komponentou je *vizuálne-priestorový náčrtník* fungujúci ako uskladňovací systém, ktorý zjednocuje priestorovú a vizuálnu informáciu získanú rečou, obrazom alebo myšlienkou do jednotnej, vizuálno-priestorovej reprezentácie. Jeho činnosť súvisí s aktiváciou zrakovkej kôry tylných lalokov a tiež kôry temenných a čelných lalokov. Fungovanie je však zložitejšie nakoľko sa vizuálne a priestorové komponenty zdajú byť oddelené a s odlišnou formou spracovania vstupných informácií (Baddeley, 2002). Parietálne oblasti spracovávajú priestorové vstupy a bilaterálne okcipitálne oblasti zase zrakovú zložku. (Kulišťák, 2017)

Štvrtou, dodatočne doplnenou, komponentou je *epizodický buffer (zásobník)*. Ten poskytuje dočasné uskladnenie obmedzeného množstva dát a tým začleňovať informácie z ďalších systémov/komponent do dlhodobej pamäte. Táto časť bola doplnená nakoľko sa u pacientov s narušenou fonologickou slučkou ukázalo, že si vďaka tzv. kúskovaniu („chunking“) dokážu

v pracovnej pamäti udržať aj dlhší reťazec slov, ako by mohol s fonologickou slučkou, ak je spojený do zmysluplnej jednotky (Baddeley, 2000). Ďalšie teórie sa zameriavajú na štruktúru a funkciu (Baddeley, Hitch, 1974; Cowan, 1999; Engle et al., 1999), iné modely zdôrazňujú procesy pracovnej pamäte (Kieras et al., 1999; Lovett et al., 1999) a ďalšie zase zdroj obsahu pracovnej pamäte (Ericsson, Kintsch, 1995) (Heretik, 2015).



Obr. č. 4: Baddeley a Hitchov model pracovnej pamäte a jeho prepojenie s dlhodobou pamäťou (Kulišťák, 2017).

3.5 Deklaratívna pamäť

Modely pamäte sa využívajú hlavne k ilustrácii toho, akým spôsobom sú informácie v pamäti usporiadané a ako ich vyhladávame. Napríklad podľa procesu je možné ju deliť na 3 fázy: Prvou je fáza *kódovania*, ukladania do pamäte, čo je proces transformácie získanej informácie do kódu a „umiestňovanie“ v pamäti. Druhou je fáza *uchovávanie*, udržiavanie v pamäti, postupom ktorým je informácia uchovávaná v čase. Poslednou je fáza *vybavovania*, získavanie z pamäte procesom vyhladávania v pamäťovom skladisku (Nolen-Hoeksema, S., et al., 2012). Ďalej môžeme pamäť deliť podľa analyzátorov na *sluchovú*, *zrakovú*, *čuchovú*, *chuťovú* a *hmatovú* a podľa časového hľadiska uchovania informácie na *krátkodobú*, *strednedobú* a *dlhodobú* (Kulišťák, 2017).

Pre klinické účely je užitočné delenie dlhodobej pamäte na deklaratívnu (explicitnú) a nedeklaratívnu (implicitnú) pamäť. Toto delenie vzniklo na výskumov pacientov, u ktorých nebola porušená schopnosť učenia sa v rôznych oblastiach napriek amnézii (Baddeley, 2002).

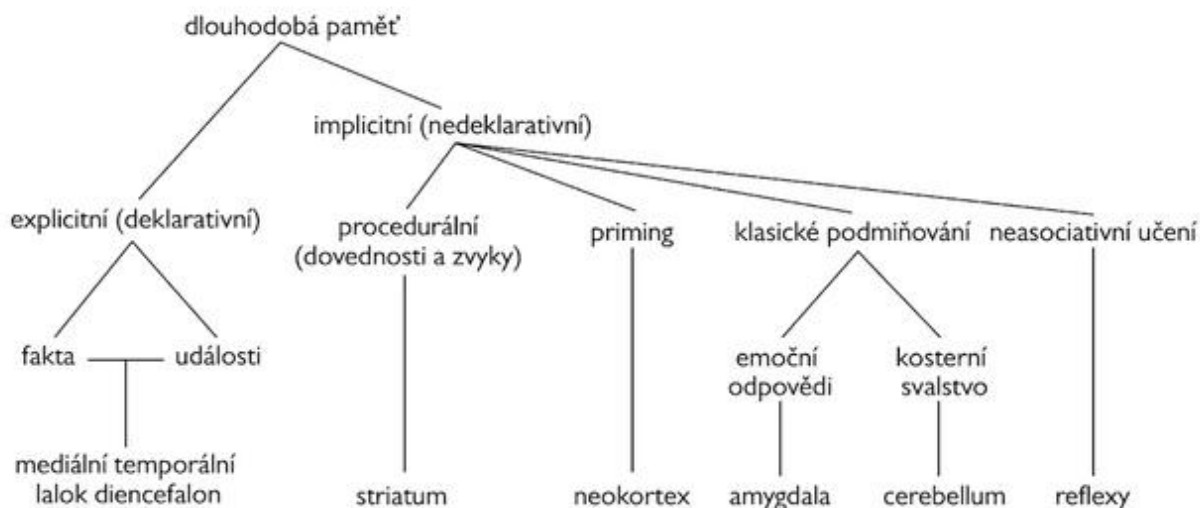
Deklaratívna pamäť (explicitná) je charakterizovaná ako vedomá pamäť na udalosti a fakty a teda aj vybavovanie informácií je vedomé. Ďalej ju delíme na epizodickú a sémantickú.

Epizodická pamäť je zameraná na zapamätanie si konkrétnej udalosti z minulosti a informácie si vybavujeme na základe časového, priestorového alebo pocityového kontextu. Podľa Tulvinga (Sternberg, 2002) ju charakterizujú tri body:

1. Subjektívne vnímaný čas – schopnosť „cestovania“ v mysli do minulosti, čo je typické len pre človeka.
2. Autoneotické prežívanie – je nevyhnutné pre epizodické vybavovanie - vedomie, že ide o informácie o „svojom ja“, vďaka ktorému vnímame subjektívny čas kedy sa dané udalosti odohrali.
3. „Self“ - „cestovateľ do minulosti“. Toto sebauvedomenie majú aj primáti ale nepredpokladá sa, že by tiež subjektívne prežívali minulosť.

Sémantická pamäť obsahuje vedomosti o svete, ktoré však neobsahujú špecifický kontext alebo časový rámec no dokážeme si ich explicitne vybaviť (Sternberg, 2002) Ide o takzvaný osobný lexikón znalostí a vedomostí, ktorý silne koreluje so schopnosťou osvojiť si čítanie, písanie, znalosť slov a dosiahnutou kvalitou vzdelania (Kulišťák, 2017). Deklaratívna pamäť prislúcha k anatomicky súvisí s mediotemporálnym lalokom a diencephalonom a je závislá na funkcii Pápežovho okruhu, ktorý spája hipokampus s frontálnymi a temporálnymi lalokmi (Baddeley, 2002).

Nedeklaratívna pamäť (implicitná) je chápaná ako produkčný systém a jej operácie prebiehajú skôr automaticky, bez prístupu vedomia. Pracuje nezávisle na hipokampálnych štruktúrach a výstupy zahrňujú behaviorálne a kognitívne algoritmy. Zakladá sa na vplyve predchádzajúcej skúsenosti a nie je vždy nutné sústredené úsilie. Príkladom sú pacienti s anamnestickou poruchou, ktorí sú schopní učiť sa novým schopnostiam, prípadne sa v nich zdokonaľovať, avšak neuchovávajú spomienky na dobu kedy činnosť vykonávajú (Cohen et al. 1980). Nedeklaratívna pamäť zahrňuje procedurálnu pamäť (schopnosti a zvyky), priming, neasociatívne učenie a klasické podmieňovanie, ktoré zahŕňa emočné odpovede a kostrové svalstvo (Kulišťák, 2017).



Obr.č. 5: Klasifikácia subsystémov dlhodobej pamäte vo vzťahu k neuroanatomickým štruktúram (Kulišťák, 2017)

3.6 Kognitívne testy vo vzťahu k chronotypu

Ako uvádza Schmidt et al. (2015), výkon v úlohách zameraných na pracovnú pamäť je závislý hlavne na aktivite prefrontálnej kôry a úzko súvisí s pozornosťou a vigilitou. Vo svojej štúdiu skúmala výkon vyhranených chronotypov použitím Nback testu, kde je úlohou participanta reagovať na stimuly (napr. stlačiť klávesu), ktoré sa opakujú o n pozícií späť, teda v prípade 2-back testu o 2 pozície späť. Toto testovanie prebiehalo 1,5 a 10,5 hodiny od preferovanej doby vstávania. Interakcia chronotypu a doby testovania sa však ukázala len pri najvyššom zaťažení pracovnej pamäte, 3-back, kde vyšli vtáčatá signifikantne horšie ako sovy vo večernom testovaní. Celkovo vyššie skóre dosahovali pri tomto testovaní sovy.

Taktiež Mecacci et al. (2004) pri svojich výskumoch kognitívnych zlyhaní zistil, že vtáčatá robili podľa CFQ (Cognitive failures questionnaire) viac zlyhaní, a to hlavne vo večerných meraniach, na rozdiel od sov, ktoré ich mali rozložené po celý deň. Stabilita výkonu u sov sa ukázala aj vo výskume Matchocha a Mordkoffa (2008), ktorí skúmali pozornosť testom ANT (Attentional Network Test), ktorý testuje zložky pozornosti signalizáciu, orientáciu pozornosti a exekutívnu kontrolu zmenami v reakčnom čase. Skúmané boli sovy, vtáčatá aj nevyhranené typy. Testovania prebiehali v rovnaký deň o 8:00, 12:00, 16:00 a 20:00. Proces signalizácie stúpol u vtáčat a nevyhraných typov smerom k večeru avšak u sov ostal stabilný počas celého dňa. Nájdený bol aj efekt dennej doby na exekutívnu kontrolu avšak bez spojitosti s cirkadiánnou preferenciou. Sovy aj vtáčatá dosahovali vrchol výkonu o 16. hodine.

