INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Centrum celoživotního vzdělávání Jezerka o.p.s.
nabízí

projekt Výchova ke zdraví v pedagogické praxi

(CZ.1.07/1.3.46/01.0016)

Teze přednášky k tématu

Biorytmy a jejich využití v pedagogickém procesu

Zpracoval:

doc. MUDr. Petr Kachlík, Ph.D.

PdF MU Brno

Pardubice – 2013

Projekt je spolufinancován ESF a státním rozpočtem ČR

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Centrum celoživotního vzdělávání Jezerka o.p.s.
nabízí

projekt Výchova ke zdraví v pedagogické praxi

Anotace

Teze přednášky *„Biorytmy a jejich využití v pedagogickém procesu"* byly zpracovány v rámci projektu Výchova ke zdraví v pedagogické praxi (CZ.1.07/1.3.46/01.0016), který je spolufinancován ESF a státním rozpočtem ČR, realizovaným CCVJ Pardubice o.p.s v období od 25.1.-18.2.2013.

Biorytmy představují základní atribut života, hrají zásadní roli v organizaci živých systémů, řízení jejich projevů i v procesu stárnutí. Jsou zakódovány v genetické informaci buněk.

Lidské biorytmy ovlivňuje řada faktorů, např. věk, režim dne, roční období, stres, medikace, elektromagnetická pole. V případě poruchy vnitřních biologických hodin se mohou objevit poruchy spánku, soustředění, vyskytnout závažné poruchy zdraví, které je nesnadné léčit.

Poznatků o biorytmech lze výhodně využívat při výchově a vzdělávání různých populačních skupin, rovněž v zaměstnání a při plánování skladby dne, což má velký význam v dnešní hektické a výkonnostně založené společnosti. Správné načasování aktivit během dne a týdne i kvalita odpočinku mají stejný význam jako dobře odvedená práce.

Souhlasím s tím, aby moje materiály v CCVJ Pardubice o.p.s. byly používány jako studijní materiály pro další zájemce.

V Pardubicích dne 18. 2. 2013

Jméno autora

.....
doc. MUDr. Petr kachlík, Ph.D.

(CZ.1.07/1.3.46/01.0016)

Přednáška "Biorytmy a jejich využití v pedagogickém procesu"

Obsah

Úvod 1

Historie 1

Druhy a vlastnosti biorytmů 2

Lidské biorytmy 3

Vznik a řízení biorytmů 5

Suprachiasmatická jádra 5
Epifýza (šišinka) 6

Melatonin, jeho cyklus a biologické účinky 6

Změny a poruchy biorytmů 8

Chronoterapie 9

Aplikace biorytmů ve výuce 10

Křivka výkonnosti 10
Soustředěná pozornost, dělení vyučovací hodiny, přestávky 10
Naučené (vnucené) biologické rytmy 11

Nový pohled na stárnutí 12

Závěr 12

Přehled použitých zdrojů 13

Dedikace 14

Biorytmy a jejich využití v pedagogickém procesu

Úvod

Lidské tělo, obdobně jako ostatní živé systémy, je ovlivňováno různými pochody, které se odehrávají v jeho okolí. Tyto děje však neprobíhají se stále stejnou intenzitou, ale většina z nich se vyznačuje pravidelnou oscilací kolem určité hodnoty.

Jako příklady lze uvést pravidelné střídání dne a noci, přílivu a odlivu, lunární rytmy sledují měsíční periodu 28 dní, v ročních cyklech dochází k prodlužování a zkracování dne, Země se otáčí v pravidelném intervalu jednou za 24 hodin kolem své osy a jedenkrát za rok uzavře oběh kolem Slunce apod.

Aby byla existence živočichů a rostlin v proměnném prostředí vůbec možná, bylo třeba najít strategii, jak se na ně adaptovat. Jako výraz adaptace na pravidelně se opakující změny vnějšího prostředí se v průběhu druhového vývoje u většiny živočichů a rostlin, ale také u eukaryotních mikroorganismů vyvinuly biorytmy.

Termín *"biorytmus"* vznikl složením ze dvou řeckých slov:

- *bios* (tj. život)
- a *rhytmos* (tj. pohyb, který se pravidelně opakuje).

Projevy biorytmů lze zaznamenat jednak jako cyklické, pravidelné střídání fyziologických dějů probíhajících v organismu, jednak jako pravidelné střídání intenzity těchto dějů.

Projevy chování živočichů bývají sladěny s různými vnějšími faktory, které se ve vědě o chování živočichů označují jako *časovače*.

Časovači mohou být různé veličiny a jejich změny, např. délka dne v rámci roku, změny teploty, relativní vlhkosti, tlaku. Odpovědí jedinců konkrétního živočišného druhu je např. línání, pelichání, svlékání, migrace (tahy ptáků), pohlavní aktivita a další.

Živé systémy mají tzv. endogenní (vnitřní) hodiny, které jsou synchronizovány 24-hodinovým střídáním světla a tmy. Biorytmy jsou cyklické děje probíhající v organismu bez ohledu na letní nebo zimní čas - cyklus začíná dnem narození a opakuje se neustále dokola. Základní cyklus lidského těla je 25-hodinový, je denně resynchronizován dnem o délce 24 hodin.

Historie

K nejstarším dochovaným studiím o biorytmech řadíme práci francouzského vědce Jeana Jacquese Ortouse de Mariana z roku 1729. Popsal chování jistého druhu mimózy, reakci rostliny, která vždy na noc své listy zavírá a ráno je zase otevře. Aby si ověřil, zda pohyby rostliny závisejí na slunci, uskutečnil pokus, při němž rostlinu umístil na několik dnů do temné místnosti. Rytmus otevírání a zavírání listové růžice

pokračoval i tehdy, když rostlina neměla žádný kontakt s venkovním prostředím, tedy "nevěděla", zda je venku ráno nebo večer.

