

Chronopsychologie: výzkum rytmicity v lidském chování a prožívání.

Karel D. Skočovský

Centrum výzkumu vývoje osobnosti a etnicity, Fakulta sociálních studií MU v Brně, Pellicova 43, 602 00 Brno, Česká republika, e-mail: kskocovsky@email.cz

1. Úvod

V našem organismu můžeme popsat velmi rozmanité spektrum rytmů, a to jak na úrovni fyziologické, tak psychické. Téměř každá měřitelná fyziologická funkce má rytmický průběh (pro přehled viz např. Redfern, Lemmer, 1997). Rytmicitu (např. denní, týdenní, měsíční) vykazují jak fyzická výkonnost člověka (Reilly, Atkinson, Waterhouse, 2000), tak emoční i kognitivní funkce.

Na toto téma existuje velké množství studií (viz Tab. 1). Praktickým i teoretickým aplikacím těchto poznatků je u nás a na Slovensku věnována pozornost hlavně v souvislosti s prací ve směnném provozu (viz např. Daniel et al., 1998).

Cílem této studie je podat přehled základních termínů a koncepcí, s nimiž se při výzkumu rytmicity v psychologii pracuje. Proto krátce nastíníme vývoj této relativně mladé disciplíny. Dále se podrobněji zaměříme na denní rytmy, neboť patří k nejlépe prozkoumaným a mají pro praxi bezesporu největší význam. Uvedeme rovněž stručný souhrn výsledků studií zaměřených na interindividuální odlišnosti v denní rytmicitě (tzv. „ranní“ a „večerní“ typy). Zmíníme také některé aplikační oblasti těchto poznatků.

2. Základní pojmy výzkumu rytmicity

Vědní disciplína, která se zabývá výzkumem úlohy času – a zvláště rytmických změn – v živých systémech, se nazývá chronobiologie (řec. chronos = čas). Jelikož se jedná o obor u nás poměrně málo známý, uvedeme zde některé základní užívané termíny.

Rytmus definujeme jako periodickou a nenáhodnou komponentu časových řad. Základními parametry rytmu jsou perioda (trvání jednoho kompletního cyklu; označuje se řeckým písmenem τ), frekvence (f) (počet opakování cyklu za jednotku času; $f = 1/\tau$), mesor (M) (střední hodnota rytmu), amplituda (a) (výraznost rytmických změn – rozdíl mezi maximem a mesorem matematické funkce užitá k popisu rytmu), akrofáze (ϕ) (maximum funkce použité k vyjádření rytmu, obecněji maximum rytmu), nadír - minimum rytmu.

Podle délky periody rozeznáváme tři základní kategorie rytmů: (1.) ultradiánní (s periodou <20 hodin), cirkadiánní (s periodou 20-28 hodin; lat. circa = přibližně, dies = den) a infradiánní (s periodou >28 hodin).

Rytmické změny v chování a prožívání mohou mít zásadě dva zdroje: buď se jedná o rytmy endogenní, produkované samotným organismem, nebo o rytmy exogenní, vznikající jako pasivní odpověď organismu na periodické změny prostředí. Endogenní rytmy jsou synchronizovány vnějšími vlivy (např. světlem a sociálními faktory), pro které se používá termín „zeitgeber“ (z něm. „udavač času“). Je pro ně charakteristické, že přerývají i v aperiodickém prostředí bez přítomnosti synchronizujících činitelů, kde začínají „volně běžet“ (angl. „free run“) se svojí vlastní periodou, odlišnou od dvacetičtyřhodinového cyklu. Jejich vyjádření je v běžných podmínkách „maskováno“ (angl. „masking“), popřípadě zcela potlačeno například aktivitou, příjmem potravy nebo úrovní motivace (v případě výkonu).

2.1. Vymezení pojmu chronopsychologie

Jelikož jsou velmi dobře zdokumentovány rytmické změny ve výkonnosti, subjektivní únavě, náladě a motivačních stavech, byl navržen pojem chronopsychologie (Folkard, 1977, Fraisse, 1980), který označuje výzkum mechanismů a úlohy rytmických změn v chování a prožívání (především) u člověka. Integruje poznatky fyziologické a sociální psychologie, psychologie práce, ergonomie, bioklimatologie a jiných oborů. Chronopsychologie představuje aplikaci metodologického a pojmového aparátu chronobiologie na oblast lidského chování a prožívání.

V užším pojetí chronopsychologie zkoumá především vliv denní doby na psychické a behaviorální proměnné (Folkard, Monk, 1983). Jiní autoři (např. Fraisse, 1980), včetně autora tohoto článku, však prosazují širší pojetí chronopsychologie, kdy je bráno v úvahu celé spektrum rytmů, od rytmů ultradiánních až po rytmy související s menstruačním cyklem a ročními obdobími (viz Tab. 1). V následujícím přehledu se však zaměříme především na rytmy cirkadiánní.

2.2. Stručná historie chronopsychologie

I když pojem chronopsychologie je relativně nový, výzkum denní rytmicity ve výkonnosti a psychofyzických funkcích má již více než stoletou tradici (přehled viz Lavie, 1980). Rané období výzkumu uvedl v roce 1885 Ebbinghaus, který ve svých experimentech zjišťoval vliv denní doby na čas potřebný k zapamatování seznamu smysluprostých slabik. V roce 1887 zkoumal Lombard změnu intenzity patelárního reflexu v průběhu dne. Na jeho práci navázali počátkem 90. let 19. století Dressler (tapping na Morseově klíči) a Bergstrum (řada komplexních úkolů, jako třídění karet, klasifikace slov, paměťové úlohy, čtení a přesnost volných pohybů). Vlivem „mentální únavy“ na výkonnost a subjektivní pocit únavy se zabývali mimo jiné i Kraepelin a Thorndike.

V prvních desetiletích 20. století se objevila řada studií, které se snažily určit obecné „výkonnostní křivky“, „pracovní křivky“ či „křivky únavy“ v průběhu dne a noci, zvláště při směnném provozu (souhrn viz Kleitman, 1963). S rozmachem letecké dopravy se výzkum zaměřil na problém vlivu posunu fáze vnitřních biologických hodin na zdravotní stav a výkonnost pilotů i cestujících (tzv. jet lag syndrom).

Mimořádný přínos znamenaly především výzkumy v tzv. „časové izolaci“ (v prostředí bez údajů o aktuálním čase). Pokusné osoby žily po dobu několika týdnů ve stálých podmínkách podzemní laboratoře bez informací o denní době, s možností volně si řídit svůj denní režim. Ukázalo se, že za takových okolností může dojít k vnitřní desynchronizaci některých rytmů. Například rytmus spánku a bdění mívá jinou délku periody než rytmy ve fyziologických funkcích (pro přehled viz Wever, 1979).

Vedle spontánní desynchronizace je ve výzkumu používána i desynchronizace řízená (angl. forced). Pokusné osoby přijímají umělý cyklus spánku a bdění (např. o délce 20 nebo 28 hodin), kterému se rytmy ostatních nepřizpůsobí a přecházejí na „volný běh“. Výsledky těchto studií vedly k sestavení řady matematických modelů regulace subjektivní bdělosti a výkonu v průběhu dne (viz níže).