Natale a Lorenzetti (1997) zase vo svojom výskume extrémnych chronotypov skúmali pamäť pomocou príbehu, ktorí si mali zapamätať a následne určiť, ktoré zo 48 prezentovaných viet sa v texte nachádzali. Výsledkom bolo, že sovy mali menej chýb v rekognícii večer a vtáčatá ráno. Tak isto Natale, Martoni a Cicogna (2003) potvrdili lepšie výkony v preferovaný čas v úlohách vizuálneho vyhľadávania. „Časovo zrkadlové“ výkony potvrdzujú aj výskumy Smith et al. (2002) a Natale, Alzaniho (2001) výskum krivky subjektívnej bdelosti, ktorí upresnili, že vtáčatá majú svoje kognitívne minimum o 23. hodine, zatiaľ čo sovy o 8 hodine ráno. Synchronný efekt sa ukázal aj vo výskume Ďuríkovej a Sármany-Schullera avšak taktiež sa ukázalo, že ranné typy dosahovali vyššie skóre v pamäťovom teste počas pôsobenia distraktora ako večerné typy, nezávisle na dobe testovania. Ani J. Song a C. Stough nepotvrdili synchronný efekt vo svojom výskume vzťahu medzi chronotypom, časom dňa, rýchlosťou spracovania informácií a inteligenciou. Participantov skúmali pomocou batérie inteligenčných testov Multiple (MAB-IQ) a Inspection time (IT). Ukázalo sa, že vtáčatá dosahovali v priestorovej orientácii horšie výsledky ráno ako večer a naopak sovy mali lepšie výsledky ráno ako večer. Štúdie majú

4 VÝSKUMNÝ RÁMEC

Predchádzajúce štúdie popisované v teoretickom úvode neboli jednotné v použitých metódach a ako uvádza Adan et al. (2012) výkonnosť nie je závislá len na úrovni bdlosti, čase testovania, ale aj na type procesov, ktoré sú skúmané, keďže niektoré vyššie kognitívne funkcie umožňujú kompenzovať aktuálny stav únavy alternatívnymi stratégiami. Je preto dôležité zistiť, do akej miery je výkon ovplyvnený cirkadiánnou preferenciou, pretože vyšetrowanie klienta/pacienta v nepreferovaný čas, by mohlo významne ovplyvniť jeho výsledky.

4.1 Ciele

Na základe vyššie spomínaných nedostatkov vo vyššie uvedených štúdiách boli stanovené nasledujúce ciele:

- 1) Stanoviť, či chronotyp ovplyvňuje kognitívne funkcie, hlavne, pozornosť a psychomotorické tempo, pracovnú pamäť v súvislosti s časom testovania u zdravých dobrovoľníkov.
- 2) U vybraných testových metód stanoviť, či sú ich výsledky závislé na dobe testovania s ohľadom na subjektívnu preferenciu participanta.
- 3) Identifikovať batériu testov vhodnú pre vyšetrowanie kognitívneho deficitu nezávisle na chronotype jedinca a čase testovania.

4.2 Výskumné hypotézy

Z uvedených cieľov vyplývajú tieto výskumné hypotézy:

- H1 A Chronotyp v súvislosti s ranným meraním ovplyvňuje výsledky v testoch pozornosti a psychomotorického tempa.
- B Chronotyp v súvislosti s ranným meraním ovplyvňuje výsledky v testoch pracovnej pamäte a mentálnej flexibility.
- C Chronotyp v súvislosti s ranným meraním ovplyvňuje výsledky v testoch verbálneho učenia a oddialeného vybavovania.

H2 D Chronotyp v súvislosti s večerným meraním ovplyvňuje výsledky v testoch pozornosti a psychomotorického tempa.

E Chronotyp v súvislosti s večerným meraním ovplyvňuje výsledky v testoch pracovnej pamäte a mentálnej flexibility.

F Chronotyp v súvislosti s večerným meraním ovplyvňuje výsledky v testoch verbálneho učenia a oddialeného vybavovania.

H3 Participanti s rannou preferenciou budú mať lepšie výsledky ráno ako večer.

H4 Participanti s večernou preferenciou budú mať lepšie výsledky v testoch večer ako ráno.

5 METODOLOGICKÝ RÁMEC

Výskumná štúdia je zameraná na zistenie vplyvu chronotypu a času testovania na výsledky kognitívnych testov u výrazne vyhranených participantov, extrémnymi sovami a extrémnymi vtáčatami. Zber dát sa realizoval počas zimných a letných mesiacov v rokoch 2017-2018 v spánkovom laboratóriu Národného ústavu duševného zdravia v Klecanoch.

5.1 Výskumný súbor

Do výskumného súboru boli pozvaní jednotlivci, bez psychických či fyzických ochorení, vo veku od 20 do 40 rokov, s minimálnym ukončeným vzdelaním na strednej škole s maturitou. Na základe MEQ dotazníka boli vybraní jedinci, ktorí dosiahli skóre medzi 16 až 30, extrémne večerné typy, a jedinci, ktorí dosiahli skóre medzi 70 až 86 bodov, extrémne ranné typy.

5.2 Použité metódy

Odlišný metodologický prístup v štúdiách bol jeden z dôvodov nekonzistentnosti v skúmaní ranných a večerných typov. Preto sme s prihliadnutím na bežne používané metódy neuropsychologického testovania a stanovených hypotéz vybrali nasledujúce testové metódy, ku ktorým sme pripojili sociodemografický dotazník.

5.2.1 Sociodemografický dotazník

Sociodemografický dotazník bol pripojený k online verzii MEQ pre zistenie sledovaných charakteristík podmieňujúcich prijatie do výskumu ako sú vek, najvyššie dosiahnuté vzdelanie, a taktiež nežiadúcich charakteristík ako aktuálne alebo v minulosti diagnostikované psychické alebo fyzické ochorenia či aktuálne užívané lieky, ktoré by mohli znižovať/zvyšovať výkonnosť jedinca.

5.2.2 MEQ – Dotazník ranných a večerných typov

U vybraných participantov bolo nutné identifikovať ich cirkadiánnu preferenciu. Na to bola použitá online verzia Dotazníka ranných a večerných typov (Morningness-Eveningness questionnaire). MEQ je podľa portálu Scopus, najväčšej citačnej databázy, najpoužívanejší dotazník k zisťovaniu cirkadiánnych preferencií. Preložený bol do niekoľkých jazykov,

napríklad do nemčiny (Neubauer,1992), francúzštiny (Adan & Natale, 2002) španielčiny či češtiny (Vávrová, Plháková, 2014). Reliabilita dotazníku je dobrá, nachádza sa v rozmedzí koeficientu 0,81 a 0,87. Tento sebaopisovací dotazník sa skladá z 19 otázok, kde je v otázkach číslo 1, 2, 10, 17 a 18 na výber škála a v ostatných sú vždy na výber štyri možnosti. Participanti vyberajú vždy jednu odpoveď, okrem otázky číslo 17, kde zaznačujú päť po sebe idúcich hodín. Hodnoty na stupnici sa pre otázky pohybujú 1, 2, 10, 17 a 18 od 1 po 5 bodov, pre otázky číslo 11, 12 a 19 od 0 po 6 bodov a pre ostatné otázky nadobúda hodnoty od 1 po 4 body. Výsledný chronotyp zistíme súčtom dosiahnutého skóre.

Tab. č. 2: *Prehľad bodov a odpovedajúci chronotyp.*

Počet dosiahnutých bodov	Odpovedajúci chronotyp
86 – 70	Výrazne ranný typ
69 – 59	Skôr ranný typ
58 – 42	Nevyhranení typ
41 – 31	Skôr večerný typ
30 – 16	Výrazne večerný typ

5.2.3 Metódy merajúce kognitívny výkon

Radenie písmen a čísel

Radenie písmen a čísel je jedným zo subtestov Wechslerovho testu inteligencie (WAIS-III Wechsler Adult Intelligence Scale). Tento verbálny test sme vybrali na základe toho, že ním získavame informácie o sluchovej bezprostrednej pamäti, pozornosti a teda pracovnej pamäti. Úlohou testovaného je zoradenie najskôr čísel od najmenšieho po najväčšie a následne zoradenie písmen v abecednom poradí. Náročnosť testu sa stále zvyšuje, kým testovaný neurobí dve chyby v jednej časti. Výsledné skóre dostaneme súčtom počtu úspešných sekvencií (Wechsler, Wechsler Adult Intelligence Scale - Third edition. Administration and scoring manual, 1997).

Opakovanie čísel

Ďalším subtestom z batérie WAIS-III je Opakovanie čísel dopredu a pospiatky. Zisťujeme ním výkon pracovnej pamäte a pozornosti pomocou úlohy kedy participant v prvej časti opakuje čísla v rovnakom poradí ako ich počul a v druhej časti opakuje iné čísla pospiatky/opačne.

Náročnosť testu sa stále zvyšuje, kým testovaný neurobí tri chyby v jednej časti. Výsledné skóre dostaneme súčtom počtu úspešných sekvencií (Wechsler, 2011).

