

## CIKLUS BUDNOST - SPAVANJE

Veselinka Šušić i Dragana Živanović

Institut za fiziologiju, Medicinski fakultet, P.fah 783, Beograd

**Rezime.** Nauka o spavanju još uvek ne može da odgovori na suštinsko pitanje kakva je funkcija spavanja sa neurofiziološkog, metaboličkog, biohemijskog, psihološkog i kliničkog tumačenja. Brojne teorije objašnjavaju da je spavanje neophodno i vitalno za održavanje normalnih dnevnih aktivnosti, ali nijedna ne pruža jedinstven odgovor o funkciji spavanja u svetlu činjenica da je spavanje univerzalni fenomen u sisara, a tako različito u dužini, u vremenu odigravanja, u posledicama deprivacije. Subjektivno, spavanje se karakteriše senzacijom želje za spavanjem (pospanost) i senzacijom mentalnog i fizičkog oporavka posle spavanja. Spavanje je kompleksni fenomen u kome se odigravaju znatne promene u funkcionisanju svih fizioloških sistema. Otkriće da se spavanje sastoji od dve različite vrste spavanja, sporo-talasnog spavanja (STS) i paradoksalnog spavanja (PS), predstavljalo je prekretnicu u izučavanju spavanja, a posebno zbog činjenice što je paradoksalno spavanje povezano sa mentalnim sadržajem - sa snovima u čoveka. To je jedina prirodna instanca da se mentalni procesi odigravaju van svesti. Paradoksalno spavanje je "aktivno" spavanje u kome su fiziološki procesi na nivou čak višem nego u budnom stanju, što je izmenilo ranija shvatanja o spavanju kao pasivnom događaju u kome su procesi redukovani u odnosu na budnost.

## KOMPARATIVNA FIZIOLOGIJA SPAVANJA

Komparativni fiziološki pristup funkciji spavanja ima za cilj da odgovori na pitanje da li je spavanje univerzalni biološki fenomen ili se pojavljuje samo u određenim klasama ptica i sisara. Spavanje u raznim klasama ptica i sisara ima posebne karakteristike u cilju da spavanje bude adaptabilno na široke varijacije uslova spoljne sredine.

Poreklo STS i PS je povezano sa morfološkim promenama i fiziološkim adaptacijama kao što su progresivni razvoj centralnog nervnog sistema, homeotermija, intenzifikacija metabolizma. Komparativna fiziologija studira cirkadijalnu periodičnost motorne aktivnosti u raznim predstavnicima hladnokrvnih životinja i ptica u cilju da se ustanovi na kome stupnju filogenije kičmenjaka nastaje 24-časovna bioritmičnost spavanja i budnosti u toplokrvnih životinja, i u kome delu 24-časovnog perioda je spavanje postavljeno ("dnevne" i "noćne" životinje). Istovremeno studiranje vegetativnih, bihevioralnih i elektrofizioloških (elektroencefalogram (EEG), elektromiogram (EMG) i elektrookulogram (EOG)) korelata ciklusa mirovanje - aktivnost (spavanje - budnost) u raznih vrsta riba, reptila, ptica i sisara ima za cilj da se ustanovi

najraniji početak organizovanog ciklusa budnost - spavanje, što omogućava da se bliže sagleda funkcija spavanja.

Poreklo spavanja nije moguće sa sigurnošću utvrditi jer sve informacije dobijamo na vrstama koje danas žive; pretpostavlja se da su one zadržale bar neke od osobina svojih dalekih prethodnika. Istorija porekla funkcije spavanja postavlja pitanje: da li ribe i reptili spavaju u smislu kako se spavanje definiše u sisara? Spavanje se može definisati u smislu neophodna dva kriterijuma: bihevioralnog i elektrografskog.

## **RIBE I AMFIBIJE**

Opservacije o bihevioralnim aspektima spavanja utvrdile su da neke vrste riba "spavaju" [1]. Peyrethon [2] poligrafski registruje elektromiogram, očne pokrete, respiraciju i srčanu frekvencu u ribe Tinca tinca i zaključuje da ne postoji spavanje, nego periodi inaktivnosti. Amfibijske ne pokazuju znake spavanja [3]. Autori zaključuju da je neophodno da se ustanove i upotrebljavaju dodatni kriterijumi za dijagnozu stanja spavanja u ovih vrsta životinja.

## **REPTILI**

Bihevioralni kriterijumi (položaj tela, zatvoreni očni kapci, porast praga za buđenje) i somatovegetativne manifestacije spavanja (redukcija srčane i respiratorne frekvence, smanjenje tonusa skeletne muskulature) dozvolili su da se tvrdi da je spavanje prisutno u reptila. Međutim, kada se upotrebe elektroencefalografski kriterijumi, ne uočavaju se jasne promene u EEG-u sa promenama u ponašanju. Zbog malog broja studija i kontradiktornih tumačenja nađenih promena, ne može se niti odbaciti niti potvrditi da je spavanje prisutno u ispitivanih reptila [4-7].