Poslední přibližně tři desetiletí jsou charakterizována snahou o integraci výzkumu spánku a spánkové deprivace a výzkumu rytmicity ve výkonnosti v průběhu dne (viz vynikající přehledovou monografii Turek, Zee, 1999). Do centra pozornosti se dostala témata zaměřená na interindividuální odlišnosti v denních rytmech a neurofyziologické a genové mechanismy „biologických hodin“. Zároveň se rozvíjí studium krátkodobých (ultradiánních) rytmů,

menstruačního cyklu i sezónních rytmů u člověka a jiných živočichů. Objevuje se snaha o aplikaci těchto poznatků v medicíně, ergonomii, psychologii, školství a jiných oblastech.

Tab. 1 Příklady rytmicity v některých fyziologických, psychologických a behaviorálních charakteristikách

Kat.	Perioda	Podkategorie	Příklady	Odkaz
Ultradiánní	<20 h.	Cirk(a)horální (cca 1 h.)	Hormonální pulzy: (GnRH, LH aj.)	Lloyd, Rossi, 1992
		Ostatní	Relativní hemisférická dominance Biologická tendence k usnutí Výkon krátkodobé paměti Výběrový reakční čas	Shannahof-Khalsa, 1993 Lavie, 1992 Bossom et al., 1983 Shub, Ashkenazi, Reinberg, 1997
Cirkadiánní	20-28 h.	Cirkadiánní (24 +/- 4 h.) (Denní)	Relativní hemisférická dominance Subjektivní aktivace Elektrodermální aktivita Kvalita nálady Pozornost Výběrový reakční čas Výkon krátkodobé paměti Senzomotorický výkon (tapping apod.) Vizuální vnímání Auditivní vnímání Vnímání bolesti Vnímání času	Corbera, Grau, Vendrell, 1993 Adan, Guàrdia, 1993 Hot et al., 1999 Thayer, 1989, Watson, 2000 Monk, Leng, 1982 Reinberg et al., 1997 Johnson, et al., 1992 Monk, Leng, 1982 Roennenberg, Lotze, Steinbüchel, 1992 Lotze et al., 1999 Lambrecque, Karzazi, Vanier, 1997 Campbell, Murphy, Boothroyd, 2001
Infradiánní	>28 h.	Cirkaseptánní (7 +/- 3 d.) (Týdenní)	Kvalita nálady Sebevražednost Sexuální chování	Watson, 2000 Räsänen et al., 2002 Palmer et al., 1982
		Cirkatrigintánní (30 +/- 5 d.) (Menstruační, měsíční)	Kvalita nálady (u žen) Libido (u žen) Vizuální senzitivita (u žen) Auditivní senzitivita (u žen) Vnímání bolesti (u žen)	Watson, 2000 Regan, 1996 Parlee, 1983 Parlee, 1983 Riley et al., 1999
		Cirkanuální (1 r. +/- 2 m.) (Roční)	Kvalita nálady Sebevražednost Sexuální chování	Watson, 2000 Räsänen et al., 2002 Wellings et al., 1999

3. Cirkadiánní / diurnální chronopsychologie

Ačkoliv se termíny „cirkadiánní“ a „diurnální“ rytmicita často používají zaměnitelně, je z metodologických důvodů nutné oba výrazy od sebe odlišovat. O diurnálním rytmu hovoříme v situaci, kdy danou proměnnou měříme pouze během aktivní části dne (od probuzení do ulehnutí: spánek pokusných osob není narušován). Naproti tomu měření cirkadiánních rytmů vyžaduje, aby pokusné osoby po dobu nejméně 24 hodin bděly (jedná se o tzv. „round-the-clock“ studie).

Cirkadiánní rytmy u savců jsou řízeny párovými suprachiasmatickými jádry (zkratka SCN), nacházejícími se v předním hypotalamu přímo nad křížením zrakových nervů. Jedná se o skupiny asi deseti tisíc neuronů, které mají přímé spojení se sítnicí, a tak mohou být synchronizovány působením vnějšího osvětlení. Z SCN míří dráhy do paraventriculárního jádra, epifýzy a jiných oblastí. Tato jádra jsou rovněž zdrojem aktivujícího signálu, který ovlivňuje subjektivní bdělost a výkon (Turek, Zee, 1999).

Pro potřeby ergonomie a pedagogiky je důležité znát zákonité změny ve výkonnosti pracovníků a žáků v průběhu dne. Uvádění obecné „křivky výkonnosti během dne“ pro všechny typy úkolů je však zavádějící, pokud nebereme ohled na interindividuální rozdíly (ranní/večerní „typy“ jedinců) a specifika jednotlivých výkonových funkcí (pracovní paměť, pozornost apod.). Totéž se týká i uvádění konkrétních časových údajů o průběhu „křivky výkonnosti.“

Jelikož zatím není možné zjišťovat fázi vnitřních biologických hodin (SCN) přímo, používá se pro tento účel jako „zlatý standard“ rytmus v bazální tělesné teplotě (BTT). Je proto výhodné kvůli možnosti srovnání výsledků rozdílných studií uvádět fázový vztah sledované proměnné k rytmu BTT. Ten dosahuje akrofáze (maxima) ve večerních hodinách (přibližně mezi 18. a 20. hodinou) a nadiru brzy ráno (mezi 4. a 6. hodinou). Jako referenční bod se ve studiích používá nadir tohoto rytmu.

Narozdíl od měření denních rytmů fyziologických proměnných se výzkum v psychologii potýká s řadou metodologických obtíží. Na rytmicitu ve výkonu a prožívání má vliv řada faktorů, mezi něž patří například vliv učení, úroveň motivace, validity a reliability použitých testových metod, intervaly mezi jednotlivými měřeními a samozřejmě příslušnost k ranním/večerním typům. Jelikož nebyly tyto proměnné kontrolovány ve všech studiích, jsou získané výsledky v některých případech konfliktní.

3.1. Denní průběh vigilance a kognitivního výkonu: obecné principy

Na základě výsledků velkého množství výzkumů vlivu denní doby na subjektivní bdělost a kognitivní výkon (pro přehled viz Adan, 1993, Carrier, Monk, 1999, 2000) můžeme vyvodit některé obecnější závěry. Bylo totiž zjištěno, že se často objevují dva vrcholy subjektivní bdělosti (aktivace) a výkonu v některých úkolech: první pozdě dopoledne a druhý pozdě odpoledne či brzy večer. V těchto obdobích je také nejdelší spánková latence, je zaznamenáno snížení počtu dopravních nehod a pracovních úrazů v důsledku ospalosti a mikrospánku. Někteří autoři proto hovoří o ranní a odpolední „zóně udržování bdělosti“ [wake maintenance zone] nebo o „zóně zakázaného spánku“ [forbidden zone for sleep] (Broughton, 1998, Lavie, 1992).

Subjektivní bdělost a výkon jsou naopak sníženy bezprostředně po probuzení vlivem tzv. „spánkové setrvačnosti“ [sleep inertia]. Ta obvykle nepřetrvává déle než 30 minut. Záleží ovšem na spánkové fázi, ze které byl subjekt probuzen, na délce předcházejícího spánku a na denní době. Má rozdílný dopad na různé kognitivní funkce (Tassi, Muzet, 2000).

Rovněž v brzkých odpoledních hodinách (typicky po obědě) někteří jedinci pocítují nárůst ospalosti (tzv. postprandiální pokles bdělosti; používá se i pojem „zóna zdřímnutí“ [nap

zone]). V této době zaznamenáváme např. zvýšený počet dopravních nehod způsobených mikrospánkem řidiče (Pack et al., 1995). Příjem většího množství jídla však není postačující příčinou tohoto jevu. Zdá se, že se jedná o částečně biologicky určenou vlastnost cirkadiálního systému (Broughton, 1998). Mimo to zde hrají v některých zeměpisných šířkách výraznou roli sociální a kulturní faktory (odpolední siesta).

