

## A fény hatása a napszaki ritmusra és az alvásra

– *Lelkes Zoltán* –

**A fénynek nemcsak információforrásként, a látás révén van lényeges funkciója, hanem számos életfolyamatunkat befolyásolja. Az alvás és a napszaki ritmus szabályozásában különösen lényeges a szerepe.**

### 1. A napszaki ritmus és a fény

Az élőlények a fény és a környezeti hőmérséklet napszaki változásaihoz alkalmazkodtak. Az életfolyamatok nemcsak visszatükrözik ezeket a változásokat, hanem az élő szervezeteknek saját napszaki, más néven cirkadián ritmusa van. Ezt jól demonstrálja az a tény, hogy az élőlények a környezetüktől izolálva, állandó hőmérsékleti és fényviszonyok között (pl. egész nap világosban vagy sötétben) is megtartják napszaki ritmusukat, melynek periódusideje 24 óra körül marad, vagy inkább annál egy kicsivel hosszabb lesz, a külvilággal fennálló szinkron viszont természetesen elvész. Hosszú ideig tartó izoláció esetén, pl. föld alatti bunkerekben elzárva, a különböző életfolyamatok (pl. az alvás-ébrenléti aktivitás és a testhőmérséklet) cirkadián változásainak fázisai egymáshoz képest eltolódhatnak, sőt néha olyat is tapasztaltak, hogy a periódusidejük sem volt teljesen azonos. Ebből is látszik, hogy szervezetünkben valószínűleg számos belső óra van. Normális életfolyamatainkhoz ezeknek az óráknak egymással és a külvilággal is szinkronizálva kell működniük. Ebben a szinkronizálásban kulcsszerepet játszik a szervezet központi belső órája, amely a hipotalamusz egyik magjában, a nucleus suprachiasmaticusban helyezkedik el (a mag arról kapta a nevét, hogy a látóidegek kereszteződése felett fekszik). Ha ezt a magot állatokban kiirtjuk, akkor azok a környezettől izolált körülmények között már nem képesek fenntartani napszaki ritmusukat, a 24 órás ritmus teljesen elvész. A nucleus

suprachiasmaticus többek között összeköttetésben van a hipotalamusz és az agytörzs számos területével, illetve a formatio reticularis-szal, amely struktúrák szerepet játszanak a vegetatív funkciók, valamint az alvás-ébrenlét és egyéb életfolyamatok szabályozásában. Saját belső cirkadián ritmusunkat a külvilág jelenségeinek napszaki váltakozásaihoz (pl. a világos és a sötét ritmikus váltakozása az egymást követő nappalok és éjszakák során) igazítjuk. Lényeges, hogy napszaki ritmusaink a külvilághoz szinkronizálva legyenek. Ennek a szinkronizáltságnak a hiányát meg tapasztalhatják azok, akik interkontinentális repülőutak során több időzónát átszelnek. Ilyenkor a sokszor igen kellemetlen "jet lag" jelensége lép fel, amely kellő idő elteltével elmúlik, miután szervezetünk átállt az új időre. Belső ritmusaink külvilághoz történő összehangolásában lényeges szerepe van a fénynek. A nucleus suprachiasmaticus a tractus retinohypothalamicus révén közvetlen be- menetet kap a szemből, de ezenkívül számos indirekt összeköttetése is van látószervünkkel. A fény a szervezet többi belső órájára is hat, részben a nucleus suprachiasmaticuson keresztül, amely ezeket az órákat szabályozza, részben egyéb utakon, valamint hozzájárulhat belső óráink szinkronizálásához. A megfelelő időpontban érkező fény eltolja a cirkadián ritmusunk fázisát, ily módon a külvilághoz hangolja azt. A fáziseltolás iránya attól függ, hogy mikor éri a szervezetet a fény. Este, pontosabban, amikor a szervezet belső órája szerint este van (szubjektív este), a fény hátrafelé, hajnalban pedig, pontosabban, amikor a szervezet belső órája szerint hajnal van, előretolja a cirkadián ritmus fázisát. Meg kell jegyezni, hogy a fény nem az egyetlen olyan tényező, amely segítségével a külvilághoz hangolhatjuk napszaki ritmusunkat, hanem ebben több más jelenség szerepet játszik, pl. ember esetén a szociális hatások is

## A fény hatása a napszaki ritmusra és az alvásra

nagyon fontosak (Birbaumer és mtsai 2000., Moore és mtsai 1999., Purves és mtsai 2004.).