Vědec z pozorování učinil závěr, že pravidelný rytmus otevírání a zavírání listů nevyvolává sluneční svit, ale v rostlině pravděpodobně existují nějaké biologické hodiny, které její rytmické pohyby navozují a kontrolují.

Z oblasti lidské biologie a medicíny pocházejí pozdější odborné práce (19. století, Virey), které dávají do souvislosti zdravotní stav člověka a střídání světla a tmy. Následovaly výzkumy o fysiologii a chování rostlin a živočichů, byl zaveden termín *"fotoperiodismus"*, zkoumán vztah biorytmů a tělesné teploty (USA, 20. léta 20. století). Bylo zjištěno, že vnitřní biologické hodiny nejsou závislé na denních změnách zevního prostředí. Po 2. světové válce se intenzita výzkumů zaměřených na biorytmy zvýšila, byla nalezena řada souvislostí biorytmů s projevy živých organismů. Později (v 60. letech 20. století) vznikl nový obor zvaný *chronobiologie*, jenž se podrobně zabývá všemi změnami v živých organismech z hlediska času, tedy studuje časovou organizaci živých systémů. Do chronobiologie zahrnujeme *chronofysiologii, chronopatologii, chronofarmakologii* (studují vztah časového systému organismu a jeho funkcí, chorobných stavů, působení léků či jedů), řadíme sem rovněž studium cyklů spánku, tělesné teploty, endokrinní aktivity.

Druhy a vlastnosti biorytmů

Členění biorytmů dle délky jejich periody:

- *ultradiánní*, perioda kratší než 20 hodin (v milisekundách nervová aktivita, v sekundách srdeční činnost, v minutách dýchání, v hodinách aktivita žláz), lunisolární přílivový rytmus řídící aktivitu pobřežních mořských živočichů (12,4 hodiny);
- *cirkadiánní*, perioda 20-28 hodin (pohybová aktivita, žlázy, spánek a bdění);
- *infradiánní*, perioda delší než 28 hodin (zejména rytmy na úrovni celého organismu: cirkalunární ženský cyklus s periodou 4 týdny, cirkanuální cyklus s periodou 10 až 14 měsíců), periodu v délce jednoho nebo více roků pak můžeme nalézt u biorytmů na úrovni organismu nebo celých populací, cirkaseptánní civilizační rytmus (týdenní) v souvislosti se sociálním a pracovním režimem, jedenáctileté cykly sluneční aktivity.

Biorytmy můžeme vystopovat a sledovat na všech úrovních organizace živých systémů:

- *molekulární úroveň* (oscilace množství DNA v buňce, termodynamická rovnováha);
- *subcelulární úroveň* (denní kolísání enzymatické aktivity v buňkách, cirkadiánní rytmus sekrece melatoninu-výsadní postavení, hlavní biologické hodiny);
- *celulární úroveň* (mitotická aktivita buněk tkání, platí i pro jednobuněčné organismy);

- *orgánová úroveň* (pravidelné změny hematologických a biochemických parametrů během dne);
- *úroveň makroorganismu* (změny chování, aktivity, metabolismu během dne, roku).

Důležité vlastnosti biorytmů:

- nalezneme je na všech úrovních organizace živé soustavy;
- v živém organismu cykluje (nebo osciluje) prakticky každý děj;
- biorytmy jsou jedním ze základních atributů života.

Biorytmy jsou velmi stabilní - regulují živý systém a bez větších změn zůstávají i tehdy, scházejí-li organismu delší dobu informace z vnějšího (a o vnějším) prostředí. Jde o určitý druh automatismu. Za příklad mohou posloužit krizové situace při živelních pohromách (zemětřesení, povodně, tsunami), kdy byli lidé zavaleni troskami a přežívali pod nimi díky prostorovým komorám, které se nezbortily. Byli stresovaní, vyčerpaní, bez jídla, pili dešťovou vodu nebo vlastní moč. Nevěděli, zda je venku noc či den, přesto se u nich normálně uplatňovaly biorytmy (spánek a bdění).

Biorytmy jsou tak stabilní i proto, že jsou geneticky zakódovány v DNA organismu. Jejich studium je složité, doposud jsou geny řídící cirkadiánní rytmy dobře dokladovány např. u hmyzu, hlodavců a plísní. V poslední době jsou intenzivně zkoumány tzv. hodinové geny savčí vč. lidských. U člověka je sice již přečtena genetická výbava, avšak její luštění je dlouhodobým procesem.

Lidské biorytmy

Lidské biorytmy lze rozdělit podle cyklování funkcí organismu na:

- fyzický cyklus, perioda 23 dnů, změny tělesné pohody a vitality;
- emociální cyklus, perioda 28 dnů, změny nálady, způsobu myšlení;
- intelektuální cyklus, perioda 33 dnů, změny intelektových schopností, rozhodování.

Každý z cyklů má dvě fáze - pozitivní a negativní – tedy stoupající (rychlé a jasné myšlení, kreativita, energie, dobrá nálada) a klesající (nedostatek vitality, náladovost, vyšší chybovost). Při přechodu z pozitivní do negativní fáze nastává tzv. kritický den.

24-hodinový cyklus je svázaný s rotací Země, reprezentují jej biologické hodiny jdoucí po celý život a působící na naši aktivitu v průběhu dne. Centrální biologické hodiny řídí všechny pravidelně se opakující děje v lidském organismu a vzájemně je synchronizují. Kromě nich existují další - periferní hodiny, které ovlivňují činnost útrobních orgánů, psychické funkce, tělesnou a duševní kondici člověka.