3.2. Teorie řízení kognitivního výkonu a subjektivní aktivace v průběhu dne

S nárůstem počtu studií, které se zaměřovaly na vliv denní doby na výkonnost člověka, se začaly objevovat i některé teorie, které se snažily tyto výsledky interpretovat. Některé z nich zde ve stručnosti zmíníme.

Gates (1916, podle Carrier, Monk, 2000) vycházel z Howellovy anemické teorie spánku, když navrhl teorii, podle níž je „spánková setrvačnost“ obdobím regenerace mozku z podmínek sníženého prokrvení („anemie“) během spánku.

Kleitman (1963) v řadě experimentů zjistil paralelní průběh rytmů některých kognitivních funkcí s rytmem tělesné teploty. Domníval se, že změny ve výkonnosti jsou přímo způsobeny změnami v tělesné teplotě. Vyšší teplota podle něj znamená vyšší rychlost metabolických, a tedy i mentálních procesů. To ho vedlo k návrhu, aby se k určení úrovně aktivace a výkonu používalo měření teploty, a nikoliv výkonové testy, které jsou zbytečně časově náročné.

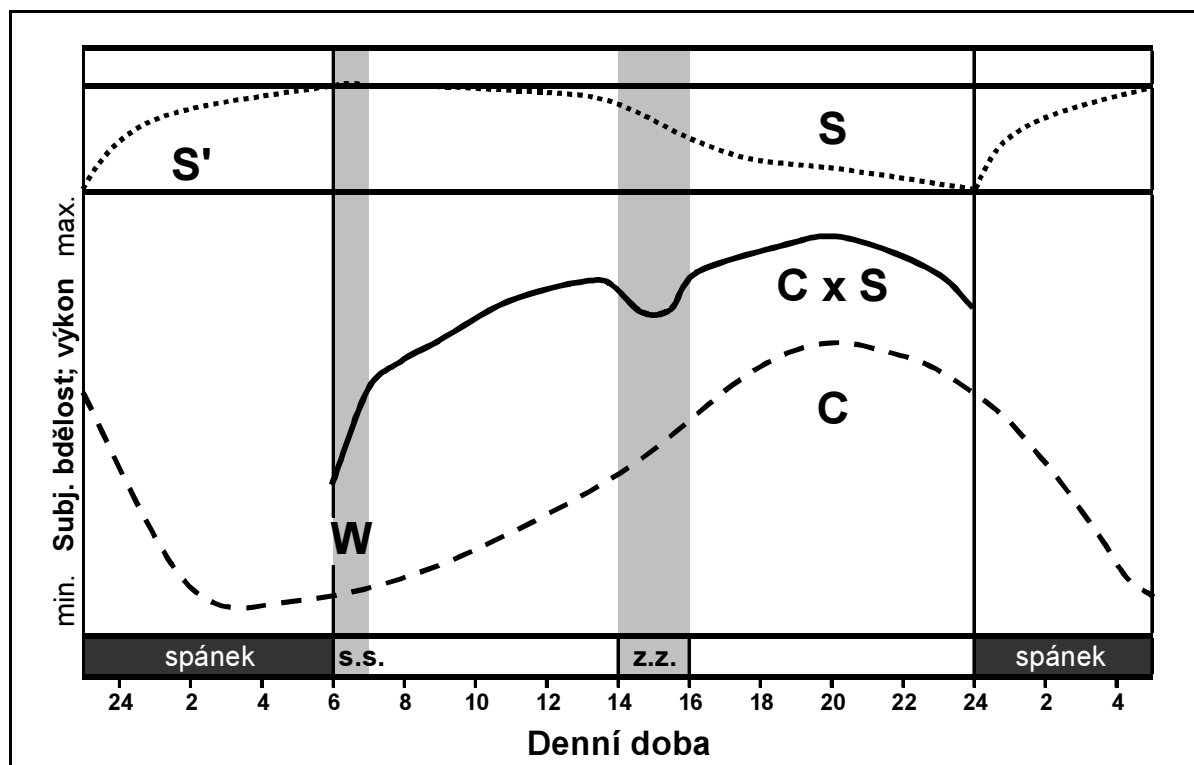
Colquhoun a jeho spolupracovníci (Hockey, Colquhoun, 1972) interpretovali výsledky studií odlišně. Podle nich je výkon zprostředkován úrovní aktivace (arousalu), která probíhá paralelně s teplotou. Na základě svých výsledků vyvodili závěr, že mezi úrovní aktivace a výkonem existuje vztah ve tvaru obrácené U-křivky. Přispěli také údajem o tom, že paralelismus mezi výkonem a teplotou přetvárá i v podmínkách směnného provozu.

Na základě výsledků studií „volně běžících“ i desynchronizovaných rytmů v časové izolaci byla vyvinuta řada modelů určených k předpovědi denního průběhu subjektivní bdělosti a výkonu některých kognitivních funkcí se značně propracovaným matematickým základem. Většina z nich vznikla úpravou starších modelů regulace spánku a ospalosti. Současné modely (Broughton, 1998, Folkard et al., 1999, Jewett, Kronauer, 1999) pracují se třemi složkami, které spolu interagují. První z nich je homeostatická komponenta (doba, po kterou je už jedinec vzhůru), která se projevuje v ranních hodinách nejdříve pozvolným a později výraznějším poklesem subjektivní bdělosti a výkonu vlivem únavy. Druhá představuje cirkadiální komponentu, aktivační působení cirkadiálního systému (řízeného SCN), které modifikuje vliv únavy. A konečně třetí složku reprezentuje „spánková setrvačnost“. Obr. 1 představuje souhrn nejdůležitějších prvků ze současných modelů.

Třísložkový model se v různých variantách používá k vysvětlení průběhu denních rytmů aktivace a kognitivního výkonu, k předpovězení efektu spánkové deprivace, práce ve směnném provozu a syndromu jet lag. Ovšem i tento model má řadu omezení. Především je třeba zdůraznit, že úspěšně předpovídá pouze denní průběh subjektivní aktivace a na aktivaci závislých procesů. Znamená to, že není použitelný pro všechny typy výkonových funkcí. Navíc předpokládá, že denní změny ve výkonnosti mají charakter kvantitativní (nárůst/pokles aktivace) a nikoliv kvalitativní (změny kognitivní strategie).

Některé výsledky studií z poslední doby naznačují, že kvantitativní změny výkonnosti během dne mohou být zprostředkovány kvalitativními změnami ve strategii zpracování informací (Folkard, 1979). Například bylo zjištěno, že v průběhu dne dochází nejdříve k vzestupu dominance levé hemisféry při zpracovávání některých druhů informací s vrcholem okolo poledne a následně k poklesu až do večerních hodin (Corbera, Grau, Vendrell, 1993). Mohlo by to znamenat, že rytmicitu pravé a levé hemisféry je regulována odlišně. (Každá hemisféra má své suprachiasmatické jádro. Zatím se ve všech publikovaných modelech pro zjednodušení pracuje pouze s jedněmi centrálními biologickými hodinami.) Navíc paměťové

experimenty naznačují, že výbavnost informací z krátkodobé (pracovní) paměti je ráno více narušena u slov podobných akusticky a večer naopak u slov podobných sémanticky (Folkard, 1979). Zdá se tedy, že v dopoledních hodinách převažuje kódování akustické nad sémantickým a večer je tomu obráceně.