(Carpentieri és mtsai 2012., Van den Heuvel és mtsai 2005.).

### 2. A tobozmirigy és a melatonin

A cirkadián szabályozásban lényeges funkciója van a tobozmirigy által termelt hormonnak, a melatoninnak is. A tobozmirigy beidegést kap a vegetatív idegrendszer szimpatikus rostjából. A vegetatív funkciók szabályozásában fontos szerepe van a hipotalamusz egyes területeinek, amelyek a nucleus suprachiasmaticusból is kapnak rostokat. Ily módon a melatonin termelődésének cirkadián ritmusa is a nucleus suprachiasmaticus ellenőrzése alatt áll. Ennek a hormonnak a termelődése, amely jellegzetes napszaki ritmust mutat, este a legnagyobb. A melatonin termelődésére hat a fény is, mégpedig gátolja azt. Nyáron, mikor hosszúak a nappalok és a melatonin szintjének esti emelkedése idején is még világos van, a fény gátló hatása miatt ez az emelkedés csak igen csekély. Télen viszont, mikor a rövid nappalok miatt ez a gátló hatás nem jelentős, lényegesen magasabb a melatonin esti szintje. A melatonin termelődése tehát nemcsak napszakok, hanem évszakok szerint is változik. Ez utóbbi tényező hozzájárul azokhoz a mechanizmusokhoz, amelyekkel egyes állatok alkalmazkodnak az évszakok váltakozásához. A melatonin befolyásolja a nucleus suprachiasmaticus működését és feltehetőleg a szervezet többi belső óráját is, képes eltolni a cirkadián ritmus fázisát, és valószínűleg hozzájárulhat a szervezet belső óráinak szinkronizálásához is (Deacon és mtsai 1995., Moore és mtsai 1999., Purves és mtsai 2004.). Régebben úgy vélték, hogy a melatoninnak jelentős alvást fokozó hatása van. Most úgy tűnik, hogy ez a hatás egyáltalán nem olyan kifejezett, mint korábban gondolták, és nem is jelentkezik minden körülmények között. A melatonin csekély altató hatása főleg abban nyilvánul meg, hogy a hormon szintjének esti emelkedése segíti a megfelelő időben történő elalvást, de az alvás fenntartásához a melatonin már valószínűleg nem járul hozzá

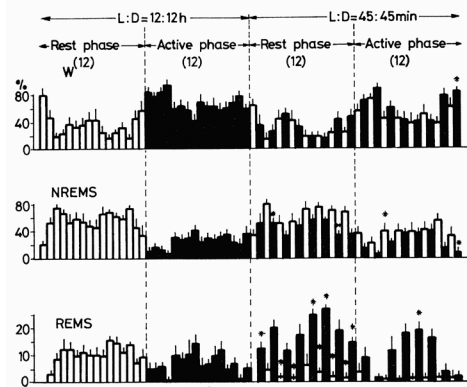
Fentebb leírt hatásai következtében a melatonin sok esetben jól használható a „jet lag” ellen. Ilyenkor a megfelelő időben alkalmazott melatonin elősegíti az új cirkadián ritmusra történő átállást és a megfelelő időben történő elalvást (Kolla és mtsai 2011.).

### 3. A fény és az alvás-ébrenlét

Az alvásnak két fő fázisa van: a non-REM- és a REM-alvás (REM: Rapid Eye Movement, gyors szemmozgás fázisa). A non-REM-alvás alatt az agy aktivitása alacsonyabb, mint ébrenlétben, az agy elektromos aktivitását (egész pontosan az elektroencefalogramot, az EEG-t) az ébrenlétinél alacsonyabb frekvenciájú hullámok dominálják. REM-alvás alatt lecsökken az izomtónus, az agyi aktivitás az ébrenlétihez hasonló szintű, és ezt a fázist álmok is jellemzik (Birbaumer és mtsai 2000., Purves és mtsai 2004.). Az alvás-ébrenléti aktivitás szabályozásában két tényezőt szoktak kiemelni, az úgynevezett homeosztatikussal és a cirkadián faktort (Borbély 1982). A homeosztatikussal tényezőhöz tartozik pl. az a jelenség, hogy alvásmegvonás után kompenzatorikusan nő az alvásban töltött idő és az alvás mélysége. Az alvás-ébrenléti aktivitás nagyon kifejezett napszaki ritmusa egyértelműen mutatja a cirkadián szabályozási tényező fontosságát. Mivel a fény befolyásolja a cirkadián ritmust, befolyásolja az alvás-ébrenléti aktivitás szabályozását, de más módon is hat az alvásra. A szenzoros ingerek általában növelik a formatio reticularis aktivitását, és ily módon ébresztő hatásúak. Ez nem minden esetben van így, némely monoton ismétlődő inger altató hatású is lehet. A fény a nappal aktív élőlényeknél, így az emberben is, élénkítő hatással van az idegrendszerre és gátolja az alvást (Daurat és mtsai 1993., Phipps-Nelson és mtsai 2003). Az éjszakai állatok esetében, pl. számos rágcsálónál, fordított a helyzet, a fény elősegíti az alvást. Egy patkányokon végzett kísérletben úgy vizsgáltuk a cirkadián ténye-