Vnitřní tělesné orgány mají také svůj biorytmus, v daném časovém rozmezí (během dne) je vždy některý z orgánů aktivnější než ostatní (orientační přehled):

1.- 3. hod.	játra	3.- 5. hod.	plíce
5.- 7. hod.	tlusté střevo	7.- 9. hod.	žaludek
9.- 11.hod.	slinivka	11.-13. hod.	srdce
13.-15. hod.	tenké střevo	15.-17. hod.	močový měchýř
17.-19. hod.	ledviny	19.-21. hod.	mozek
21.-23. hod.	pohlavní orgány	23.- 1. hod.	žlučník

Podrobnější popis orgánové aktivity v rámci cyklu jednoho dne (5-5 hodin):

- 5.-7. hodina: na vrcholu aktivita tlustého střeva, na minimu aktivita žlučníku a tenkého střeva, nárůst krevního tlaku a produkce hormonů, vysoká citlivost na bolest, vysoká úroveň imunity, dobrá krátkodobá paměť. Čas vhodný k vyprázdnění a zopakování memorovaného učiva (slovíčka, vzorečky).
- 7.-9. hodina: na vrcholu aktivita imunity a žaludku, nárůst srdeční činnosti a krevního tlaku, psychické činnosti, soustředění, aktivita jater nejnižší, nižší citlivost na bolet. Doba vhodná na snídani.
- 9.-11. hodina: nejvyšší úroveň denní výkonnosti, možná vysoká fyzická a psychická zátěž, maximální aktivita slinivky a sleziny, dobré zažívání, plná srdeční aktivita, utlumená funkce plic. Doba vhodná ke zvládání náročných pracovních úkolů, zkoušek, učení se novému, vysoký stupeň kreativity.
- 11.-13. hodina: kolem poledne postupně přichází únava, končí údobí vysoké psychické a fyzické výkonnosti, jsou vysoké hodnoty krevního tlaku a srdeční aktivity, snížená výkonnost jater a tlustého střeva. Kolem 13. hodiny vhodná doba na oběd a relaxaci.
- 13.-15. hodina: maximální aktivita tenkého střeva, vyčerpání, potřeba spánku, útlum činnosti žaludku, jater, pokles tělesné energie, vysoká odolnost vůči bolesti. Doba vhodná na oběd a zažívání, odpočinek, mezi 14.-15. hodinou jsou dobře snášeny bolestivé lékařské zákroky.
- 15.-17. hodina: vrchol aktivity močového měchýře, útlum činnosti slinivky a sleziny, dobrá funkce termoregulace, zvýšená intenzita psychických funkcí, dlouhodobé paměti. Doba vhodná k domácí přípravě, dalšímu vzdělávání a saunování.
- 17.-19. hodina: vrchol aktivity ledvin a nadledvin, snadné zvládání fyzické zátěže a vyšší psychická odolnost, stimulace funkce plic a kosterního svalstva. Doba vhodná doba pro sportovní aktivity.
- 19.-21. hodina: nárůst činnosti mozku (dlouhodobá paměť), ale snížení psychické svěžesti, pocity podrážděnosti či náladovosti, lehký vzestup krevního tlaku, nástup relaxace trávicí soustavy. Čas vhodný k lehké večeři.
- 21.-23. hodina: pokles krevního tlaku, vrchol aktivity pohlavní soustavy a některých partií endokrinního systému, okolo 21. hodiny vysoká aktivita mozku, kolem 22. hodiny se uklidňuje psychika, o hodinu později nástup

útlumu metabolismu, příprava na spánek, regenerace kůže, vlasů a nehtů, detoxikace organismu. Doba vhodná na sex, duševní práci, relaxaci a spánek.

- 23.-1. hodina: vysoká aktivita žlučníku, útlum ledvin, vysoká citlivost na bolest, největší útlum duševních schopností, intenzivní činnost imunitního systému. Čas vhodný ke spánku a regeneraci organismu.
- 1.-3. hodina: nejvyšší aktivita jater, pomalý dech i puls, nízký krevní tlak, totální relaxace, nejvyšší útlum činnosti mozku, velmi nízké reakční schopnosti. Čas vhodný ke spánku a regeneraci organismu. Velmi rizikové období pro pracující na noční směny.
- 3.-5. hodina: vysoká aktivita plic, nízký krevní tlak i tělesná aktivita, růst ostrosti sluchu. Čas vhodný ke spánku a regeneraci organismu. Velmi rizikové období pro řízení dopravních prostředků.

Vznik a řízení biorytmů

Suprachiasmatická jádra

Za pravidelně změny v lidských (obecně savčích) fyzických a psychických projevech odpovídají dvě nervová jádra, jež jsou uložena v mozku blízko křížení zrakových nervů (tzv. suprachiasmatická jádra). Jádra obsahují několik tisíc buněk a generují rytmickou elektrickou aktivitu, která musí být vzájemně synchronizována. Klíčovým prvkem informací o stavu vnějšího prostředí je světlo zachycované oční sítnicí, transformované na elektrické a chemické podněty (cirkadiánní vidění), dále některé nervové přenašeče a spojení mezí jádry a sítnicí. Poškození suprachiasmatických jader má za následek ztrátu cirkadiánních rytmů a schopnosti organismu reagovat na změny zevního prostředí. Z výzkumů provedených v poslední době vyplývá, že i samotná savčí sítnice může být oscilátorem, tkání, v níž probíhají denní rytmické změny. Z jader jsou informace vedeny do epifýzy (šišinky) a podle okolností je v ní syntetizován melatonin či serotonin.