Priestorový rozsah

Priestorový rozsah je vizuálne priestorový subtest Wechslerovej skátenej pamäťovej škály WMS-III. Úlohou participanta je zopakovanie priestorovej sekvencie štvorcov v rovnakom alebo opačnom poradí. Pre účely tohto testovania sme použili počítačovú verziu priestorového rozsahu, dostupnú v batérii programu PEBL (The Psychology Experiment Building Language). Kocky sú na obrazovke rozložené rovnako ako v drevenej verzii a sekvencia sa ukazuje zmenou farby z modrej na červenú. Hlavnou výhodou pc verzie je konštantná rýchlosť zobrazovania a teda administrátor, hlavne jeho rýchlosť a plynulosť ukážky sekvencie, nie je intervenujúca premenná. Náročnosť testu sa stále zvyšuje, kým testovaný neurobí dve chyby v jednej časti (Wechsler, 2011).

CPT

CPT (Conners Continuous Performance) je test kontinuálnej výkonnosti hodnotiaci pozornosť a vigilitu. Vyžaduje indentifikáciu stimulov nasledujúcich za sebou v sérii, prerušovaných konkrétnym znakom, kedy je potrebné inhibovať potrebnú reakciu. Úlohou participanta je teda čo najrýchlejšie reagovať na stimul (písmeno) stlačením medzerníka, okrem písmena X kedy je úlohou medzerník nestlačiť. Písmeno X je v tomto prípade distraktorom. Vo výsledku dostaneme počet chýb 1. typu (opomenutí), počet chýb 2. typu (reakcií navyše - X) a tiež subjektívnu diskriminačnú schopnosť, tj. rozdiel v distribúcií signálu (písmeno) voči šumu (X) (Conners, 2014).

TMT

Test cesty Patrí medzi najpoužívanejšie neuropsychologické testy nie len v klinickej praxi ale aj vo výskume. Test sa administruje formou pero a papier a skladá sa z dvoch častí. V prvej (TMT A) je úlohou participanta v čo najrýchlejšom čase postupne pospájať náhodne rozmiestnené čísla vzostupne od 1 po 25. V druhej časti (TMT B) je kombinácia písmen a čísel a úlohou probanda je striedavo radiť čísla a písmená vzostupne a abecedne. Výstupom je časový údaj potrebný na úspešné ukončenie a počet chýb. Test vyhodnocuje efektivitu a rýchlosť kognitívneho spracovania informácií, obe časti zisťujú výkon v pozornosti, vizuopriestorového vyhľadávania a vizuomotorických schopností. Časť B tiež hodnotí mentálnu flexibilitu a úroveň pracovnej pamäte (Bezdiček et al. 2012).

Stroopov test

Stroopov test je zameraný na zisťovanie psychomotorického tempa a schopnosť inhibičnej kontroly behom prezentácie konfliktných informácií. Tieto konfliktné informácie získava participant pri snahe o pomenovanie farby slova, ktoré však nie je v súlade s jeho významovou farbou („MODRÁ“). Test sa skladá z troch častí, kedy participant číta najskôr slová, ktoré pomenúvajú farby. Následne pomenúva vytlačenú farbu slovami a v poslednej časti číta farbu, ktorou je slovo vytlačené avšak nie je v zhode s významom slova. Na každú časť je časový limit 45 sekúnd. (Krivá, 2013).

AVLT

Pamäťovým testom učenia (Auditory Verbal Learning Test) získame informácie o pracovnej a krátkodobej verbálnej pamäti, vybavovaní, procese učenia a spôsobu spracovania informácií. Tiež môžeme sledovať krivku učenia. AVLT I. ukazuje úroveň okamžitého vybavenia a rozdiel medzi AVLT I. a AVLT B poskytuje informácie o schopnosti inhibície učného zoznamu. Väčší rozdiel medzi AVLT VI. a AVLT po 30 minútach môže indikovať problém s ukladaním informácií do dlhodobej pamäte. O spoľahlivosti a procese spracovávanía informácií vypovedá výskyt opakovaní a konfabulácií. Zoznam 15 slov, ktoré sú administrované ústne päť krát po sebe, a v každom pokuse sa participant snaží vybaviť si čo najviac slov. Následne je použitá iná sada 15 slov, ako interferencia, a potom nasleduje vrátenie sa k pôvodnému zoznamu. Administrácia zahŕňa aj oddialené vybavenie po 30 minútach a rekogníciu. (Preiss et al. 2012)

5.2.3.1 Metódy merajúce intelligenčný kvocient

Na zistenie intelligenčného kvocientu participantov sme zvolili Wechslerovu intelligenčnú škálu, ktorá je celosvetovo jedným z najviac používaným komplexným intelligenčným testom. Pre účely nášho výskumu sme však použili len vybrané subtesty. Táto forma je určená pre testovanie vo vekovom rozmedzí 6 až 89 rokov. Ako dospelý je považovaný jedinec od 17 rokov. Reliabilita pre dospelých je v rozmedzí 0,84 – 0,98. Skrátená forma sa skladá z rovnakých subtestov ako nájdeme vo WISC-III alebo WAIS-III. Ide o *Slovník a Podobnosti*, ktoré slúžia k odhadu verbálnej inteligencie a *Kocky a Matrice*, ktoré slúžia na zistenie priestorovej inteligencie. Výhodami sú krátka administrácia testov, trvá asi 30 minút a tiež široké vekové rozmedzie. Avšak obmedzenie je v klinickej presnosti, keďže inteligencia nie je hodnotená komplexne (Kaufman, A. S., 1996).

5.2.4 Postup zberu dát

Zber dát bol rozdelený na dve fázy. V prvej fáze prebehlo online testovanie záujemcov pomocou Dotazníka ranných a večerných typov (MEQ) spojeným so sociodemografickým dotazníkom pre výber vhodných participantov následne pozvaných do druhej fázy, na výskum do spánkového laboratória v Národnom ústave duševného zdravia v Klecanoch.. Online zber dát prebieha aj naďalej.

V druhej fáze boli participanty testované batériou kognitívnych testov v dvoch samostatných sedeniach, behom víkendu. Testovanie prebiehalo raz ráno o 8:00, a raz večer o 20:00, avšak nie v ten istý deň a trvalo 1,5 až 2,5 hodiny, v závislosti od individuálnej rýchlosti jedinca. Dĺžka trvania závisela aj na preferenciách, keďže IQ testy boli robené len v preferovanej dobe, tým sa predĺžilo testovanie zhruba o 30 minút. Participanty boli rozdelené do skupín A a B a podľa toho následne testované. Skupina A bola testovaná v sobotu ráno a v nedeľu večer a skupina B v sobotu večer a v nedeľu ráno. Poradie začiatku bolo vybrané pseudonáhodne. Noci strávené v laboratóriu boli nutné z dôvodu presnosti vstávania. V prípade dochádzania by participanty museli vstávať oveľa skôr, v závislosti od vzdialenosti bydliska.

6 VÝSLEDKY

6.1 Charakteristika výskumného súboru

Do prvej časti výskumu, testovania chronotypu, sa zapojilo 1 028 respondentov. Z nich bolo na základe vyššie uvedených kritérií pozvaných 93. Výskumu sa zúčastnilo 22 extrémnych chronotypov. Jednak participantka musela byť dodatočne vylúčená kvôli zdravotnému stavu, ktorý nepresne uviedla do dotazníka a mohol negatívne ovplyvniť výkon v kognitívnych testoch. Konečnú vzorku teda tvorí 21 výrazne vyhranených participantov vo veku od 20 do 35 rokov. Priemerný vek participantov bol 28,33 (SD 4,4). Výskumný súbor bol získaný samovýberom. Zastúpenie podľa pohlavia a chronotypu uvedené v tabuľke č. 3.

Tab.č.3: *Tabuľka zúčastnených participantov v závislosti na pohlaví a chronotype.*

	Ženy	Muži	SPOLU
Sovy	6	4	10
Vtáčatá	9	2	11
SPOLU	15	6	21

6.1.1 Vek

Pre zistenie vekových rozdielov medzi vtáčatami a sovami bol použitý neparametrický dvojitý Mann-Whitney U test ($U=45.5$, $Z=-0.494$, $p=0.621$). Medzi skupinami nebol nájdený signifikantný rozdiel vo veku.

6.1.2 IQ

V ďalšom teste pre zistenie rozdielu medzi sovami a vtáčatami z hľadiska inteligencie participantov bol opäť použitý neparametrický dvojitý Mann-Whitney U test. Medzi skupinami nebol nájdený signifikantný rozdiel, sovy aj vtáčatá dosahovali podobné skóre v testoch verbálneho porozumenia Slovník ($U=45.5$, $p>0.05$) a Podobnosti ($U=53$, $p>0.05$) aj v perцепčnom usporiadaní Matrice ($U=34$, $p>0.05$) a Kocky ($U=38$, $p>0.05$). Celkové IQ ($U=49$, $p>0.05$). Podrobné výsledky sú uvedené v Tabuľke č. 4.

Tab. č. 4: Rozdiel medzi vtáčatami a sovami v testoch IQ

Testy	Mann-Whitney U	Z	p
Slovník vážené skóre	41,5	-0,971	0,331
Podobnosti vážené skóre	49,5	-0,394	0,694
Matrice vážené skóre	31,5	-1,702	0,089
Kocky vážené skóre	38,5	-1,170	0,242
IQ	49	-0,424	0,672

6.2 Testy normality

Z dôvodu vzájomného porovnávania vnútro-subjektového faktoru (doba: preferovaná/nepreferovaná) a medzi-subjektového faktoru (chronotyp: sovy a vtáčatá), sme pre spracovanie výsledkov zvolili parametrický test two-way mixed MANOVA, ktorý rozdelil dáta do 4 skupín, ktoré boli následne porovnávané a boli medzi nimi hľadané efekty a interakcie.