## A fény hatása a napszaki ritmusra és az alvásra

zókától függetlenül a fény alvásra kifejtett hatását, hogy igen rövid periódusidejű fény-sötét ritmust alkalmaztunk. A patkányokat először a természeteshez hasonló 12:12 órás fény-sötét ciklusban (8:30-tól 20:30-ig volt világos) tartottuk, majd pedig 45 percig tartó világos és 45 percig tartó sötét időszakok követték egymást. A 45 perces világos periódusokban nőtt a non-REM-alvásban töltött idő a 12 órás világos időszakhoz illetve a 45 perces sötét periódusokhoz képest, a sötét viszont a REM-alvást serkentette, tehát a fény ellentétes módon befolyásolta az alvás két fő fázisát, de mivel az alvás nagy részét a non-REM-alvás teszi ki, a fény összességében növelte az alvásban töltött időt (1. ábra; Lelkes és mtsai 1990).



1. ábra: A 45:45 perces fény-sötét ritmus hatása a patkányok alvására (Lelkes és mtsai 1990) Az oszlopok 45 percenként mutatják az ébrenlétben (É), a non-REM (NREM)- és a REM (REM)-alvásban töltött idő százalékos arányát. A világos oszlopok a világos, a sötét oszlopok a sötét periódusokat jelölik. A nyugalmi napszak a nappali 12 órás időszakot, az aktív napszak az éjszakai 12 órás időszakot jelöli. V: világos; S: sötét. A csillagok a megelőző, kontroll (12:12 órás fény-sötét ciklusú) nap azonos időszakától való szignifikáns eltéréseket mutatják ( $p < 0,05$ ). A 45:45 perces fény-sötét ciklusú napon, ha az összes 45 perces világos periódust hasonlítjuk az összes 45 perces sötét periódushoz, világosban a non-REM-alvásban töltött idő hosszabb, a REM-alvásban töltött pedig rövidebb volt.

## 4. Záró gondolatok és néhány gyakorlati szempont

A fény különféle mechanizmusok útján számos életfolyamatunkat befolyásolja, a napszaki ritmus és az igen kifejezett cirkadián ritmust mutató alvás-ébrenléti aktivitás szabályozásában igen jelentős a szerepe. A késő esti, illetve az éjszakai erős természetes (az északi országokban nyáron) vagy mesterséges fény néha zavarólag hathat. Nem szabad viszont elfeledkeznünk arról, hogy az említett életfolyamatokat sok más faktor is befolyásolja, pl. a szociális hatások, sőt néha az aktivitási szintünk változásai is visszahatnak napszaki ritmusunkra, így az életmódunknak valószínűleg lényegesebb szerepe van, mint a megvilágítási tényezőknek. Az, hogy mennyit tartózkodunk a késő esti vagy éjszakai órákban erős fényben, jelentős részben szintén életmód kérdése. Mindemellett fontolóra vehetnénk, lehetőleg tartózkodjunk attól, hogy késő este és éjszaka rendszeresen nagy intenzitású fényeknek legyünk kitéve, de ezeket nem mindig könnyű elkerülni. A világítástechnikusként is igen korlátozottak lehetnek a lehetőségei, mivel a különféle tevékenységekhez megfelelő mértékű megvilágítás szükséges. Felmerülhet a lehetőség, hogy esetleg próbáljuk kihagyni a mesterséges fényforrások spektrumából a kék színűket, amelyek kiemelkedő mértékben gátolhatják a melatonin termelését, de egyáltalán nem biztos, hogy egy ilyen túl meleg fényű világítás más szempontokat figyelembe véve is előnyös. Az viszont meggondolandó, hogy lehetőleg kerüljük a túl hideg fényű, a természetes megvilágításnál több kék komponenst tartalmazó, sokak számára kellemetlen színű fényforrások alkalmazását.