Rytmické chování buněk biologických hodin je dáno cyklickým spínáním a vypínáním jisté sady genů, která je označována jako geny hodinové. V posledních letech byla objevena řada savčích hodinových genů vč. lidských. Na myším modelu jsou studovány hodinové geny a prostřednictvím jimi kódovaných proteinů role při řízení cirkadiánních rytmů. Světlo složitý systém biologických hodin dokáže výrazně přestavit, změnit fázi jejich rytmu. Signály z centrálních hodin se do periferie dostávají pomocí spínání jiných genů, které jsou označovány jako tzv. hodinami řízené geny, čímž je celý makroorganismus informován o svém stavu vzhledem k vnějšímu prostředí.

Ve většině savčích periferních orgánů byly nalezeny jejich vlastní biologické hodiny, což bylo dokladováno rytmickou funkcí hodinových orgánových genů. Periferní hodiny vykazují vazby na hodiny centrální, jež je kontrolují a synchronizují,

aby orgány fungovaly harmonicky v rámci celku. Na periferní biologické hodiny má mj. vliv doba příjmu potravy a některé hormony. Periferní orgánové hodiny umožňují orgánům s předstihem se připravovat na denní změny ve vnitřním i v zevním prostředí, zřejmě též dokáží ovlivňovat buněčné dělení, což může být velmi důležité v procesu vzniku a prevence onkologických chorob.

Epifýza (šišinka)

V centrálním nervovém systému člověka jsou uloženy - stejně tak jako u ostatních vyšších savců - tzv. biologické centrální hodiny. Jsou lokalizovány v malé endokrinní žláze zvané šišinka (též nadvěsek mozkový, epifýza, glandula pinealis) při zadní horní straně mezimozku. Nadvěsek vytváří hormon melatonin, který je chemicky podobný podkožnímu pigmentu melaninu a některým přenašečům nervového vzruchu (serotoninu, dopaminu).

Cirkadiánní rytmus je řízen světelným podnětem, proto jeho dráha začíná dopadem fotonů na sítnici oka. Buňky epifýzy (pinealocyty) syntetizují z aminokyseliny tryptofanu ve tmě melatonin a na světle serotonin. Signál melatonin/serotonin dokáží svými receptory rozpoznat a dekódovat prakticky všechny buňky našeho těla. Tímto mechanismem nás epifýza pohotově přelaďuje do stavu spánku či bdění.

Jakmile poklesne proud fotonů dopadajících na sítnici, začne epifýza do 30 minut tvořit melatonin a v kvantech jej uvolňovat do krevního řečiště. O melatoninu se rovněž hovoří jako o hormonu tmy (ev. jako o nočním hormonu, hormonu spánku). Tím je dán důrazný pokyn řadě orgánů a tělesných funkcí k útlumu - k odpočinku, v mozku to znamená navození spánku. Světlo naopak množství vzruchů působících na epifýzu tlumí, syntéza melatoninu se zastaví.

Epifýza vyrobený melatonin neskladuje, jeho produkce je přísně závislá na cirkadiánním cyklu, tedy na střídání světla a tmy v průběhu cirkadiánního rytmu.

Melatonin, jeho cyklus a biologické účinky

Syntéza melatoninu prudce roste po setmění (zhasnutí), tj. asi po 21. hodině. Nejvyšší koncentrace dosahuje melatonin kolem tzv. subjektivní (biologické) půlnoci (cca kolem 3. hodiny ranní). V pozdějších ranních hodinách začíná jeho produkce rychle klesat, až se sníží na minimum, na němž je udržována po celou světelnou fázi dne. V případě, že se v noci probudíme a na delší dobu (půl hodiny a více) rozsvítíme, epifýza výrazně omezí tvorbu melatoninu, což je důvodem těžkého opětovného usínání.

Synchronizace lidských biologických hodin s vnějšími rytmy je dána pravidelným střídáním světla a tmy, částečně fyzickou aktivitou, příp. biologicky účinnými látkami (melatoninem). Expozice světlu večer a v první polovině subjektivní noci cirkadiánní rytmy zpožďuje, expozice světlu ve druhé půlce noci a zrána je předbíhá. Vystavení světlu během dne lidské biorytmy prakticky nenarušuje. Organismus se pravděpodobně lépe vyrovnává se zpožděním biologických rytmů než

s jejich předbíháním. V létě je světlo dlouho do večera a opět brzy ráno, melatoninový puls je proto krátký a výrazný. V zimě je tomu naopak, puls je široký a méně výrazný. U člověka tato skutečnost platí, je-li vystaven silnému slunečnímu světlu. Pobývá-li převážně v prostorách s umělým osvětlením, charakter melatoninového vrcholu se zásadně nemění.

Mimo denního pravidelného kolísání koncentrace melatoninu se tedy mění i charakter (tvar) jeho vrcholu, doba nástupu a útlumu jeho produkce podle ročního období. V zimě je vrchol široký a dekomprimovaný, k vzestupu koncentrace dochází večer dříve a k jejímu poklesu ráno později. V létě je naopak vrchol úzký a komprimovaný, syntéza melatoninu se večer opožďuje a ráno předbíhá. Cirkadiánní rytmus melatoninu tak organismu slouží současně jako hodiny i jako kalendář a umožňuje mu připravit se na změny spojené s příslušnou částí dne či ročním obdobím.

Hlavní účinky melatoninu:

- v podvěsku mozkovém se chová jako dominantní hormon, povzbuzuje uvolňování mnoha dalších hormonů, které působí na periferní tkáně a žlázy s vnitřní sekrecí;
- v mozku tlumí aktivitu, navozuje spánek, regeneraci duševních i tělesných sil;
- v oběhovém systému snižuje pohotovost ke tvorbě krevních sraženin, chrání před cévními příhodami (mrtvicí, infarktem);
- posiluje schopnost bílých krvinek tvořit protilátky, čímž zvyšuje odolnost;
- na buňky působí jako antioxidant: chrání jejich membránové struktury a genetickou výbavu před poškozením volnými radikály (jedna z příčin oběhových a onkologických chorob).