- sovy v preferovanú dobu
- sovy v nepreferovanú dobu
- vtáčatá v preferovanú dobu
- vtáčatá v nepreferovanú dobu

Porovnávaných bolo 27 premenných u 18 participantov (3 vtáčatá a 1 sova museli byť vyradené z dôvodu chýbajúcich dát aspoň v jednej premennej). Každý z participantov podstúpil meranie v preferovanú a nepreferovanú dobu. Z dôvodu veľkého počtu sledovaných premenných a malého vzorku nebolo možné analýzu urobiť nakoľko nebol dostatočný počet stupňov voľnosti. Následne boli urobené testy na normalitu, ekvivalenciu rozptylov a sféricitu. Všetky dáta však porušovali aspoň jeden zo základných predpokladov metódy. Všetky porušovali predpoklad sféricity. Následne bola urobená analýza premenných, ktoré porušovali len sféricitu, AVLT I., AVLT B, AVLT Spolu, Opakovanie čísel dopredu a Priestorový rozsah dopredu. Výsledky boli nasledujúce: **hlavný efekt Chronotypu** $F(5, 14) = 1.028$, $p = 0.439$, $d = 0.717$; **hlavný efekt Doby** $F(5, 14) = 1.780$, $p = 0.182$, $d = 0.629$; a **efekt interakcie Doba*Chronotyp** $F(5, 14) = 0.274$, $p = 0.920$, $d = 0.247$. Na veľkosti efektu je vidno trend, avšak kvôli malej vzorke sú výsledky štatisticky nevýznamné.

6.3 Neparametrická analýza

Na základe týchto zistení sme sa rozhodli pre ďalšiu analýzu výsledkov neparametrickými metódami. Pre zistenie rozdielu medzi skupinami (sovami a vtáčatami) bol použitý dvojvýberový Mann-Whitney U test. Rozdiely medzi ranným a večerným testovaním u vyhranených chronotypov bol zisťovaný pomocou neparametrického párového Wilcoxonovho testu.

6.3.1 Chronotyp v závislosti na dobe merania

6.3.1.1 Ranné meranie

Na základe výskumnej hypotézy H1 sme si stanovili nasledujúce nulové hypotézy:

H₀ 1 Chronotyp v súvislosti s ranným meraním neovplyvňuje výsledky v kognitívnych:

- A) testoch pozornosti a psychomotorického tempa.
- B) pracovnej pamäte a mentálnej flexibility.
- C) verbálneho učenia a oddialeného vybavovania.

Mann-Whitney U testom, neparametrickým testom používaným pri porovnaní dvoch rôznych výberových súborov, bol nájdený signifikantný rozdiel vo výkone medzi vtáčatami a sovami v ranných meraniach v nasledujúcich testoch. Vtáčatá dosahovali vyššie skóre v teste verbálneho učenia konkrétne v počte slov vybavených u interferenčného zoznamu (AVLT B: U=22, p < 0.05) a pri oddialenom vybavení slov zo zoznamu A po 30 minútach (AVLT 30: U=25, p < 0.05). Signifikantný rozdiel s vyšším výkonom u vtáčat sme identifikovali aj v testoch pracovnej pamäte Radenie písmen a čísel (U = 25, p < 0.05) a Opakovanie čísel pospiatky (U = 23, p < 0.05). Podrobné výsledky sú uvedené v tabuľke č. 5.

Na základe uvedených výsledkov nezamietame H₀ 1 A a zamietame hypotézy B a C.

Tab. č. 5: Rozdiely medzi sovami a vtáčatami v rannom meraní.

Testová metóda	Testované premenné	Sovy Priemer (SD)	Vtáčatá Priemer (SD)	Mann-Whitney U test	Z	p
AVLT	I.	8,80 (2,30)	9,27 (2,49)	51,5	-0,250	0,803
	B	7,50 (2,46)	10,36 (2,54)	22	-2,378	0,017
	VI.	12,40 (2,55)	13,55 (2,42)	38,5	-1,215	0,224

	SPOLU	59,70 (7,82)	63,82 (5,38)	42	-0,918	0,359
	po 30 min.	11,00 (2,99)	13,45 (2,07)	25	-2,145	0,032
	rekognícia	13,30 (2,21)	14,73 (0,47)	31	-1,889	0,059
	falošne pozitívne	0,70 (1,25)	0,18 (0,41)	42	-1,159	0,246
TMT	A	19,66 (4,64)	18,85 (4,85)	49	-0,423	0,673
	B	46,36 (15,27)	38,02 (9,52)	36	-1,338	0,181
	Ratio A/B	0,45 (0,11)	0,50 (0,10)	41	-0,986	0,324
Radenie písmen a čísel	hruhé skóre	11,70 (1,49)	14,09 (2,66)	25	-2,138	0,032
Stroop	Farebné slová	53,90 (12,51)	55,09 (9,38)	51,5	-0,247	0,805
Opakovanie čísel	dopredu	42,19 (5,38)	45,54 (4,85)	32,5	-1,644	0,100
	spätne	11,74 (11,95)	10,64 (8,74)	23	-2,278	0,023
Priestorový rozsah	dopredu	9,80 (1,81)	10,20 (1,81)	42	-0,623	0,533
	spätne	8,30 (2,26)	9,70 (0,95)	47	-0,251	0,802
CPT	Opomenutia	1,17 (1,62)	0,55 (0,94)	40	-1,102	0,271
	Chybné reakcie	37,22 (18,53)	23,20 (18,63)	31	-1,692	0,091
	Reakčný čas	363,76 (41,54)	370,41 (51,45)	54	-0,070	0,994

Legenda: Mann-Whitney U test – neparametrický test pre porovnanie dvoch nezávislých výberov

SD – smerodatná odchýlka

AVLT – Auditory Verbal Learning Test

TMT – Trail making test

CPT – Conners Continuous Performance

6.3.1.2 Večerné meranie

Na základe výskumnej hypotézy H2 sme si stanovili nasledujúce nulové hypotézy:

H₀ 2 Chronotyp v súvislosti s večerným meraním neovplyvňuje výsledky v kognitívnych:

- D) testoch pozornosti a psychomotorického tempa.
- E) pracovnej pamäte a mentálnej flexibility.
- F) verbálneho učenia a oddialeného vybavovania.

Taktiež bol za pomoci Mann-Whitney U testu, nájdený signifikantný rozdiel vo výkone medzi vtáčatami a sovami vo večerných meraniach. Vtáčatá dosahovali vyššie skóre v teste verbálneho učenia v počte falošne pozitívne vybavených slov zo zoznamu A po 30 minútach (AVLT falošne pozitívne: $U = 26$, $p < 0.05$). Podrobné výsledky sú uvedené v tabuľke č. 6.

Na základe uvedených výsledkov nezamietame H_0 1 A a B, a zamietame hypotézy C.

Tab. č. 6: Rozdiely medzi sovami a vtáčatami vo večernom meraní.

Testová metóda	Testované premenné	Sovy Priemer (SD)	Vtáčatá Priemer (SD)	Mann-Whitney U	Z	p
AVLT	I.	8,90 (1,79)	10,27 (2,37)	38	-1,216	0,224
	B	9,00 (1,94)	8,91 (2,39)	52	-0,214	0,831
	VI.	12,90 (2,23)	14,27 (0,65)	35,5	-1,441	0,150
	SPOLU	60,80 (4,73)	64,09 (5,41)	35	-1,411	0,158
	konfabulácie	0,40 (0,70)	0,45 (0,52)	49	-0,495	0,620
	opakovania	7,60 (10,96)	4,73 (3,04)	52,5	-0,178	0,859
	po 30 min.	12,80 (1,87)	13,55 (1,04)	43	-0,866	0,386
	rekognícia	14,60 (0,52)	14,36 (1,27)	52	-0,254	0,799
	falošne pozitívne	1,10 (1,38)	0,09 (0,30)	26	-2,456	0,014
TMT	A	20,45 (4,89)	16,84 (5,15)	29	-1,831	0,067
	B	47,94 (16,91)	41,62 (15,21)	41	-0,986	0,324
	Ratio (A/B)	0,45 (0,13)	0,42 (0,08)	49	-0,423	0,673
Radenie písmen a čísel	hrubé skóre	11,70 (2,58)	13,36 (3,23)	40,5	-1,036	0,300
Stroop	farebné slová	56,40 (9,23)	56,64 (10,30)	54	-0,071	0,944
Opakovanie čísel	dopredu	10,20 (1,69)	11,27 (1,95)	8	-1,248	0,212
	späťne	8,60 (1,27)	9,36 (3,11)	5	-0,322	0,748
Priestorový rozsah	dopredu	9,50 (1,35)	10,22 (1,48)	9	-1,043	0,297
	späťne	9,20 (1,75)	9,56 (1,24)	8	-0,443	0,658

CPT	opomenutia	0,30 (0,86)	0,46 (0,48)	30,5	-1,287	0,198
	chybné reakcie	33,49 (20,65)	35,10 (24,03)	44,5	-0,041	0,967
	reakčný čas	368,42 (39,55)	318,88 (117,46)	30	-1,225	0,221

Legenda: Výsledky Mann Whitney U testu pri hodnotení efektu chronotypu vo večernom meraní.

SD – smerodatná odchýlka

AVLT – Auditory Verbal Learning Test

TMT – Trail making test

CPT – Conners Continuous Performance

6.3.2 Ranné vs. večerné meranie – vtáčatá

Na základe výskumnej hypotézy H₃ sme si stanovili nulovú hypotézu H₀ 3 Participanti s rannou preferenciou budú mať rovnaké výsledky ráno aj večer.