Obr. 1 Tříložkový model regulace subjektivní bdělosti a kognitivního výkonu

(Upraveno podle Broughton, 1998, Folkard et al., 1999 a Jewett, Kronauer, 1999.) S = homeostatická komponenta během bdění, S' = homeostatická komponenta v průběhu spánku, C = cirkadiánní komponenta, C x S = denní průběh subjektivní bdělosti a kognitivního výkonu (výsledek interakce C a S komponenty), s.s. (=W) = spánková setrvačnost, z.z. = „zóna zdřimnutí“.

3.3. Denní rytmy jednotlivých psychických funkcí a jejich determinanty

V následujícím oddílu se zaměříme na specifika denní rytmicity jednotlivých psychických funkcí a faktory, které na ni mají výraznější vliv.

Subjektivní aktivace a nálada

Jak již bylo zmíněno výše, subjektivní aktivace v průběhu dne narůstá, dosahuje maxima okolo poledne, po kterém může následovat mírný pokles a druhé maximum v pozdních odpoledních hodinách. Některé studie však zjistily pouze jeden vrchol okolo poledne s mírným poklesem v odpoledních hodinách (pro přehled viz Adan, 1993). Zde se promítá vliv metodologických rozdílů a teoretického rámce, který je v dané studii užíván. Například Adan a Guardia (1993), kteří přistupují k subjektivní aktivaci jako k multidimenzionální, publikovali studii, ve které byl zaznamenán dopolední vrchol energetického arousalu s následným mírným celodenním poklesem a opačný průběh u tenzního arousalu.

Watson (2000) zjistil dopolední nárůst pozitivní nálady a následně mírně vzrůstající tendenci v průběhu dne, s poklesem pozdě večer. Korelace s průběhem BTT byla vysoká.

Negativní nálada dosahovala nejvyšších hodnot v období „spánkové setrvačnosti“ a pozdě večer a narozdíl od pozitivní nálady byla její rytmicita nevýznamná.

Diurnální rytmicita v náladě má také diagnostickou hodnotu. Ranní pesimální nálady u deprese jsou uvedena v MKN - 10 jako jeden z projevů tzv. „somatického syndromu“, narozdíl od DSM IV, který pouze zmiňuje obecné poruchy spánku a cirkadiálních rytmů u depresivních stavů (Smolík, 2002).

Vnímání

Podle jedné pečlivě kontrolované studie vykazuje monokulární detekční práh zrakového vnímání cirkadiální rytmus s nejnižší citlivostí uprostřed dne, nejvyšší v noci (Roennenberg, Lotze, Steinbüchel, 1992). Fúzní práh dvou po sobě jdoucích záblesků je rovněž nejvyšší v době kolem poledne (Lotze, Treutwein, Roennenberg, 2000)¹⁾. Podobný průběh byl zjištěn i v případě detekčního (Karnicki, 1989) a fúzního práhu pro sluchové vnímání (Lotze et al., 1999).

Výsledky studií zaměřených na denní kolísání vnímání bolesti jsou poměrně nejednotné. Je to dáno především rozdíly v použitých metodách, nedostatečnou kontrolou intervenujících proměnných a malým počtem zkoumaných osob. Subjektivní intenzita bolesti při standardním podnětu je pravděpodobně nejnižší v dopoledních hodinách a naopak nejvyšší v druhé polovině noci. Citlivost zubů na bolest je nejvyšší kolem půlnoci a nejslabší bývá odpoledne (pro přehled viz Lambrecque, Karzazi, Vanier, 1997).

Vnímání času (odhadování dlouhých časových intervalů), je rovněž ovlivněno vnitřními biologickými hodinami. Subjektivní čas ubíhá nejrychleji v době poklesu teplotní křivky a nejpomaleji v její stoupající části (Campbell, 2001).

Výzkumy denních rytmů olfaktorického vnímání jsou zatím obtížně interpretovatelné. V taktilním vnímání cirkadiální rytmicita zjištěna nebyla.

Paměť

Denní průběh kapacity krátkodobé (pracovní) paměti byl dlouhou dobu považován za výjimku z pravidla paralelismu mezi teplotou a výkonem. Narozdíl od teploty totiž dosahovala výbavnost nejvyšších hodnot v pozdních dopoledních hodinách (pro přehled viz Folkard, 1982). Některé výzkumy však naznačily, že se nejedná o obecně platnou zákonitost (Johnson et al., 1992).

Kapacita krátkodobé (pracovní) paměti pro materiál kódovaný akusticky (tzv. mechanická paměť) dosahuje svého maxima v pozdním dopoledni a v průběhu dne klesá. Znamená to, že odpoledne bude výkon v úkolu zapamatování si seznamu slov či smysluprostých slabik vyšší než večer. Naopak v úkolu, kdy se jedná o zapamatování si logicky uspořádaných informací (v logické paměti) budou jedinci dosahovat vyššího výkonu odpoledne a večer než ráno (Johnson et al., 1992) a výkon bude vykazovat vysokou korelaci s tělesnou teplotou. Rovněž retence informací v dlouhodobé paměti je vyšší u materiálu naučeného odpoledne nebo večer, bez ohledu na čas, kdy dochází k vybavení (Folkard, 1982). Na tomto místě se sluší uvést doporučení „učitele národů“, J.A. Komenského: „Ranní hodiny buďtež věnovány vzdělávání rozumu a paměti, odpolední cviku ruky a hlasu. (...) To učení se upevní ještě více v hodinách odpoledních, ve kterých nemá být probíráno nic nového, nýbrž pouze opakováno totéž.“⁽²⁾

Pozornost a senzomotorický výkon

Výkon v testech zkoumajících vlastnosti pozornosti (např. Bourdonův test, číselný čtverec apod.), s nízkým zatížením pracovní paměti, má paralelní průběh s tělesnou teplotou. V tomto

případě je odpoledne a brzy večer dosahováno vyšší rychlosti při plnění úkolu, ale nižší přesnosti. Naopak úkoly se zapojením motorických funkcí (např. tapping a testy motorické koordinace) dosahují maxima výkonu kolem poledne (Monk, Leng, 1982).

Vliv stárnutí

U starších jedinců nad 70 let – zvláště u mužů – je výkon více ovlivněn homeostatickými vlivy (délkou bdění), než vnitřními cirkadiálními hodinami. Dochází ke snížení amplitudy denních rytmů ve výkonnosti i subjektivní aktivaci (Carrier, Monk, 2000). Tato skutečnost je přičítána spíše změnám v cílových orgánech, než v aktivitě samotných biologických hodin.

Individuální rozdíly v denní rytmicitě

Jedním z individuálních rozdílů, který můžeme u cirkadiálních rytmů zaznamenat, je příslušnost k tzv. „ranním“, „neutrálním“ a „večerním“ typům (používají se i termíny chronotyp, diurnální nebo cirkadiální typ). Přesněji řečeno, diurnální preference (upřednostňovaná denní doba pro optimální výkon) představuje kontinuum od extrémně ranní po extrémně večerní. Nejčastěji používaným dotazníkem ke zjištění příslušnosti k určitému chronotypu je „Morningness/eveningness questionnaire“ (MEQ) Horneho a Östberga (1976), který byl validizován i v českém prostředí (Fiala, Klepáč, 1988).