Kromě osvitu je produkce melatoninu závislá též na věku. Po dosažení dospělosti začíná pozvolna, později stále rychleji klesat. Počet buněk, které v nadvěsku syntetizují melatonin, se nevratně snižuje, jde o jakousi formu "opotřebení". Tak je možné vysvětlit, proč senioři špatně spí a vyskytuje se u nich řada tělesných a psychických poruch jako důsledek dysharmonie v regulacích životních pochodů.

Do produkce melatoninu mohou výrazně zasahovat i jiné vlivy, zejména některé metabolity, léky a elektromagnetické pole. K relativně běžně ordinovaným lékům ovlivňujícím melatoninový okruh řadíme zejména tzv. alfa- a beta-blokátory (alfa- a beta-lytika). Často se užívají k léčbě poruch srdce a cév (např. arytmie, hypertenze). I běžně dostupný Acylpyrin a léky obsahující ibuprofen (analgetika, antirevmatika, antipyretika) negativně působí na syntézu melatoninu, snižují jeho koncentraci. Pacienti při jejich užívání udávají řadu vedlejších účinků, které se vyskytují i u jinak zdravých lidí s deficitem melatoninu. Především jde o poruchy spánku, nálady, orientace, paměti, vidění a únavu. V některých státech jsou již

dostupné preparáty s obsahem melatoninu, jimiž se farmaceutické firmy snaží popsané problémy minimalizovat.

Se syntézou melatoninu má souvislost i výskyt a intenzita elektromagnetického pole (nepřímo úměrně: čím vyšší intenzita pole, tím nižší koncentrační vrchol melatoninu). Elektromagnetická pole jsou v dnešní době prakticky všudypřítomná (vysílání rozhlasu, televize, bezdrátový internet, mobilní sítě, elektrické přístroje a instalace). Jejich slabá intenzita výrazněji činnost epifýzy nenarušuje, dlouhodobá expozice a vysoké hladiny však ano, proto bychom se měli snažit omezovat dlouhodobý pobyt v dosahu silných zdrojů elektromagnetického vlnění (vysílače, radary). Velmi diskutováno je působení mobilních telefonů a mikrovlnných trub, přesvědčivé důkazy o jejich škodlivosti však nejsou jednoznačné nebo chybějí.

Šišinka dokáže nejen ovlivňovat biorytmy, ale též řadu dalších fysiologických funkcí. Někdy je též nazývána „třetí oko". Kromě melatoninu a serotoninu v ní bylo nalezeno mnoho dalších nervových přenašečů, např. dopamin, noradrenalin, kyselina glutamová, GABA aj. Vznik melatoninu, noradrenalinu a acetylcholinu v šišince je světlem tlumen, zatímco serotoninu, dopaminu a GABA podporován.

Změny a poruchy biorytmů

V rámci proměnlivosti biorytmů lze zaznamenat tzv. typ "skřivan" a typ "sova". „Skřivani" jsou brzy ráno plně aktivní, podávají dobrý výkon, ale v časných večerních hodinách u nich již nastupuje útlum. „Sovy" ráno vstávají později, jejich aktivita během dne postupně nabíhá, v pozdních večerních hodinách jsou schopné podávat dobrý výkon. Poruchy biorytmů se promítají do řady funkcí organismu.

K nejčastějším problémům řadíme:

- poruchy spánku (nespavost, nadměrnou spavost);
- pásmovou nemoc (jet lag syndrom) spojenou s cestováním a překonáváním časového rozdílu;
- přechod z letního na zimní čas, a naopak;
- kolísání příznaků chorob během dne (alergická rýma je má silně vyjádřené ráno, průduškové astma v noci, revmatické bolesti se hlásí po probuzení, degenerativní změny kloubů a kostí ve druhé půlce dne, cévní příhody srdeční a mozkové se častěji vyskytují ráno a dopoledne);
- prokázanou souvislost mezi kolísáním krevního tlaku a výskytem cévních příhod (doporučená interpretace hodnot krevního tlaku: normální tlak ve spánku do 120/75 mm Hg, po probuzení do 135/85 mm Hg);
- infarkt myokardu, jímž jsou vysoce ohroženi lidé, u nichž ve spánku krevní tlak neklesá, trpící navíc diabetem, poruchami ledvin, nadledvin, vysokým stupněm hypertense;
- častější výskyt cévních mozkových příhod, k němuž dochází u osob, jimž naopak ve spánku výrazně klesá krevní tlak.

Chronoterapie

Lékaři využívají současných znalostí o biorytmech již delší dobu a zcela promyšleně. Můžeme uvést následující příklady z oblasti chronofysiologie, chronopatologie, chronofarmakologie a chronoterapie:

- při klasicky aplikované farmakoterapii se mění rychlost jejího působení a účinek na různé pacienty, u chronoterapie je situace obdobná (záleží na typu léčby, individuálním nastavení biorytmů, stádiu choroby, věku pacienta);
- biorytmy se podílejí na vzniku a průběhu řady chorob, lze jich též využít k příznivému ovlivnění proběhu nemoci a efektivnější léčbě, udržení dobré úrovně zdraví;
- chronoterapie je adjuvantním typem léčby, nenahrazuje klasické metody, ale může je významně potencovat;
- nesoulad mezi osvětlením a funkcemi organismu může vyvolat závažné poruchy zdraví;
- léčba spánkem (somnoterapie): lze ji využít u vředové choroby trávicího traktu, hypertense, průduškového astmatu, alergií obecně, neuróz, v chirurgii ke zklidnění před a po zákrocích, k podpoře řešení narkolepsie, výhřezů meziobratlových disků, stavů po úrazech..., postihuje příčinu a rozvoj choroby, ne jen její příznaky;
- léčba světlem (fototerapie): navozuje psychickou a fyzickou pohodu, výkon, regeneraci, udržuje dobrou úroveň zdraví;
- klíčovou úlohu má denní světlo, dobré vidění a zraková pohoda;
- studium vlivu světla v nočních hodinách na člověka je komplikované, obtížně se hledá referenční skupina (nevidomé osoby, lidé pracující na noční směny);
- u osob pracujících na nočních směnách byl pozorován častější výskyt nádorů prsu a prostaty (zřejmě daný nedostatkem melatoninu jako antioxidantu, již krátké rozsvícení během noci prokazatelně výrazně naruší jeho produkci, a to i na příští noc);
- fototerapie léčí bez vedlejších účinků, harmonizuje vnitřní hodiny s venkovním prostředím, např. u stavů sezónních depresí, nespavosti u seniorů;
- pro synchronizaci je důležité každodenní vystavení organismu intenzivnímu světlu a pravidelné vstávání v určitou dobu;
- modré nebo silné denní světlo se pozitivně uplatňuje při zvládání novorozenecké hyperbilirubinémie (novorozenecké žloutenky);
- fotodynamická terapie (aktivace látek světlem, aby působily v organismu žádoucím způsobem, např. jako cytostatika, léky na kožní onemocnění, imunomodulátory, v očním lékařství, při odstraňování sklerotických plátů a rekanalizaci cév);

- lasery v terapii ("nekrvavá" chirurgie, menší invazivita, lepší přístup do nitra organismu, zejm. v očním lékařství, onkologii, chirurgii mozku, srdce a cév, břicha, hrudníku, plastické chirurgii, kožním lékařství), kosmetické zákroky;
- lasery v diagnostice (např. odhalení rakovinné tkáně in vitro i in vivo).

Aplikace biorytmů ve výuce

Křivka výkonnosti

Mnohé, co je známo o biorytmech, můžeme s velkými výhodami aplikovat ve výuce.

Na základě studia a výzkumů všech hlavních biologických rytmů byla sestavena denní křivka výkonnosti. Z ní vyplývá, že v nejhlubším útlumu se naše tělo nachází kolem 3. hodiny ráno (tzv. subjektivní či biologická půlnoc). Později se pozvolna zvyšuje produkce budivých působků a klesá tvorba melatoninu, čímž dochází k aktivizaci organismu. Cirkadiánní rytmus aktivity lidského těla je bifázický, typicky má tedy dva vrcholy výkonnosti.

Aktivita organismu prudce narůstá po 6. hodině ranní, vrcholu dosahuje mezi 10.-12. hodinou. Po 13. hodině nastupuje útlum, který je nejhlubší kolem 14. hodiny, poté opět začíná aktivita stoupat. Maximum odpolední aktivity je pozorováno mezi 15.-18. hodinou. Od asi 19. hodiny aktivita těla postupně klesá, organismus pozvolna přechází do spánku (nástup přibližně mezi 18.-22. hodinou).

Z pedagogického hlediska je nejvyšší vrchol výkonnosti situován do druhé a třetí vyučovací hodiny. Proto by měly být do rozvrhu v této době zařazeny náročné předměty, u nichž je vyžadováno soustředění a vysoká míra abstrakce, tzn. zejména matematika, fyzika, český jazyk. V první a čtvrté vyučovací hodině je výkonnost žáků průměrná, vhodná pro předměty středně obtížné, např. biologii, chemii, zeměpis, dějepis. Je vhodné ke konci dopoledního vyučování začlenit tělesnou, výtvarnou nebo hudební výchovu, které představují jistý stupeň relaxace. Odpolední výuka by měla začínat nejdříve v 15 hodin, netrvat déle než dvě hodiny. Domácí příprava mladších žáků by měla končit nejpozději v 19 hodin večer.

Soustředěná pozornost, dělení vyučovací hodiny, přestávky

Struktura konkrétní vyučovací hodiny vychází z délky tzv. soustředěné pozornosti. Mezi délkou doby soustředěné pozornosti a věkem žáka existuje přímý vztah:

1. ročník ZŠ	asi 8 minut
2. - 3. ročník ZŠ	10 - 15 minut
4. - 5. ročník ZŠ	15 - 20 minut
6. - 7. ročník ZŠ	20 - 25 minut
8. - 9. ročník ZŠ	25 - 30 minut
střední škola	30 - 35 minut
vysoká škola	40 - 45 minut

Vyučovací hodinu lze rozdělit na 4 fáze: v první jsou žáci přivítáni a uvedeni do problému, vyřídí se administrativa, ve druhé se pozornost žáků obrací k novému učivu nebo věnuje opakování, zkoušení, ve třetí jsou shrnuty a připomenuty klíčové partie učiva, ve čtvrté je zadána domácí příprava a hodina je uzavřena. Nejdůležitější pro pedagogickou praxi je druhá fáze hodiny, kdy je žák nejvíce soustředěn. Tato fáze je nejvýhodnější pro výklad nové látky a její délka přímo závisí na věku žáka (viz výše).

Stejně tak, jako je pro efektivní školní práci důležitá vhodná skladba vyučovací hodiny, je pro regeneraci organismu nezbytná přestávka. V praxi se ukázalo, že po 45 minutách výuky je přestávka v délce 5 minut příliš krátká a nedostatečná, pozornost žáků v následujících hodinách velmi rychle klesá.. Trvání přestávky v délce 10 minut není sice ideální, ale přesto výrazně zlepšuje situaci. Její první polovina je využita k obnově sil žáka, druhá k přeladění na následující činnost. Zejména na základní a střední škole pro pedagoga platí, že by měl mít své hodiny pečlivě připravené a naplánované, dodržovat časový rozvrh a jejich skladbu, začínat a končit práci ve třídě včas.