Rozdiel medzi ranným a večerným meraním u vtáčat bol zisťovaný pomocou neparametrického Wilcoxonovho testu pre párový výber. Nájdený bol signifikantný rozdiel vo výkone vtáčat v nasledujúcich testoch. Vtáčatá dosahovali vyššie skóre, potrebovali viac času, vo vizuálnom Teste cesty, zameranom na psychomotorické tempo a mentálnu flexibilitu, vo večernom meraní (TMT A: $Z = -2.045$, $p < 0.05$). Taktiež sa čas zvýšil vo večernom meraní (TMT Ratio: $Z = -2.401$, $p < 0.05$) Signifikantný rozdiel bol nájdený aj v teste kontinuálnej výkonnosti CPT. Vtáčatá urobili menej chýb 2. typu (CPT_Chybné reakcie: $Z = -2.701$, $p < 0.05$) v rannom meraní. Podrobné výsledky sú uvedené v tabuľke č. 7. Na základe výsledkov zamietame H₀ 3.

Tab. č. 7: Rozdiel medzi ranným a večerným meraním u vtáčat.

Testová metóda	Testované premenné	Ranné meranie Priemer (SD)	Večerné meranie Priemer (SD)	Z	p
AVLT	I.	9,27 (2,49)	10,27 (2,37)	-1,622	0,105
	B	10,36 (2,54)	8,91 (2,39)	-1,692	0,091
	VI.	13,55 (2,42)	14,27 (0,65)	-0,551	0,582

	SPOLU	63,82 (5,38)	64,09 (5,41)	-0,238	0,812
	po 30 min.	13,45 (2,07)	13,55 (1,04)	-0,181	0,856
	rekognícia	14,73 (0,47)	14,36 (1,29)	-0,647	0,518
	falošne pozitívne	0,18 (0,41)	0,09 (0,30)	-0,577	0,564
TMT	A	18,85 (4,86)	16,8391 (5,15)	-2,045	0,041
	B	38,02 (9,52)	41,62 (15,21)	-1,067	0,286
	Ratio (A/B)	0,50 (0,10)	0,42 (0,08)	-2,401	0,016
Radenie písmen a čísel	Hrubé skóre	14,09 (2,66)	13,36 (3,23)	-0,851	0,395
Stroop	Farebné slová	55,09 (9,38)	56,64 (10,30)	-0,980	0,327
Opakovanie čísel	dopredu	11,00 (1,18)	11,27 (1,95)	-0,750	0,453
	späťne	10,82 (2,27)	9,36 (3,11)	-1,697	0,090
Priestorový rozsah	dopredu	10,20 (1,81)	10,22 (1,49)	-0,447	0,655
	pospiatky	9,70 (0,95)	9,56 (1,24)	-0,577	0,564
CPT	opomenutia	0,55 ((0,94)	0,46 (0,48)	-0,341	0,733
	chybné reakcie	23,20 (18,63)	35,10 (24,03)	-2,701	0,007
	reakčný čas	370,41 (51,45)	318,88 (117,46)	-1,784	0,074

Legenda: Výsledky Wilcoxonovho párového testu pri hodnotení efektu doby merania na ranný chronotyp.

SD – smerodatná odchýlka

AVLT – Auditory Verbal Learning Test

TMT – Trail making test

CPT – Conners Continuous Performance

6.3.3 Ranné vs. večerné meranie – sovy

Na základe výskumnej hypotézy H 4 sme si stanovili nulovú hypotézu H₀ 4 Participanti s večernou preferenciou budú mať rovnaké výsledky ráno aj večer.

Rozdiel medzi ranným a večerným meraním u sov bol taktiež zisťovaný pomocou neparametrického Wilcoxonovho testu pre párový výber. Večerné typy dosahovali signifikantne vyššie skóre v teste kontinuálne výkonnosti CPT (CPT_Opomenutia: $Z = -2.207$, $p < 0.05$). Sovy urobili viac chýb 1. typu, mali signifikantne viac opomenutí, v rannom ako večernom meraní. Podrobné výsledky sú uvedené v tabuľke č. 8.

Na základe výsledkov zamietame H₀ 4.

Tab. č. 8: Rozdiel medzi ranným a večerným meraním u sov.

Testová metóda	Testované premenné	Ranné meranie	Večerné meranie	Z	p
		Priemer (SD)	Priemer (SD)		
AVLT	I.	8,80 (2,30)	8,90 (1,79)	-0,071	0,943
	B	7,50 (2,46)	9,00 (1,94)	-1,453	0,151
	VI.	12,40 (2,55)	12,90 (2,23)	-0,997	0,319
	SPOLU	59,70 (7,82)	60,80 (4,73)	-0,459	0,646
	po 30 min.	11,00 (2,98)	12,80 (1,87)	-1,389	0,165
	rekognícia	13,30 (2,21)	14,60 (0,52)	-1,723	0,085
	falošne pozitívne	0,70 (1,25)	1,10 (1,37)	-1,414	0,157
TMT	A	19,66 (4,64)	20,45 (4,89)	-0,764	0,445
	B	46,36 (15,17)	47,94 (16,91)	-0,051	0,959
	Ratio (A/B)	0,45 (0,11)	0,46 (0,13)	-0,357	0,721
Radenie písmen a čísel	hrubé skóre	11,70 (1,49)	11,70 (2,58)	-0,344	0,731
Stroop	Farebné slová	53,90 (12,51)	56,40 (9,23)	-0,510	0,610
Opakovanie čísel	dopredu	9,80 (1,81)	10,20 (1,69)	-0,516	0,606
	spätne	8,30 (2,26)	8,60 (1,27)	-0,303	0,762

Priestorový rozsah	dopredu	9,60 (1,43)	9,50 (1,35)	-0,086	0,931
	spätne	9,40 (1,27)	9,20 (1,75)	-0,355	0,723
CPT	opomenutia	1,17 (1,62)	0,30 (0,86)	-2,207	0,027
	chybné reakcie	37,22 (18,53)	33,49 (20,64)	-0,533	0,594
	reakčný čas	363,76 (41,54)	368,42 (39,55)	-0,770	0,441

Legenda: Výsledky Wilcoxonovho párového testu pri hodnotení efektu doby merania na večerný chronotyp.

SD – smerodatná odchýlka

AVLT – Auditory Verbal Learning Test

TMT – Trail making test

CPT – Conners Continuous Performance

7 DISKUSIA

V našej práci sme sa zamerali na vplyv chronotypu a času testovania na výsledky kognitívnych testov. Porovnávali sme výkon výrazne vyhranených ranných a večerných typov v kognitívnych testoch v rannom a večernom meraní. Naším cieľom bolo zistiť, či preferencia určitej doby dňa významne ovplyvní výkony v neuropsychologických testoch, ktoré sú bežne využívané pri stanovovaní kognitívneho deficitu. Tieto testy sú však administrované v rôznych dobách dňa bez predošlej znalosti participantovho / klientovho chronotypu, čím môže dochádzať ku skresľovaniu výsledkov. Tak isto dochádza ku skresľovaniu výsledkov výskumov chronotypov a tým k chybným záverom. Rozporu plných výsledkov sa v literatúre nachádza viac. Vplýva na to viacero faktorov. Jednak vzorky neboli jednotné. V niektorých testoch boli extrémne vyhranení participantí (Schmidt et al. 2015; Song, Strough, 2000; Natale, Lorenzetti, 1997 a ďalší), v iných menej či vôbec vyhranení participantí (Matchock, Mordkoff, 2008). Testovanie nie len výrazne vyhranených typov je nutné najmä z dôvodu malého množstva extrémov v populácií. Dôležité však je následné oddelenie týchto dvoch vzoriek pretože sa môže stať, že by sme našli rozdiely aj medzi extrémnou sovou(so 16 bodmi v MEQ) a skôr sovou, (so 41 bodmi) ktorá je už bližšie k nevyhranenému typu.

v niektorých štúdiách pozornosti, napríklad pozornosti v závislosti na telesnej teplote nebol vôbec braný zreteľ na cirkadiánnu preferenciu, a teda jedným z výsledkov bolo, že vrchol telesnej teploty je dosahovaný o 20 hodine (Reilly, 2007). Tak isto sa často objavovala vzorka zložená len zo študentov (Mecacci, Matchock, Natale, 2003 a 2006 (J,127) a ďalší). Výhody testovanie študentov sú hlavne v tom, že vo väčšine prípadov majú možnosť prispôsobenia si harmonogramu svojmu cirkadiánnemu rytmu. Taktiež majú viac času a ochoty zúčastniť sa. Rozdiely boli aj v čase a spôsobe testovania. Kým Matchock a Mordkoff (2008) testovali participantov o 8.,12.,16. a 20. hodine v rovnaký deň, Song a Stough testovali o 9. ráno a 15. poobede a Schmidt et al. zase testovali behom subjektívneho rána, 1,5 hodiny po zobudení a subjektívneho večera, 10,5 hodiny po zobudení. Testovania teda prebiehali v rôznych dobách dňa s rôznymi časovými odstupmi (Song a Stough, rewue). V prípade opakovaného testovania v ten istý deň sa teda môže dostaviť efekt naučenia, alebo v prípade opakovania dlhších testovaní efekt únavy.

Na základe toho sme sa rozhodli spraviť komplexné testovanie extrémnych chronotypov a pomocou neho stanoviť, či chronotyp ovplyvňuje kognitívne funkcie, u vybraných testových metód stanoviť, či sú ich výsledky závislé na dobe testovania s ohľadom na subjektívnu

preferenciu participanta a tiež identifikovať batériu testov vhodnú pre vyšetovanie kognitívneho deficitu nezávisle na chronotype jedinca a času testovania.