Mezi klíčové objektivní ukazatele ranní/večerní preference patří posouzení fáze biologických rytmů. Ranní a večerní typy jedinců se průkazně liší v akrofázi například rytmu bazální tělesné teploty (BTT), v průměru asi o 2 h (Baehr, Revelle, Eastman, 2000), dále v rytmu vylučování melatoninu (Liu et al, 2000) a kortizolu (Bailey, Heitkemper, 2001). Večerní typy navíc vykazují větší amplitudu rytmu BTT (Baehr, Revelle, Eastman, 2000). Je překvapivé, že rozdíly ve fázi rytmu BTT přetrvávají i v případě, kdy příslušníci ranních a večerních typů v laboratorních podmínkách dodržují stejný spánkový režim (Waterhouse et al., 2001).

Rozdíly mezi chronotypy byly zjištěny i v denním průběhu psychologických proměnných, např. v subjektivní náladě a aktivaci (Kerkhof, 1998; viz ale Watson, 2000), výběrovém reakčním čase (Buena-Casal, Caballo, García-Cueto, 1990) a vybavnosti informací z dlouhodobé paměti (Anderson et al., 1991).

Studie na dvojčatech ukázaly, že heritabilita tohoto rysu se pohybuje mezi 45-55 % (Hur, Bouchard, Lykken, 1998, Vink et al., 2001) a pravděpodobně souvisí s polymorfismem genu CLOCK (Katzenberg et al., 1998), výsledky dalších studií jsou ale zatím rozporuplné. Značný vliv zde má samozřejmě i výchova (Takeuchi et al., 2001) a kultura, ve které jedinec žije (Smith et al, 2002). Dalším faktorem, určujícím příslušnost k určitému chronotypu, je sezóna narození. Jedinci narození na podzim a v zimě mají v průměru signifikantně vyšší ranní preferenci než jedinci narození na jaře a v létě, ačkoliv tento vztah je pravděpodobně výraznější u mužů (Natale, Adan, Chotai, 2002).

Výsledky studií srovnávající pohlaví jsou konfliktní. Pokud však v některých výzkumech byl nalezen signifikantní rozdíl, pak muži dosahovali vyššího skóru večerní preference než ženy (pro přehled viz Tankova, Adan, Buena-Casal, 1994). S věkem dochází ke změně cirkadiálního systému, což je u některých jedinců v době adolescence spojeno s posunem k večerní preferenci (Carskadon, Vieira, Acebo, 1993) a přibližně od čtvrté dekády života zaznamenáváme zvýšení ranní preference (Adan, 1992).

Teoreticky zajímavou oblastí je korelace s ostatními osobnostními rysy a psychopatologií: ranní typy byly podle výsledků několika studií více introvertované, „večerní“ typy dosahovaly vyšší úroveň neuroticismu, i když výsledky jsou nejednotné (pro přehled viz Tankova, Adan, Buena-Casal, 1994). Večerní typy dosahovaly vyšších skóre v negativní afektivitě (Watson,

2000) a depresivně a úzkostnosti (Mecacci, Rochetti, 1998). Byla též zjištěna signifikantní korelace mezi příslušností k večernímu typu a škálami bulimického chování (Kasof, 2001). Ranní preference naopak kladně korelovala s rysem „svědomitost“ v „Big Five“ modelu osobnosti, dále pak s vyšší sebeúctou (self-esteem) a interním locus of control (Jackson, Gerard, 1996).

Večerní typy jedinců ve srovnání s ranními uvádějí vyšší spotřebu alkoholu, kofeinu a cigaret (Ishihara et al., 1985, Adan, 1994). Některé výsledky naznačují, že večerní preference může v adolescenci patřit mezi rizikové faktory delikventního chování (Andersson, 2001). Tyto výsledky se dají interpretovat tak, že večerní preference (tj. upřednostňování večerních aktivit) zvyšuje pravděpodobnost, že jedinec se bude účastnit rizikových a normy porušujících aktivitách, které jsou ve zvýšené míře načasovány právě do večerních a nočních hodin. Může se ovšem jednat o případ cirkulární kauzality, kdy důsledek zpětně působí na příčinu a vice versa. Zprostředkující vliv zde pravděpodobně také mají ostatní osobnostní charakteristiky, např. extraverte, impulzivita, nízká závislost na odměně apod.

Z pohledu klinické psychologie je důležitý vztah diurnální preference k subjektivně uváděné morbiditě. Ranní typy uváděly častěji potíže s udržením spánku a opětovným usnutím po probuzení ráno. Večerní typy si častěji stěžovaly na problémy s usínáním a ranní ospalost. Uváděly rovněž vyšší výskyt emočních poruch a poruch spánku (Taillard et al., 2001). Pro psychologii práce má význam zjištění, že ranní preference je často spojena s nižší tolerancí vůči směnnému provozu, zvláště vůči noční práci (Fiala, 1992, Fiala, Klepáč, 1988).

4. Ultradiánní a infradiánní chronopsychologie

Existence ultradiánních rytmtů v produkci některých hormonů (např. LH) je známa už poměrně dlouhou dobu. Krátkodobé cykly vykazuje i střídání spánku a bdění dětí do přibližně 3. měsíce po porodu. Typicky přibližně devadesátiminutovou periodicitu má i střídání spánkových stadií nonREM/REM u dospělých jedinců.

Kleitman (1963) spekoval o tom, že tento rytmus je projevem základního cyklu v mozkové aktivitě, který přetvárá i během bdění a který označil zkratkou BRAC (basic rest-activity cykle). Výzkum v následujících letech potvrdil řadu fyziologických i mentálních rytmtů o periodě 90-120 minut, např. u určitých frekvencí EEG záznamu, srdeční a dechové frekvenci, průměru zornice, reaktivitě na světlo a biologické tendence k usnutí. Rytmy o podobné periodě byly nalezeny i u psychických proměnných, jako je kupříkladu prostý reakční čas, trvání optické iluze (tzv. spirální paobraz), přesnost motorické koordinace a výkon krátkodobé paměti (pro přehled viz Lavie, 1992). Výběrový reakční čas však vykazoval rytmus o periodě podstatně delší, v řádu několika hodin (Shub, Ashkenazi, Reinberg, 1997).

Tyto výsledky jsou potvrzeny i zjištěním, že přibližně 90-120 minutový rytmus se objevuje i ve střídání úrovně hemisférické aktivity určené pomocí EEG záznamu (pro přehled viz Lloyd, Rossi, 1992, Shannahof-Khalsa, 1993).

Rada rytmických procesů a událostí má periodu o délce několika dní, týdnů, měsíců nebo i let. Například týdenní cyklus byl zjištěn u subjektivního hodnocení nálady (Watson, 2000), sebevražednosti (Räsänen, 2002), sexuální aktivity (Palmer et al., 1982) a jiných proměnných.

Relativně výrazný vliv na psychiku ženy má i menstruační cyklus. V důsledku hormonálních změn v jeho průběhu se mění např. nálada (pro přehled viz Watson, 2000), libido i sexuální aktivita (pro přehled viz Regan, 1996), senzorické procesy, např. auditivní a vizuální senzitivita (Parlee, 1983) a vnímání bolesti (Riley et al., 1999), implicitní paměť, verbální schopnosti (slovní plynulost), prostorové schopnosti (mentální rotace) a jemná motorika (Maki, Rich, Rosenbaum, 2002).