Naučené (vnucené) biologické rytmy

Denní biologické rytmy jsou nám vrozené, ale existují i jiné biologické rytmy, které jsou naučené, uměle navozené. Jde opět o adaptační odpověď organismu na měnící se podmínky. za příklad poslouží týdenní biologický rytmy. Organismus si je vypěstoval v průběhu času, kdy se dlouhodobě a pravidelně střídaly fáze 5 dnů pracovních a 2 dnů relaxačních. Po naučení začne lidské tělo cyklovat, chová se rytmicky.

Průběh týdenního cyklu můžeme popsat následovně:

- Pondělí je den, kdy aktivita lidského těla postupně "nabíhá"; první 2 vyučovací hodiny jsou méně efektivní, proto je vhodné nezařazovat do nich těžší předměty, nové a složité učivo.
- Úterý je den s nejvyšší týdenní aktivitou, a to dopoledne i odpoledne. Pedagog jej může využít k výuce obtížných předmětů, k opakování a zkoušení.
- Středa je z hlediska aktivity den mírně nadprůměrný. Nedoporučuje se zařazování odpolední výuky, poněvadž ve čtvrtek úroveň aktivity žáků výrazně klesá.
- Čtvrtek je den průměrný, pokud žáky nepřetížíme ve středu.
- Pátek je oproti předpokladům charakteristický mírným nárůstem aktivity žáků. Jistě se uplatňuje i vliv psychiky a motivace v podobě nadcházejícího volného víkendu.
- Sobotu a neděli lze považovat za dny mimořádné. Pro přípravu žáků, ale i pedagogů na výuku příštího týdne je s výhodou možné využít sobotního

dopoledne, lidská aktivita mírně stoupá, odpoledne však nastupuje útlum, který pokračuje i po celou neděli. Domácí přípravu je proto vhodné realizovat v sobotu dopoledne, v neděli k večeru lze lehce zopakovat naučená fakta.

Nový pohled na stárnutí

V poslední době byla uskutečněna řada zásadních výzkumů, které vědce i laickou veřejnost donutily k dramatické změně pohledu na biorytmy vázané na živé systémy. V 90. letech minulého století pracoval rusko-italský tým s geneticky stejnorodými skupinami myší. První skupina byla tvořena mladými jedinci, druhá naopak starými. Všechny myši byly uspány, byly jim otevřeny lebky a vzájemně vyměněny jejich epifýzy (mladé myšky získaly šišinky od starých, a naopak). S přihojením žláz nebyly spojené větší problémy, poněvadž myší populace byla geneticky identická.

Po určité době bylo zaznamenáno, že skupina mladých myší začala chřadnout, rychle zestárla a dožila se jen dvou třetin průměrného "myšího" věku. Skupina starých myší naopak velmi dobře prospívala a dožila se o polovinu delšího věku, než byl průměrný.

Ze studie vyplývá, že biorytmy nejsou jen pouhou reakcí organismu na nějaké změny, ale harmonizačním činitelem a udavatelem rytmy v celém živém systému. V případě, že se zhroutí, začne váznout a vypadávat vzájemná komunikace a synchronizace jednotlivých orgánů a orgánových soustav v těle. Tyto poznatky dovolují zcela nový pohled a chápání stárnutí. Nejde tedy jen o pouhé opotřebování a vyčerpání těla, hromadění metabolických zplodin a genetických chyb, ale jeho důležitou příčinou a součástí je selhávání biorytmů.

Závěr

Na lidský život a zdraví má vliv celá řada faktorů, biorytmy jsou jedním z nich. Nelze si tedy myslet, že harmonizací biorytmů a dodáváním melatoninu zmizí všechny naše neduhy. Reálně můžeme poznatků o lidských biorytmech využít k efektivnější práci i odpočinku, naučit se vycítit a respektovat potřeby vlastního těla. Můžeme aktivně zasáhnout do svého životního stylu, pokusit se minimalizovat rizikové chování a posílit působení ochranných faktorů. Zdraví je jednou z nejcennějších hodnot, která nám byla dána. Měli bychom se o ni dobře starat, chránit ji a rozvíjet. Zda si tento fakt uvědomíme, provedeme osobní "inventuru" a přijmeme osobní zodpovědnost, je již na každém z nás.