## **PTICE**

Neurofiziološka ispitivanja su nesumnjivo utvrdila da STS i PS postoje u kokoši i goluba [8-11] i da su elektrografске manifestacije kao i somatske i vegetativne promene dve vrste spavanja identične onima u sisara (sinhronizacija sporih talasa u STS, a desinhronizacija u PS). Primenom poligrafskih metoda jasno je utvrđeno da različite vrste sova spavaju i identifikovane su dve vrste spavanja [12].

## **SISARI**

Spavanje je studirano u brojnim različitim vrstama sisara u komparativnom, evolucionom i neurofiziološkom aspektu. Ispitivana su morfofiziološka odličja sistema moždanih struktura (putem stimulacija i lezija) koje regulišu ciklus budnost - spavanje. Filogenetski nivoi razvoja stadijuma spavanja u sisara sugeriraju da se u toku evolucije PS spavanje pojavilo kasnije od STS.

Adaptacija na faktore spoljne sredine ima značajni uticaj na formu spavanja jer je spavanje jedan od elemenata načina života u sisara. Otuda postoje velike ekološke varijacije u formi spavanja u različitim vrstama, a prema njihovim različitim specijalizacijama.

Pojava STS i PS spavanja u ptica i sisara je značajan događaj u toku evolucije homeotermije. Kompleksnost organizacije centralnog nervnog sistema omogućava jasne i tipične elektrografske manifestacije dve vrste spavanja. Ciklus budnost - spavanje je odraz biološkog ritma. U toku evolucije živi organizmi konsoliduju prirodne ritmove koji su karakteristični za vrstu. Komparativne elektropoligrafske i farmakološke metode u ispitivanju prirode spavanja otkrivaju činjenice o poreklu STS i PS spavanja. Identifikacija budnosti i dve vrste spavanja zasnovana je na sledećim kriterijumima: (1) prisustvo ili odsustvo motorne aktivnosti; (2) položaj životinje; (3) tonus skeletnih i okulomotornih mišića; (4) srčana frekvenca i ritmičnost; (5) frekvenca respiracije; (6) električna aktivnost mozga i raznih moždanih struktura; (7) prag za buđenje i odgovor na razne stimulse; (8) kvantitativni aspekti budnosti i dve vrste spavanja; (9) odigravanje spavanja unutar 24 časa (cirkadnevni ritam).

Analiza ovih parametara pokazuje veliku raznolikost formi spavanja među raznim vrstama životinja i navodi na zaključak da je ciklus budnost - spavanje univerzalni fenomen koji postaje komplikovaniji u toku evolucije homeotermije i razvicia centralnog nervnog sistema.

## LITERATURA

- [1] N.B.Marshall, Sleep in fishes, *Proc. R. Soc. Med.* 65 (1972), p. 177.
- [2] J.Peyrethon, *Sommeil et évolution. Etude polygraphique des états de sommeil chez les poissons et les reptiles* (Tixier, Lyon, 1968), pp. 1-102.
- [3] J.A.Hobson, O.B.Goin, and C.J.Goin, Electroencephalographic correlates of behavior in tree frogs, *Nature Lond.* 220 (1968), pp. 386-387.
- [4] W.Flanigan, Sleep and wakefulness in chelonian reptiles. II. The red-foot tortoise, *Geochelone carbonaria*, *Archo Ital. Biol.* 112 (1974), pp. 253-277.
- [5] E.Vasilescu, Sleep and wakefulness in the tortoise (*Emys orbicularis*), *Revue Roum. Biol.* 15 (1970), pp. 177-179.

- [6] J.W.Walker and R.J.Berger, A polygraphic study of the tortoise (*Testudo denticulata*), *Brain Behav. Evol.* 8 (1973), pp. 453-467.
- [7] V.Šušić, Electrographic and behavioral correlations of the rest-activity cycle in the sea turtle, *Caretta caretta* L. (*Chelonia*), *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 10 (1972) pp. 81-87.
- [8] M.Klein, F.Michel, and M.Jouvet, Etude polygraphique du sommeil chez des oiseaux, *C. R. Séanc. Soc. Biol.* 158 (1964), pp. 99-103.
- [9] V.Šušić i R.Kovačević, Ugađivanje hroničnih elektroda i poligrafsko registrovanje budnosti i spavanja kod goluba, *Arh. biol. nauka* 23 (1971), pp. 19P-20P.
- [10] H.Van Twyver and T.Allison, A polygraphic and behavioral study of sleep in the pigeon (*Columba livia*), *Expl. Neurol.* 35 (1972), pp. 138-153.
- [11] J.W.Walker and R.J.Berger, Sleep in the domestic pigeon (*Columba livia*), *Behav. Biol.* 7 (1972), pp. 195-203.
- [12] V.Šušić and R.M.Kovačević, Sleep patterns in the owl *Strix aluco*, *Physiol. Behav.* 3 (1973) pp. 313-317.