S klimatickými a sociálními změnami a významnými svátky a slavnostmi jsou spojeny i sezónní fluktuace v chování a náladě. Sezonality v sebevraždě (Räsänen, 2002) může souviset s kolísáním nálady (Watson, 2000), nezaměstnanosti, úmrtnosti a jiných faktorů v průběhu roku. Mění se navíc i sexuální chování: frekvence pohlavních styků (Wellings et al., 1999) i porodnost.

„Teorie biorytmů“: slepá ulička chronopsychologie

Základy tzv. „teorie biorytmů“ (u nás známější pod názvem „kondiciogram“) položil koncem devadesátých let devatenáctého století berlínský lékař Wilhelm Fließ, blízký přítel Sigmunda Freuda. Poprvé ji v rozsáhlejší podobě představil veřejnosti v knize „Ablauf des Lebens“ („Průběh/rytmus života“), vydané v roce 1906. Podle Fließe (1925) existují v každém živém organismu dva na sobě nezávislé cykly o periodách 28 a 23 dní, které se projevují výraznými změnami v chování, prožívání či fyziologii. Každý 23., respektive 28. den cyklu je dnem „kritickým“, kdy může například dojít k propuknutí nemoci či výraznému poklesu výkonnosti.

Od doby svého vzniku prodělala „teorie biorytmů“ řadu podstatných změn. Z třidvacetidenního cyklu se stal cyklus „mužský“, řídicí (jak někteří tvrdí) fyzickou výkonností, a z cyklu osmadvacetidenního cyklu „ženský“, emoční. Ve dvacátých letech dvacátého století Teltscher navrhl cyklus v intelektuálním výkonu o periodě 33 dnů. Později dostal průběh biorytmů tvar sinusoidy. Tím získala tato teorie tři biorytmů svoji současnou podobu, ve které se těší značné oblibě. A to navzdory existenci několika desítek studií, které jednoznačně dokazují, že tato teorie nemá empirický základ (pro přehled viz Hines, 1998).

Paralelní užívání pojmu „biorytmus“ jak pro pseudovědeckou „teorii biorytmů“, tak pro oblast výzkumu reálných biologických rytmů, vedlo k některým nedorozuměním (především ze strany laiků). Aby se jim předešlo, je v odborné chronobiologické a chronopsychologické literatuře upřednostňován téměř výhradně pojem „biologický rytmus“. S takovým přístupem se ztotožňujeme i my.

5. Aplikace poznatků chronopsychologie

Skutečnost, že výkonnost a nálada jedinců vykazuje v mnoha případech rytmický průběh, má řadu významných konsekvencí.

S rytmitou je třeba počítat při experimentálním výzkumu. Denní doba může hrát roli důležité intervenující proměnné. Totéž platí i o vlivu diurnální preference. Někteří jedinci mohou být při výkonových testech znevýhodňováni, protože se testování neprovádí v dobu jejich optimálního výkonu. Týká se to i hodnocení vývojových trendů. Například rozdíly ve výkonnosti (měřené v tutéž denní dobu) mezi skupinou mladých dospělých a skupinou starších jedinců mohou být zkresleny rozdílným načasováním vrcholu v denním rytmu (West et al., 2002).

Rytmitou může být ovlivněno i hodnocení validity a reliability některých výkonových testů. Proto může být prospěšné kontrolovat denní dobu při jejich opakované administraci. Poznatků chronopsychologie je možno využít rovněž pro sestavování denního rozvrhu práce a výuky. Tzv. pedagogická chronopsychologie zaznamenává v současné době rozmach především ve francouzsky mluvících zemích (Testu, 2000, 2002). Z našich autorů se jí věnovali např. Ďurič (1960) a Sarmány (1993).

Velký význam mají zásahy do časové struktury směnného provozu a noční práce, zvláště na místech, kde může případné selhání mít fatální následky. Díky znalosti zákonitostí rytmických změn můžeme zvýšit efektivitu práce a snížit počet pracovních úrazů i dlouhodobých zdravotních komplikací. Tato oblast je v posledních přibližně třiceti letech

v ohnisku zájmu řady vědeckých týmů (viz např. Monk, 2000, Akertstedt, 1990). Při výběru pracovníků pro dlouhodobou a práci v takovýchto podmínkách je třeba brát v úvahu také jejich diurnální preferenci.

Výše uvedená tvrzení platí samozřejmě i o jiných rytmech. Například při výzkumech mezipohlavních rozdílů je důležité kontrolovat fázi menstruačního cyklu zúčastněných žen.

6. Rytmicita jako interpretační pojem v psychologii

Rytmus (rytmicita) bezesporu patří mezi důležité interpretační pojmy v psychologii (Švancara, 1973). Týká se to nejen rytmů ve výkonnosti, kognitivních funkcích a prožívání na úrovni jedince, ale například i jevů sociálních. Periodické komponenty nalézáme například při rozboru sociální interakce a dialogu. Halberg (viz např. Halberg et al., 1999) proto navrhuje termín *chronom* (řec. *chronos* = čas, *nomos* = zákon), který představuje smysluplnou časovou jednotku, jakousi „buňku času“, analogickou buňce jako prostorové jednotce živých organismů. *Chronom* v sobě zahrnuje následující čtyři kategorie: (1.) rytmické změny, (2.) vývojové a růstové trendy, (3.) stochastický či deterministický chaos, (4.) nevysvětlenou variabilitu. Analýza *chronomů* má své uplatnění zatím převážně v biologických a lékařských vědách, ale je podle našeho názoru přínosné ji uplatnit i v psychologii, zvláště v kombinaci s teorií dynamických systémů. Toto dynamické pojetí psychologie, v níž rytmus a čas hrají podstatnou úlohu, se podle našeho názoru více blíží realitě.

7. Závěr

Závěrem lze říci, že přes jistou nejednotnost výsledků chronopsychologického výzkumu můžeme prohlásit: rytmicita v lidském chování a prožívání existuje a má svůj nepřehlédnutelný význam.

Výkonnost a prožívání během dne kolísá zpravidla paralelně s bazální tělesnou teplotou, s výjimkou úloh zapojujících pracovní paměť a motorickou složku. Tyto výsledky se pravděpodobně dají částečně vysvětlit změnou kognitivní strategie při zpracovávání informací. Podobně jsou popsány i rytmické změny ve vnímání. Řada psychických funkcí vykazuje rovněž rytmy s periodou od několika desítek minut až po měsíční a roční cykly.

Rytmicita má řadu teoretických a praktických aplikací, například v experimentálním výzkumu, optimalizaci práce, prevence pracovních úrazů apod. V budoucnosti by se měl výzkum zaměřit na hlubší poznání mechanismů rytmicity, individuální rozdíly, vztah rytmicity k psychopatologii a k osobnosti člověka. Zatím se však nacházíme pouze na začátku.

Poděkování:

Chceme na tomto místě poděkovat všem kolegyním a kolegům, kteří nás při psaní této studie podpořili. Dík patří především L. Lacinové a P. Mackovi za podnětné připomínky k rukopisu.

Literatura:

Adan, A. (1992): The influence of age, work schedule and personality on morningness dimension. *International journal of psychophysiology* 12, 95-99.

Adan, A. (1993): Circadian variations in psychological measures: a new classification. *Chronobiologia* 20, 145-162.