Přehled použitých zdrojů

1. ANWAR, Y.A., WHITE, W.B. *Chronobiologie, chronopatologie, chronoterapie* [online]. Publikováno 19.8.1998, staženo 11.2.2013. Dostupné na WWW*: <http://www.zdrava-rodina.cz/med/med798/med798_14.htm>.*
2. BERGER, J. *Biorytmy: tajemství vlastní budoucnosti.* 1.vyd. Praha: Paseka, 1995. 126 s. ISBN 8071850195.
3. BODEN, M.J., KENNAWAY, D.J. Circadian rhythms and reproduction. *Reproduction,* 2006, Vol. 132, No. 3, pp. 379-392.
4. BOURNE, R.S., MILLS, G.H. Melatonin: possible implications for the postoperative and critically ill patient. *Intensive Care Med*, 2006, Vol. 32, No. 3, pp. 371 – 379.
5. CORNÉLISSEN, G. et al. (eds.) *Symposium Chronobiology in medicine: proceedings: dedicated to the 85th anniversary of professor Franz Halberg.* 1st Ed. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů ve spolupráci s Masarykovou univerzitou, 2004. 46 p. ISBN 80-7013-412-7.
6. CROMIE, W.J. *Human biological clock set back an hour* [online]. Publikováno 15.7.1999, staženo 11.2.2013. Dostupné na WWW: *<http://www.news.harvard.edu/gazette/1999/07.15/bioclock24.html>.*
7. DRÁBKOVÁ, J. *Melatonin v perioperační a intenzivní medicíně* [online]. Staženo 11.2.2013. Dostupné na WWW: *<http://www.pmfhk.cz/BATLS1/NOVINKY/8.htm>*.
8. DRAHOŇOVSKÁ, H., PŘIBÁŇOVÁ, H. Světlo a osvětlování. In PROVAZNÍK, K. et al. (eds.). *Manuál prevence v lékařské praxi 3*: prevence nepříznivého působení vlivů obytného prostředí na zdraví. 1.vyd. Praha: SZÚ, 1996. 112 s. ISBN 80-7168-302-7.
9. HALBERG, F., KENNER, T., FIŠER, B. (eds.). *Importance of chronobiology in diagnosing and therapy of internal diseases : dedicated to the 60th anniversary of professor Jarmila Siegelová: proceedings.* / 1st Ed.Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002. 206 p. ISBN 807013352X.
10. HAUS, E. Chronobiology in the endocrine system. *Elsevier*, 2007, Vol. 59, No. 9-10, pp. 985-1014.
11. HAVELKOVÁ, M. Biorytmy, jejich význam pro zdraví a jejich využití v pedagogickém procesu. In KACHLÍK, P., MUŽÍK, V. (eds.). *KALOKAGATHIE XI. Fórum výchovy ke zdraví.* 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2008, s. 592 - 647. ISBN 978-80-210-4677-1.
12. HAVELKOVÁ, M., KACHLÍK, P. *Biorytmy, jejich význam pro zdraví a jejich využití v pedagogickém procesu.* Přednáška na 4. konferenci Škola a zdraví 21 a 36. Konferenci pro podporu zdraví dětí a mládeže. Brno: Pedagogická fakulta MU, 25.-27.8.2008.
13. HILDEBRANDT, G. *Biologische Rhythmen und Arbeit: Bausteine zur Chronobiologie und Chronohygiene der Arbeitsgestaltung*. 1st Ed. New York: Springer-Verlag, 1976. 137 p. ISBN 0387813721.

14. HONSOVÁ, D. *Biočas a biorytmy* [on-line]. Publikováno 5.2.2008, staženo 14.1.2013. ISSN 1801-278. Dostupné na WWW: *<http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=1080>.*
15. ILLNEROVÁ, H. Blížíme se k poznání podstaty biologických hodin? *Vesmír*, 1994, roč. 73, č. 8, s. 425-426. ISSN 1214-4029.
16. ILLNEROVÁ, H. Melatonin a jeho působení. *Vesmír*, 1996, roč. 75, č. 5, s. 266-269. ISSN 1214-4029.
17. ILLNEROVÁ, H. Melatonin, jeho tvorba a působení [online]. *Bulletin Chemické listy*, 1996, roč. 27, č. 3. Publikováno dne 11.11.1996, staženo 11.2.2013. Dostupné z WWW: *<http://chemicke-listy.cz/Bulletin/bulletin273/melatoni.html>.*
18. ILLNEROVÁ, H. Nález dalších biologických hodin u savců? *Vesmír*, 1996, roč. 75, č. 7, s. 405.
19. ILLNEROVÁ, H., SUMOVÁ, A. Vnitřní časový systém [online]. *Psychiatria pre prax*, 2008, roč. 9, č. 5, s. 230 – 233. Staženo 11.2.2013. Dostupné z WWW: *<http://www.solen.sk/index.php?page=pdf_view&pdf_id=3452>.*
20. JEŽ, P. *BIORYTMUS - znáte nebo neznáte?* [on-line]. Publikováno 21.10.2010, staženo 14.1.2013. Dostupné z WWW: *<http://www.faktorplus.cz/rs/zdrava-vyziva-a-doplnky-stravy/biorytmus-znate-nebo-neznate.html>*.
21. MLETZKO, H.G., MLETZKO, I. *Biorhythmik: Elementareinführung in die Chronobiologie.* 2nd Ed. Wittenberg/Lutherstadt: A. Ziemsen, 1985.184 p.
22. RENSING, L. From the biological clock to chronopharmacology. *Nihon Shinkei Seishin Yakurigaku Zasshi*, 2007, Vol. 27, No. 3, pp. 95-102.
23. SCHEVING, L.E., HALBERG, F., PAULY, J.E. (eds.). *Chronobiology. 1st Ed.* Stuttgart: Georg Thieme Publishers, 1974. 784 p. ISBN 3135150011.
24. STRUNECKÁ, A., PATOČKA, J. O šišince, světle, serotoninu a depresi. *Psychiatrie*, 2005, roč. 9, č. 2, s 113–118. ISSN 1211-7579.
25. ŠONKA, K. *Úloha melatoninu u cirkadiánních poruch* [online]. FarmiNews 2008, č. 2, s. 94-95. Staženo dne 11.2.2013. Dostupné na WWW: *<http://www.edukafarm.cz/soubory/farminews-2008/094-098-sonka-3inz.pdf>*
26. ŠPÉROVÁ, L. *Cirkadiánní rytmy u člověka. Bakalářská práce* [online]. Brno: Přírodovědecká fakulta MU, ústav antropologie, 2008. 61 s. Vedoucí práce: RNDr. Miroslav Králík, Ph.D. Publikováno 23.5.2008, staženo 9.1.2013. Dostupné na WWW: *<http://is.muni.cz/th/174284/prif_b/BAKALARSKA_PRACE.doc>.*

Dedikace

Autor děkuje paní doc. MUDr. Marii Havelkové, CSc., která se dlouhodobě věnuje biologii a elektronové mikroskopii, za poskytnuté materiály, rady, připomínky a podněty.

Tato publikace přímo souvisí s náplní výzkumného záměru Pedagogické fakulty MU "*Vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami v základní škole*", ID MSM0021622443, řešitelka prof. PhDr. M.Vítková, CSc, doba řešení 2007-2013.