Získať odpovede na stanovené otázky však nebolo jednoduché. Od počiatku sme bojovali s problémom veľkosti vzorky. Pre výskum sme zvolili extrémne typy, nakoľko sme u nich predpokladali najväčšie/najviditeľnejšie efekty. Extrémnych typov je však podľa predbežného výskumu Janečkovej (2014) na študentoch v Českej populácii približne len 5%, z toho 3% výrazne večerných a 2% výrazne ranných typov. Z celkového množstva 1028 vyplnených dotazníkov sme následne na základe dosiahnutého skóre v teste MEQ, veku, zdravotného stavu a dosiahnutého vzdelania vyfiltrovali 93 ľudí, ktorým sme rozposlali pozvánky na víkendové testovanie. Spätnú väzbu so záujmom o testovanie odoslalo 28 záujemcov, na výskum však dorazilo len 22, z toho jeden musel byť dodatočne vyradený z dôvodu nepresného uvedenia zdravotného stavu a z neho vyplývajúcej možnosti skreslenia výsledkov. Veľkosť vzorky je preto najzásadnejšou limitou tejto štúdie.

Hlavným cieľom bolo teda stanoviť, či chronotyp ovplyvňuje kognitívne funkcie. Odpoveď je kladná, chronotyp ovplyvňuje výsledky kognitívnych testov.

Výsledky Mann-Whitney U testu pri porovnávaní chronotypu a doby merania (medziskupinové testovanie) medzi sovami a vtáčatami v rannom meraní, sú v zhode s vyššie uvádzanou literatúrou (Natale, 2003, Smith, 2002). Vtáčatá dosahovali lepšie výsledky v testoch pracovnej pamäte v porovnaní so sovami v rannom meraní. Konkrétne v Radení písmen a čísel ($U = 25$, $p = 0.036$) a Opakovaní čísel spätne ($U = 23$, $p = 0.023$). Lepšie výsledky dosahovali tiež vo verbálnom preučovaní a oddialenom vybavovaní naučenej verbálnej informácie (AVLT B: $U = 22$, $p = 0.017$, a AVLT po 30 minútach: $U = 25$, $p = 0.032$). Výsledky sú tiež v zhode s našou hypotézou, že vtáčatá budú mať lepšie výsledky v preferovanú dobu, t.j. v rannom meraní, hlavne v testoch zameraných na pracovnú pamäť.

Vtáčatá tiež dosahovali vyššie skóre v teste verbálneho učenia, avšak v počte falošne vybavených slov zo zoznamu po 30 minútach, vo večerných hodinách (AVLT falošne pozitívne: $U = 26$, $p = 0.014$). Vtáčatá mali teda večer horšiu regoníciu ako sovy. Tento výsledok je v zhode s našou hypotézou, že vtáčatá budú mať horšie výsledky v nepreferovaný čas, čiže večer. Je aj v zhode so zahraničnou literatúrou (Natale, Lorenzetti, 1997) kedy mali vtáčatá tak isto viac chýb v rekognícii ako sovy. To, že sovy nemali signifikantne lepšie výsledky večer ako ráno, je v zhode s Mecacci et al. (2004). Jedným z vysvetlení toho, že sovy nemali lepšie výsledky večer ako ráno, vyplýva z toho, že sovy sú zvyknuté na nutnosť podávania výkonu v ranných hodinách. Od školských čias musia sovy podávať dobré výkony

v ich nepreferovanej dobe, narozdiel od vtáčat. Aj vďaka tomu častejšie uvádzajú vyššiu spokojnosť so štúdiom, hoci úspešnosť je porovnateľná so sovami (Randler, 2008, Ďuríková, Sármany-Schuller, 2014). Wilcoxonov test pre dva závislé výbery zas skúmal vnútroskupinové rozdiely medzi ranným a večerným meraním u vtáčat. Ukázalo sa, že vtáčatá potrebujú viac času vo večernom meraní pre dokončenie Testu cesty (TMT A: $Z = -2.045$, $p = 0.041$) ako v rannom. S tým súvisí aj zvýšenie času potrebného na prepínanie medzi dvoma obsahmi, čoho výsledkom je nižšia hodnota TMT Ratio ($Z = -2.401$, $p = 0.016$), nakoľko je získaná ako TMT B / TMT A, a tým dostaneme čistý čas potrebný na prepínanie. Čím je číslo menšie, tým horšia je mentálna flexibilita. Vtáčatá mali rozdiel aj v teste pozornosti (CPT_Chybne reakcie: $Z = -2.701$, $p = 0.007$), kde urobili menej chýb 2. typu, menej reakcií navyše (na podnet X) ráno ako večer.

U sov bol naopak, ako jediný nájdený, rozdiel v chybovosti 1. typu. Sovy mali v teste pozornosti (CPT_Opomenutia: $Z = -2.207$, $p = 0.027$). menej opomenutí (menej vynechaných reakcií na stimul) vo večernom meraní. To bol však jediný signifikantný rozdiel medzi rannými a večernými meraniami čo je zase v zhode so štúdiou Mecacci (2004) a Schmidt kde mali sovy stabilnejší výkon po celý deň. Keďže bola signifikancia nájdená len v jednom teste výsledok nie je v zhode s našou hypotézou, že aj u sov bude rozdiel medzi ranným a večerným meraním. Stabilita výkonu u sov môže byť spojená s tréningom podávania dobrých výkonov v nepreferovaný čas, ako sme spomínali už vyššie a tiež môže byť dôvodom osobnosť jedinca a jeho motivácia. A ako uvádza Adan et al. (2012) na kognitívny výkon nemá vplyv len bdelosť a záleží aj od skúmaného procesu, nakoľko niektoré procesy je možné kompenzovať vyššími kognitívnymi funkciami.

Kvôli rozdielnym výsledkom je však vždy možné nájsť literatúru, s ktorou by boli tie naše v zhode. Je preto dôležité zamerať sa na identifikáciu testov, na ktoré nemá doba testovania ani chronotyp jedinca žiadny vplyv a je možné ich ďalej používať pri vyšetovaní pacientov a tiež vo výskumoch.

Limity

Ako sme uvádzali už vyššie, zásadnou limitou tejto štúdie je veľkosť vzorky, ktorá nám neumožnila ani použitie parametrickej metódy testovania, kvôli zložitosti výskumu. Avšak malá veľkosť vzorky nie je v štúdiách s takto špecifickou vzorkou ničím výnimočná. Schmidtová mala v štúdiu 16 sov a 16 vtáčat a Natale a Lorentzetti mali kvôli deleniu

participantov na rôzne výskumné skupiny 11 ľudí v jednej vzorke. Pozitívom však je, že vzorka sa neskladá zo študentov.

Ďalšou limitou bolo testovanie cez víkend. Tento čas sme si zvolili z dôvodu prirodzených spánkových návykov neovplyvňovaných pracovnými povinnosťami. Ako sa ukázalo nie všetci participanti boli ochotný „obetovať“ víkend, najmä v letných mesiacoch, a tiež kvôli „sovej dospávacej“ sobote, ktorú nám reflektovali zúčastnení participanti ako deň kedy sa dospáva deficit z celého týždňa a teda je znížená fyzická aj psychická výkonnosť. Riešením by mohlo byť, tak ako v štúdiu od Schmidtovej et al (2015), že by boli participanti inštruovaní aby nejaký čas pred meraním spávali podľa svojich preferencií. No zároveň sa vďaka víkendovému testovaniu zúčastnili bežne pracujúci ľudia, ktorí by cez týždeň túto možnosť nemali.

Najväčšou limitáciou našej štúdie je však to, že zatiaľ nebol splnený 3. cieľ, a to, identifikovať batériu testov, ktorá je vhodná na vyšetrenie kognitívneho deficitu nezávisle na chronotype a čase testovania. Na základe predbežných výsledkov sa však ukazuje, že sú testy, ktoré by sa mali zadávať s opatrnosťou ak nevieme chronotyp testovaného, prípadne dohliadať aby neprebiehalo testovanie v príliš skorú, či neskorú dobu. Výsledky však ešte nie sú definitívne nakoľko je otestované len malé množstvo vyhranených typov.

Tento výskum však stále prebieha a aktuálnou prioritou je navýšenie vzorky. Taktiež sa aktívne usilujeme o vzbudenie záujmu verejnosti o problematiku cirkadiánnych rytmov prostredníctvom rôznych prednášok na festivaloch, v školách či konferenciách, ale tiež založením skupiny na sociálnych sieťach za účelom zdieľania novínok ohľadom spánku či rôznych možností jeho úpravy a tým problematiku čiastočne spopularizovať a dostať do povedomia populácie. Tak isto chceme vo výskume chronotypu pokračovať aby sme splnili cieľ a priniesli batériu testov, ktorá sa bude môcť ďalej využívať nie len pri výskume ale aj v bežnej klinickej praxi bez intervenujúcich premenných.

Záver

V tejto štúdií sme sa zamerali na zistenie vplyvu chronotypu a času testovania na výsledky kognitívnych testov. Z výsledkov vyplýva, že existuje rozdiel medzi výkonmi výrazne ranných a výrazne večerných typov. Na základe porovnania výkonov získaných z podrobného neuropsychologického testovania sme zistili významné rozdiely medzi výkonmi chronotypov v preferovaný a nepreferovaný čas. Výsledky našej štúdie odhalili testy, ktorých výsledné skóre je ovplyvňované interakciou času dňa a chronotypu. Tým môže pri vyšetovaní kognitívneho deficitu, ktorý je bežnou súčasťou neuropsychologického vyšetrenia prísť ku skreslení výsledkov. Tak isto dochádza ku skresľovaniu výsledkov výskumov chronotypov z dôvodu rozdielnosti použitých metód, vzorky a tiež času testovania. Je preto nesmierne dôležité nie len brať ohľad na subjektívne preferencie participantov, ale tiež testy zisťujúce chronotyp jedinca zahrnúť medzi bežnú súčasť psychologického vyšetrenia.