- Adan, A. (1994): Chronotype and personality factors in the daily consumption of alcohol and psychostimulants. *Addiction* 89, 455-462.
- Adan, A., Guardia, J. (1993): Circadian variations in self-reported activation: a multidimensional approach. *Chronobiologia* 20, 233-244.
- Akerstedt, T. (1990): Psychological and psychophysiological effects of shift work. *Scandinavian journal of work environment and health* 16, suppl.1, 67-73.
- Anderson, M.J., Petros, T.V., Beckwirth, B.E., Mitchell, W. W. (1991): Individual differences in the effect of time of day on long-term memory. *American journal of psychology* 104, 241-255.
- Andersson, A.-K. (2001): The rhythm of adolescence. Morningness-eveningness and adjustment from a developmental perspective. *Doktorská disertace, Örebro studies 22*, Örebro, Örebro university.
- Baehr, E. K., Revelle, W., Eastman, C. I. (2000): Individual differences in the phase and amplitude of the human circadian rhythm: with an emphasis on morningness-eveningness. *Journal of sleep research* 9, 117-127.
- Bailey, S. L., Heitkemper, M. M. (2001): Circadian rhythmicity of cortisol and body temperature: morningness-eveningness effects. *Chronobiology international* 18, 249-261.
- Bossom, J. (1983): Ultradian rhythms in cognitive functions and their relationship to visceral processes. *Physiology and behavior* 31, 119-123.
- Broughton, R. J. (1998): SCN controlled circadian arousal and the afternoon „nap zone“. *Sleep research online* 1, 166-178.
- Buela-Casal, G. C., Caballo, V. E., García-Cueto, E. G. (1990): Differences between morning and evening types in performance. *Personality and individual differences* 11, 447-450.
- Campbell, S. C., Murphy, P. J., Boothroyd, C. E. (2001): Long-term time estimation is influenced by circadian phase. *Physiology and behavior* 72, 589-593.
- Carskadon, M. A., Vieira, C., Acebo, C. (1993): Association between puberty and delayed phase preference. *Sleep* 16, 258-262.
- Carrier, J., Monk, T. H. (1999): Effects of sleep and circadian rhythms on performance. In: Turek, F. W., Zee, P. C. (Eds.), *Regulation of sleep and circadian rhythms*. New York, Marcel Dekker, 527-556.
- Carrier, J., Monk, T. H. (2000): Circadian rhythms of performance: new trends. *Chronobiology international* 17, 719-732.
- Colquhoun, W. P. (Ed.) (1972): *Aspects of human efficiency. Diurnal rhythm and loss of sleep*. London, English universities press.

- Corbera, X., Grau, C., Vendrell, P. (1993): Diurnal oscillations in hemispheric performance. *Journal of clinical and experimental neuropsychology* 15, 300-310.
- Daniel, J., Kubalák, M. a kol. (1998): *Psychologické aspekty smenovej práce*. Bratislava, Práca.
- Ďurič, L. (1960): *Práceschopnosť žiakov pri dvojsmennom striedavom vyučovaní*. Bratislava, SPN.
- Fiala, J. (1992): Percepce práce ve třisměnných provozech a vliv individuálního biorytmického typu. *Pracovní lékařství* 44, 18-23.
- Fiala, J., Klepáč, L. (1988a): Horší přizpůsobivost noční práci osob „ranního“ typu. *Pracovní lékařství* 40, 385-388.
- Fiala, J., Klepáč, L. (1988b): Rozdíly v denním průběhu tělesné teploty mezi ranními a večerními typy studentů. *Pracovní lékařství* 40, 202-204.
- Fliess, W. (1925): *Zur Periodenlehre*. Jena, Eugen Diederichs.
- Folkard, S. (1977): Chronopsychology, implication for education. *Chronobiologia* 4, 111.
- Folkard, S. (1979): Time of day and level of processing. *Memory and cognition* 7, 247-252.
- Folkard, S. (1982): Circadian rhythms and human memory. In: Brown, F.M., Graeber, R.C. (Eds.), *Rhythmic aspects of behavior*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 241-272.
- Folkard, S., Akerstedt, T., Macdonald, I., Tucker, P., Spencer, M. B. (1999): Beyond the three-process model of alertness: estimating phase, time on shift, and successive night effects. *Journal of biological rhythms* 14, 577-587.
- Folkard, S., Monk, T. H. (1983): Chronopsychology: Circadian rhythms and human performance. In: Gale, A., Edwards, J. A. (Eds.), *Physiological correlates of human behaviour*. Vol. II: Attention and performance. London, Academic press, 57-78.
- Fraisse, P. (1980): Éléments de chronopsychologie. *Le travail humain* 43, 353-372.
- Halberg, F., Cornélissen, G., Schwartzkopff, O., Cagnoni, M., Perfetto, F., Tarquini, R. (1999): Chronome / chrone. *Neuroendocrinology letters* 20, 101.
- Hines, T. (1998): Comprehensive review of biorhythm theory. *Psychological reports* 83, 19-64.
- Hockey, G. R. J., Colquhoun, W. P. (1972): Diurnal variation in human performance: a review. In: Colquhoun, W. P. (Ed.), *Aspects of human efficiency. Diurnal rhythm and loss of sleep*. London, English universities press, 1-23.
- Horne, J. A., Östberg, O. (1976): A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *International journal of chronobiology* 4, 97-110.

- Hur, Y.-M., Bouchard, T. J., Jr., Lykken, D. T. (1998): Genetic and environmental influence on morningness-eveningness. *Personality and individual differences* 25, 917-925.
- Ishihara, K., Miyasita, A., Inugami, M., Fukuda, K., Yamazaki, K., Miyata, Y. (1985): Differences in the time or frequency of meals, alcohol and caffeine ingestion, and smoking found between "morning" and "evening" types. *Psychological reports* 57, 391-396.
- Jackson, L. A., Gerard, D. A. (1996): Diurnal types, the "Big Five" personality factors, and other personal characteristics. *Journal of social behavior and personality* 11, 273-283.
- Jewett, M. E., Kronauer, R. E. (1999): Interactive mathematical models of subjective alertness and cognitive throughput in humans. *Journal of biological rhythms* 14, 588-597.
- Johnson, M. P., Duffy, J. F., Dijk, D. J., Ronda, J. M., Dyal, C. M., Czeisler, C. A. (1992): Short-term memory, alertness and performance: a reappraisal of their relationship to body temperature. *Journal of sleep research* 1, 24-29.
- Karnicki, C. (1989): Zależność ostrości sluchu od indywidualnego biorytmu okołodobowego ciepłoty ciała. *Otolaryngologia Polska* 43, 396-400.
- Kasof, J. (2001): Eveningness and bulimic behavior. *Personality and individual differences* 31, 361-369.
- Katzenberg, D., Young, T., Finn, L., Lin, L., King, D. P., Takahashi, J. S., Mignot, E. (1998): A CLOCK polymorphism associated with human diurnal preference. *Sleep* 21, 569-76.
- Kerkhof, G. A. (1998): The 24-hour variation of mood differs between morning- and evening-type individuals. *Perceptual and motor skills* 86, 264-266.
- Kleitman, N. (1963): *Sleep and wakefulness*. Chicago, University of Chicago press.
- Lambrecque, G., Karzazi, M., Vanier, M.- C. (1997). Biological rhythms in pain and analgesia. In: Redfern, P. H., Lemmer, B. (Eds.), *Physiology and pharmacology of biological rhythms. Handbook of experimental pharmacology*, vol. 125. Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag, 619-649.
- Lavie, P. (1980): The search for cycles in mental performance from Lombard to Kleitman. *Chronobiologia* 7, 247-256.
- Lavie, P. (1992): Ultradian cycles in sleep propensity: or, Kleitman's BRAC revisited. In: Lloyd, D., Rossi, E. L. (Eds.), *Ultradian rhythms in life processes*. London, Springer Verlag, 283-302.
- Liu, X., Uchiyama, M., Shibui, K., Kim, K., Kudo, Y., Tagaya, H., Suzuki, H., Okawa, M. (2000): Diurnal preference, sleep habits, circadian sleep propensity and melatonin rhythm in healthy human subjects. *Neuroscience letters* 280, 199-202.
- Lloyd, D., Rossi, E. L. (Eds.) (1992): *Ultradian rhythms in life processes*. London, Springer Verlag.

- Lotze, M., Treutwein, B., Roennenberg, T. (2000): Daily rhythm of vigilance assessed by temporal resolution of the visual system. *Vision research* 40, 3467-3473.
- Lotze, M., Wittmann, M., von Steinbüchel, N., Pöppel, E., Roennenberg, T. (1999): Daily rhythm of temporal resolution in the auditory system. *Cortex* 15, 89-100.
- Maki, P. M., Rich, J. B., Rosenbaum, R.S. (2002): Implicit memory varies across the menstrual cycle: estrogen effects in young women. *Neuropsychologia* 40, 518-529.
- Mecacci, L., Rochetti, G. (1998): Morning and evening types: stress-related personality aspects. *Personality and individual differences* 25, 537-542.
- Monk, T. H. (2000): What can the chronobiologist do to help the shift worker? *Journal of biological rhythms* 15, 86-94.
- Monk, T. H., Leng, V. C. (1982): Time of day effects in simple repetitive tasks: some possible mechanisms. *Acta psychologica* 51, 207-221.
- Natale, V., Adan, A., Chotai, J. (2002): Further results on the association between morningness-eveningness preference and the season of birth in human adults. *Neuropsychobiology* 46: 209-214.
- Pack, A. I., Pack, A. M., Rodgman, E., Cucchiara, A., Dinges, D. F., Schwab, C. W. (1995): Characteristics of crashes attributed to the driver having fallen asleep. *Accidents analysis and prevention* 77, 769-775.
- Palmer, J. D., Udry, J. R., Morris, N. M. (1982): Diurnal and weekly, but no lunar rhythms in human copulation. *Human biology* 54, 111-121.
- Parlee, M. B. (1983): Menstrual rhythms in sensory processes: a review of fluctuations in vision, olfaction, audition, taste, and touch. *Psychological bulletin* 93, 539-548.
- Räsänen, P., Hakko, H., Jokelainen, J., Tiihonen, J. (2002): Seasonal variation in specific methods of suicide: a national register study of 20 237 Finnish people. *Journal of affective disorders* 71, 51-59.
- Redfern, P. H., Lemmer, B. (Eds.) (1997): Physiology and pharmacology of biological rhythms. *Handbook of experimental pharmacology*, vol. 125. Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag.
- Regan, P. C. (1996): Rhythms of desire: the association between menstrual cycle phases and female sexual desire. *The Canadian journal of human sexuality* 5, 145-156.
- Reilly, T., Atkinson, G., Waterhouse, J. (2000): Chronobiology and physical performance. In: Garrett, W. E., Kirkendall, D. T. (Eds.): *Exercise and sport science*. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins, 351-372.
- Reinberg, A., Bicakova-Rocher, A., Nougier, J., Gorceix, A., Mechkouri, M., Touitou, Y., Ashkenazi, I. (1997): Circadian rhythm period in reaction time to light signals: difference between right- and left-hand side. *Cognitive brain research* 6, 135-40.

- Riley, J.L., III., Robinson, M.E., Wise, E.A., Price, D.D. (1999): A meta-analytic review of pain perception across the menstrual cycle. *Pain* 81, 225-235.
- Roennenberg, T., Lotze, M., von Steibüchel, N. (1992): Diurnal variation in human visual sensitivity determined by incremental thresholds. *Clinical vision science* 7, 83-91.
- Sarmány, I. (1993): Biorytmy v školskej činnosti - príspevok k školskej ergonómii. *Československá psychologie* 37, 481-490.
- Shannahoff-Khalsa, D. (1993): The ultradian rhythm of alternating cerebral hemispheric activity. *International journal of neuroscience* 70, 285-298.
- Shub, Y., Ashkenazi, I. E., Reinberg, A. (1997): Differences between left- and right-hand reaction time rhythms: indications of shifts in strategies of human brain activity. *Cognitive brain research* 6, 141-146.
- Smith, C. S., Folkard, S., Schmieder, R. A., Parra, L. F., Spelten, E., Almiral, H., Sen, R. N., Sahu, S., Perez, L. M., Tisak, J. (2002): Investigation of morning-evening orientation in six countries using the preference scale. *Personality and individual differences* 32, 949-968.
- Smolík, P. (2002): *Duševní a behaviorální poruchy*. Praha, Maxdorf.
- Švancara, J. (1973): Rytmicita jako interpretační pojem v psychologii. *Československá psychologie* 17, 511-515.
- Taillard, J., Philip, P., Chastang, J.-F., Diefenbach, Bioulac, B. (2001): Is self-reported morbidity related to the circadian clock? *Journal of biological rhythms* 16, 183-190.
- Takeuchi, H., Inoue, M., Watanabe, N., Yamashita, Y., Hamada, M., Kadota, G., Harada, T. (2001): Parental enforcement of bedtime during childhood modulates preference of Japanese junior high school students for eveningness chronotype. *Chronobiology international* 18, 823-829.
- Tassi, P., Muzet, A. (2000): Sleep inertia. *Sleep medicine reviews* 4, 341-353.
- Tankova, I., Adan, A., Buela-Casal, G. (1994): Circadian typology and individual differences. A review. *Personality and individual differences* 16, 671-684.
- Testu, F. (2000): *Chronopsychologie et rythmes scolaires* (4. ed.). Paris, Masson.
- Testu, F. (2002): Des pics et des creux. Histoire, définitions et domaines d'application de la chronopsychologie. *Psychoscope* 23, 8, 24-27.
- Thayer, R. E. (1989): *The biopsychology of mood and arousal*. New York, Oxford university press.
- Turek, F. W., Zee, P. C. (Eds.) (1999): *Regulation of sleep and circadian rhythms*. New York, Marcel Dekker.

- Vink, J. M., Groot, A. S., Kerkhof, G. A., Boomsma, D. I. (2001): Genetic analysis of morningness and eveningness. *Chronobiology international* 18, 809-822.
- Waterhouse, J., Folkard, S., Van Dongen, H., Minors, D., Owens, D., Kerkhof, G., Weinert, D., Nevill, A., Macdonald, I., Sytnik, N., Tucker, P. (2001): Temperature profiles, and effect of sleep on them, in relation to morningness-eveningness in healthy female subjects. *Chronobiology international* 18, 227-247.
- Watson, D. (2000): *Mood and temperament*. New York, The Guilford press.
- Wellings, K., Macdowall, W., Catchpole, M., Goodrich, J. (1999): Seasonal variations in sexual activity and their implications for sexual health promotion. *Journal of the Royal society of medicine* 92, 60-64.
- West, R., Murphy, K. J., Armilio, M. L., Craik, F. I. M., Stuss, D. T. (2002): Effects of time of day on age differences in working memory. *Journal of gerontology: Psychological sciences* 57B, 3-10.
- Wever, R. A. (1979): *The circadian system of man*. New York, Springer Verlag.