Literatúra

- Adan, A., Almirall, H. (1991). Horne and Östberg morningness-eveningness questionnaire. A reduced scale. . *Personality and Individual Differences*, 12(3), 241-253.
- Ancoli, S. et al. (2003). The role of Actigraphy in the Study of Sleep and Circadian Rhythms. *American academy of sleep medicine review paper*, 342-392.
- Aschoff, J. (1965). Circadian Rhythms in Man. *Science*. 148, 1427-1432.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. . (1971). The control of short-term memory. *Scientific American*, 255, 82-90.
- Atkinson, R.C., Schiffrin R.M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *The psychology of learning and motivation*, 2, 89-195.
- Baars, B.J., Franklin, S. (2003). How conscious experience and working interact. *Trends in cognitive sciences*, 7 (4), 166-172.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Science*, 417-423.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews. Neuroscience*, 4, 829-839.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J.,. (1974). Working memory. *The psychology of learning and motivation*, 8, 47-89.
- Baddeley, A., Kopelman, M. D., Wilson, B. A. (2002). *The handbook of memory disorders*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Berger, J. (1995). *Biorytmy*. Praha: Paseka.
- Bezdíček. O., Motak, L., Axelrod, B. N., Preiss, M., Nikolai, T., Vyhnalek, M., Poreh, A., Růžička, E., . (2012). Czech version of the Trail Making Test: Normative data and Clinical Utility. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 27 (8), 906-914.
- Bittencourt, L. R. A. et al. (2010). Chronobiological Disorders: Current and Prevalent Conditions. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 21-32.
- Bouček, J., et al. (2003). *Obecná psychiatrie*. Olomouc: UP v Olomouci, Lékařská fakulta.

- Brown, R. E., et al. (2012). Control of sleep and wakefulness. *Physiological Reviews*. 92, 1087-1187.
- Brožek, L. (2017). Pozornost. In P. Kulišťák, *Klinická neuropsychologie v praxi*. 1. vyd. (s. 97-118). Praha: Karolínium.
- Cohen, N. J., & Squire, L. R.,. (1980). Preserved learning and retention of pattern analyzing skill in amnesia: Dissociation of knowing how and knowing that. *Science*, 210 (4466), 207-210.
- Conners, C. K. (2014). *Conners Continuous Performance Test. 3rd Edition* . Canada: Multi-Healt Systems Inc.
- Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. In P. Miyake A. & Shah, *Models of Working Memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (s. 62-101). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Czeisler, C.A., et al. (1999). Stability, precision, and near-24-hour period of the human circadian pacemaker. *Science*. 284 (5423), 2177-2181.
- Čechová, V., Rozsypalová, M. (2001). *Obecná psychologie*. 5. vyd. Brno: Národní centrum ošetrovatelství.
- Čechová, V., Rozsypalová, M. (2012). *Obecní psychologie*. Praha: H&H.
- Černák, P. (2009). Neurobiológia cirkadiánných rytmov a klinické aplikácie. *Psychiatria pre prax*, 160 - 163.
- Doskin, V. A., Lavrentievová, N. A. (1983). *Rytmy života*. Martin: Osveta.
- Doskin, V. A., Lavrietinová, N. A. (1983). *Rytmy života*. Martin: Osveta.
- Doubek, P. (2012). *Chronobiologické léčba psychických poruch*. Praha: Mladá Fronta.
- Doubek, P. et al. (2014). Chronoterapie: Moderní přístupy v léčbě afektivních poruch. *Budoucnost péče o duševní nemocné v souvislostech* (s. 71-75). Brno: Psychiatrická společnost ČLS JEP.
- Řuríková, M., Sarmány-Schuller, I. (2014). Chronobiologické aspekty učenia sa študentov-ranný a večerný typ. *Fenomén svobody v kontextu psychologie a filosofie* (s. 23-31). Praha: Českomoravská psychologická společnost.

- Ďuríková, M., Sarmány-Schuller, I. (2014). Chronopsychologické aspekty učenia sa študentov - ranný a večerný typ. *Fenomén svobody v kontextu psychologie a filosofie* (s. 23-31). Praha: Českomoravská psychologická společnost.
- Engle, R. W., Tuholskil, S. W., Laughlin, J. E. & Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, 309-331.
- Fabri, M., Antonietti, A., Giorgetti, M., Tonetti, L., Natale, N. (2007). Circadian Typology and Style of Thinking Differences. *Learning and Individual Differences*, 17, 175-180.
- Frank, E. (2007). Interpersonal and social rhythm therapy: an intervention addressing rhythm dysregulation in bipolar disorder. *Dialogues Clin Neurosci*, 325-332.
- Gauillaumond, F. et al. (2005). Differential control of Bmal1 circadian transcription by REV-ERB and ROR nuclear receptors. *Journal of Biological Rhythms*, 20, 391-403.
- Giampietro, M., & Cavallera, G. M. (2007). Morning and Evening Types and Creative Thinking. *Personality Individual Differences*, 42, 453-463.
- Gibbs, F. P. (1983). Temperature dependence of the hamster circadian pacemaker. *American Journal of Physiology*, 244, 607-610.
- Gillette, M. U. et al. (1991). SCN ELECTROPHYSIOLOGY IN VITRO: RHYTHMIC ACTIVITY AND ENDOGENOUS CLOCK PROPERTIES. In R. M. D.C. Klien, *Suprachiasmatic Nucleus: The Mind's Clock* (s. 125-143). New York: Oxford University Press.
- Hartl, P., Hartlová, H. (2010). *Velký psychologický slovník*. Praha : Portál.
- He, Y. M., et al. (2016). Melatonin modulates the functions of porcine granulosa cells via its membrane receptor MT2 in vitro. *Animal Reproduction Science*, 164-172.
- Heretik, A., Czop, O. (2015). Pracovní paměť a exekutivní funkce. Koncepce, vztahy a kontroverze. *Annales Psychologici*, 2(16), 67-80.
- Homolka, J. et al. (2010). *Monitorování krevního tlaku*. Praha: Grada Publishing.
- Horne, J. A., Ostberg, O. (1976). A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *International Journal of Chronobiology*, 97-110.

- Howell, A. J., Digdon, N. L., Buro, K., Sheptycki, A. R. (2008). Relations among mindfulness, well-being, and sleep. *Personality and Individual Differences*, 773-777.
- Illnerová, H., Sumová, A. (2008). Vnitřní časový systém. *Psychiatrie pro praxi*. 9 (5), 224-227.
- Illnerová, H., Sumová, A. (2011). Vnitřní časový systém. *Medicina pro praxi*, 374-378.
- Janečková, D. (2014). *Cirkadiánní preference*. Olomouc: Vydavatelství Filozofické fakulty UP.
- Jones, K. H., Ellis, J., Von Schantz, M., Skene, D., Dijk, D., & Archer, S. N. (2007). Age-Related Change in the Association between a Polymorphism in the PER3 Gene and Preferred Timing of Sleep and Waking Activities. *Journal of Sleep Research*, 16, 12-16.
- Kalat, J. W. (2009). *Biological psychology*. Wadsworth: Cengage Learning.
- Kantermann, T., Sung, H., Burgess, H. J., . (2015). Comparing the Morningness-Eveningness Questionnaire and Munich Chronotype Questionnaire to the Dim Light Melatonin Onset. *Journal of Biological Rhythms*. 30 (5), 449-453.
- Kassin, S. (2007). *Psychologie*. Brno: Computer press.
- Kaufman, A. S. (1996). Comparison of Three WISC-III Short Forms: Weighing Psychometric, Clinical and Practical Factors. *Journal of Clinical Child psychology*. 25(1), 97-105.
- Kaur, C., Linge, E. A. (1999). Effects of melatonin on macrophages/microglia in postnatal rat brain. *Journal of Pineal Research*. 26 (3), 158-168.
- Kerkhof, G. A. (1985). Inter_Individual Differences in the human Circadian System: A Review. *Biological Psychology*, 20(2), 83-112.
- Klucká, J., Volfová, P. (2009). *Kognitivní trénink v praxi*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing.
- Kopeček, M. (2007). Psychomotorické tempo, rychlost řeči a myšlení. *Psychiatrie pro praxi*, 8(5), 213-215.
- Koukolík, F. (2012). *Lidský mozek*. Praha: Galén.
- Krámská, L. (2017). Neuropsychologie cévních mozkových příhod. In P. Kulišťák, *Klinická neuropsychologie v praxi* (s. 279-308). Praha: Karolínium.
- Krivá, L. (2013). *Stroopov Test*. Praha: Hogrefe-Testcentrum.
- Kulišťák, P. (2011). *Neuropsychologie*. Praha: Portál.

- Kulišťák, P. (2017). *Klinická neuropsychologie v praxi*. Praha: Karolinum.
- Leak, R.K., Moore, R.Y. (2001). Topographic organization of suprachiasmatic nucleus projection neurons. *Journal of Comparative Neurology*, 312-334.
- Lemmer, B. (2009). Discoveries of rhythms in human biological functions: a historical review. *Chronobiology International*. 26 (6), 1019-1068.
- Loureiro, F., Garcia-Marques, T. . (2015). Morningness or Eveningness? Which type are you? Self assessment of chronotype. *Personality and individuals differences*, 168-171.
- Matchock, R., Mordkoff, J. (2008). Chronotype and time-of-day influences on the alerting, orienting, and executive components of attention. *Exp. Brain Res*, 115-123.
- Mecacci, L., Righi, S., Gastone, R. (2004). Cognitive failures and circadian typology. *Personality and Individual Differences*, 107-113.
- Mendelson, W. B. (2007). Combining pharmacologic and nonpharmacologic therapies for insomnia. *Journal of clinical psychiatry*. 68(5), 19-23.
- Mendlewicz, J. (2009). *Circadian rhythms and Depression: Current understanding and New Therapeutic Perspectives*. Cedex: Wolters Kluwer Health.
- Moore, R. Y. (2006). Biological Rhythms and Sleep. In T. Lee-Chiong, *Sleep: A Comprehensive Handbook* (s. 25-29). New York: John Wiley and Sohn.
- Moore,R.Y., Eichler,V.B. (1972). Loss of circadian adrenal corticosterone rhythm following suprachiasmatic lesions in the rat. *Brain Research*, 201-206.
- Muro, A., Gomá-i-Freixane, M., Adan, A., & Cladellas, R. (2011). Circadian Typology, Age, and the Alternative Five-Factor Personality model in an Adult Women Sample. *Chronobiology International*, 28(8), 690-696.
- Mysliviček, J., et al. (2009). *Základy neurověd*. Praha: Triton.
- Natale, V. et al. (2006). Additional validity evidence for the reduce version of the Morningness-Eveningness Questionnaire (MEQr). *Sleep and Hypnosis*, 8 (2), 47-53.
- Natale, V., Alzani, A., (2001). Additional validity evidence for the composite scale of morningness. *Personality and Individual Differences*, 30(2), 293-301.
- Natale, V., Alzani, A., & Cicogna, P. (2003). Cognitive efficiency and circadian typologies: a diurnal study. *Personality and Individual Differences*, 35(5), 1089-1105.

- Natale, V., Lorenzetti, R. (1997). Influence of morningness-eveningness and time of day on narrative comprehension. *Personality and Individual Differences*, 23(4), 685-690.
- Nevšimalová, S., Illnerová, H.,. (2007). Poruchy cirkadiálního rytmu. In S. Š. Nevšimalová, *Poruchy spánku a bdění* (s. 191-208). Praha: Galén.
- Nolen-Hoeksema, S., et al. (2012). *Psychologie Atkinsově a Hilgarda*. Praha: Portál.
- Nováková, M., et al. (2011). Salivary melatonin rhythm as a marker of the circadian system in healthy children and those with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Chronobiology International*. 30 (4), 630-637.
- Ostberg, O. (1973). Interindividual Differences in Circadian Fatigue Patterns of Shift Workers. *British Journal of Industrial Medicine*, 30(4), 341-351.
- Plháková, A. (2003). *Učebnice obecné psychologie*. Praha: Academia.
- Plháková, A. (2013). *Spánek a snění*. Praha: Portál.
- Preckel, F., Lipnevich, A. A., Schneider, S., Roberts, R. D. (2011). Chronotype, cognitive abilities, and academic achievement: A meta-analytic investigation. *Learning and Individual Differences*, 483-492.
- Preiss, M., Bartoš, A., Čermáková, R. . (2012). *Neuropsychologická baterie Psychiatrického centra Praha*. 3. vyd. Praha: Psychiatrické centrum Praha.
- Preiss, M., Křivohlavý, J. (2009). *Trénování paměti a poznávacích schopností*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing.
- Preiss, M., Kučerová, H. (2006). *Neuropsychologie v psychiatrii*. Praha: Grada Publishing.
- Ralph, M. R. et al. (1990). Transanted suprachiasmatic nucleus determines circadian period. *Science*, 975-978.
- Ramsey, K. M. et al. (2007). The clockwork of metabolism. *Annu Rev Nutr*. 27 , 219-240.
- Ramsey, K. M., Marcheva, B., Koshaka, A., Bass, J. (2007). The clockwork of metabolism,. *Annu Rev Nutr*, 27, 219-240.
- Richter, C. P. (1975). Deep hypothermia and its effect on the 24-hour clock of rats and hamster. *John Hopkins Medical Journal*, 1-10.

- Roenneberg, T., Wirz-Justice, A., Mellow, M. (2003). Life between Clocks: Daily Temporal Patterns of human Chronotype. *Journal of Biological Rhythms*, 18(1), 80-90.
- Sack, R. L. (2010). Jet Lag. *New England Journal of Medicine*, 362(5), 440-447.
- Schmidt, Ch. et al. (2015). Chronotype and time of day modulate working memory-dependent cerebral activity. *Frontiers in neurobiology*, 6, 1-9.
- Schmith, C.S., Reilly, C., Midkiff, K. (1989). Evaluation of Three Circadian Rhythm Questionnaires with Suggestions for an Improved Measure of Morningness. *Journal of Applied Psychology*, 74(5), 728-738.
- Schneider, M. L. D. M., et al. (2011). Morningness-eveningness, use of stimulants, and minor psychiatric disorders among undergraduate students. *International Journal of Psychology*, 46(1), 18-23.
- Skočovský, K. D. (2004). Chronopsychologie: výzkum rytmicity v lidském chování a prožívání. *Československá psychologie*, 48, 69-73.
- Smith, H. et al. (2010). The validity of wireless iButtons and thermistors for human skin temperature measurement. *Physiol. Meas.* 31, 95-114.
- Sollars, P. J., Pickard, G. E. (2015). The neurobiology of Circadian Rhythms. *Psychiatr Clin North Am.*, 38 (4), 645-665.
- Song, J., Stough, C. (2000). The relationship between morningness-eveningness, time-of-day, speed of information processing, and intelligence. *Personality and Individual Differences* 29 (200), 1179-1190.
- Stephan, F.K., Zucker, I. . (1972). Circadian rhythms in drinking behavior and locomotor activity of rats are eliminated by hypothalamic lesion. *Proceedings of the National Academy of Science*, 1583-1586.
- Sternberg, R. J. (2002). *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál.
- Suchá, J. (2010). *Trénujte si paměť. 1. vyd.* Praha: Portál.
- Svoboda, M., Češková, E., Kučerová, H. (2006). *Psychopatologie a psychiatrie. 1. vyd.* Praha: Portál.
- Szente, V. (2012). *Úloha exekutivních funkcí v prospektivní paměti*. Brno: Diplomová práce.
- Šmarda, J. et al. (2004). *Biologie pro psychology a pedagogy*. Praha: Portál.

- Šonka, K., et al. (2007). *Poruchy spánku a bdění*. Praha : Galén.
- Tankova, I. Adan, A., & Buela-Casal, G. (1994). Circadian Typology and Individual Differences: A Review. *Personality and Individual Differences*, 671-684.
- Thorpy, M. J. (2010). History of Sleep and Man. In C. P. Pollak, *The Encyclopedia of Sleep and Sleep Disorders* (s. 17-39). New York: Infobase.
- Vágnerová, M. (2012). *Psychopatologie pro pomáhající profese. 5. přepracované a rozšířené vyd.* Praha: Portál.
- Vargas, A., Buston-Obregón, E., Hartley, R. (2011). Effect of hypoxia on epididymal sperm parameters and protective role of ibuprofen and melatonin. *Biological Research*. 44 (2), 161-167.
- Vávrová, Z. (2014). *Cirkádiánní preference ve vztahu k osobnosti*. olomouc: Univezita Palackého v Olomouci.
- Wechsler, D. (1997). *Wechsler Adult Intelligence Scale - Third edition. Administration and scoring manual*. San Antonio: Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2011). *WMS-IIIa*. Praha: Hogrefe-Testcentrum.
- Wieth, M. B., & Zacks, R. T. (2011). Time of day effects on problem solving: When the non-optimal is optimal. *Thinking & Reasoning*, 17(4), 387-401.
- Willis, T., A., O'Connor, D. B., Smith, L. (2008). Investigating effort-reward imbalance and work-family conflict in relation to morningness-eveningness and shift work. *Work & Stress*, 22(2), 125-137.
- Wirz-Justice, A., Cajochen, Ch. (2012). Cirkádiánní rytmy a deprese: Možnosti chronobiologické léčby. *Česká a Slovenská psychiatrie*. 108(4), 198-204.
- Wittmann, M. Paulus, M. & Roenneberg, T. (2010). Decreased Psychological Well-Being in Late "Chronotypes" Is Mediated by Smoking and Alcohol Consumption. *Substance Use & Misue*, 45(1-2), 15-30.
- Wittmann, M., Dinich, J., Mellow, M., Roenneberg, T. (2006). Social Jet Lag: Misalignment of Biological and Social Time. *Chronobiol. Int.* 23 (1-2), 497-509.

- Yoo, S. H., et al. (2004). LUCIFERASE real-time reporting of circadian dynamics reveals persistent circadian oscillations in mouse peripheral tissues . *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*. 101 , 5339-5346.
- Zavada, A. et al. (2005). Comparison of the Munich Chronotype Questionnaire with the Horne-Ostberg's Morningness-Eveningness Score. *Chronobiol. Int.*, 22(2), 267-278.
- Zucconi, M., Ferri, R. (2014). Assessment of sleep disorders and diagnostic procedures. *European Sleep Research Society*, 95-109.

Zoznam obrázkov a tabuliek

Obr. č. 1: Schéma molekulárneho mechanizmu cirkadiánnych hodín v bunkách SCN

Obr. č. 2: Spätnoväzobné pôsobenie niektorých biorytmov na SCN

Obr. č. 3: Schéma časových rozdielov jednotlivých fáz

Obr. č. 4: Baddeley a Hitchov model pracovnej pamäte a jeho prepojenie s dlhodobou pamäťou

Obr. č. 5: Klasifikácia subsystémov dlhodobej pamäte vo vzťahu k neuroanatomickým štruktúram

Tab. č. 1: Rozdelenie biorytmov podľa dĺžky periódy

Tab. č. 2: Prehľad bodov a odpovedajúci chronotyp.

Tab. č.3: Tabuľka zúčastnených participantov v závislosti na pohlaví a chronotype.

Tab. č. 4: Rozdiel medzi vtáčatami a sovami v testoch IQ

Tab. č. 5: Rozdiely medzi sovami a vtáčatami v rannom meraní.

Tab. č. 6: Rozdiely medzi sovami a vtáčatami vo večernom meraní.

Tab. č. 7: Rozdiel medzi ranným a večerným meraním u vtáčat.

Tabuľka č. 8: Rozdiel medzi ranným a večerným meraním u sov.