



Mnenje Cilji in omejitve osnutka NRRP

Prof. dr. Andrej Umek
Ljubljana



Osnutek Nacionalnega raziskovalnega in razvojnega programa (NRRP) je klub so-razmerno kratkemu času, ki je bil namenjen javni razpravi, v medijih zbudil veliko pozornost. Prepričan sem, da je tako prav, saj je to eden izmed osnovnih, čeprav ne edini razvojni dokument Republike Slovenije. Zato so prispevki, kritike in predlogi dobrodošli, saj nam omogočajo, da bi dobili čim boljši dokument.

Po drugi strani moram kot eden izmed pripraviljavcev osnutka NRRP ugotoviti, da se pojavljajo tudi kritike, ki izhajajo iz drugačnih predstav, kaj naj bi ta dokument bil in kaj naj bi bil njegov osnovni namen. Že na začetku naj pomeni, da osnutek NRRP ni bil nikoli zamišljen kot osnovni in edini razvojni dokument naše države in prav tako ni pokrival vseh raziskovalnih dejavnosti. Koordiniral in izboljševal naj bi tiste dejavnosti, ki spodbujajo hitrejši razvoj in gospodarsko rast ter omogočajo prehod v postindustrijsko družbo.

Skupina za pripravo je izhajala iz dejstva, da so podlaga vsakega razvoja tržno gospodarstvo in naložbe zasebnega sektorja v gospodarsko rast in trajnostni razvoj. Kakovostnejše so te naložbe, hitreje se bosta povečevali produktivnost in konkurenčnost. Prodajna komisija je to osnovno dejstvo v celoti spregledala, kar je vodilo k neuspehu libonske strategije. Nova Barrosova komisija je ohranila cilje te strategije ter prenovila in dopolnila njene instrumente, kar jasno izhaja iz dokumenta EU *For more Growth, Prosperity and Jobs in Europe*. V smislu tega dokumenta in večkrat poudarjenih ciljev slovenske vlade smo sestavljavci osnutka NRRP izhajali iz upravičenega pričakovanja, da bo sedanja vlada bistveno izboljšala investicijske razmere v naši državi in si še posebej prizadevala zagotoviti spodbude za kakovostne naložbe, ki so edine temelj trajnostnega razvoja.

Statistični podatki za preteklo leto nazorno kažejo, da delež naložb zasebnega sektorja v BDP in zlasti njihova kakovost – samo 6 odstotkov jih je namenjenih raziskavam in razvoju – ne omogočata doseganja zastavljenih ciljev in dohitevanja razvitejših članic EU. Izhodišče sestavljavcev osnutka NRRP je torej bilo, da bo Slovenija z drugimi ukrepi, ki so predvsem v domeni gospodarskih resorjev in financ, pomembno izboljšala gospodarske razmere. To bo vodilo k potrebi po znanju in človeških virih, čemur s tukaj rečemo scientific pull (znanstveni vlek).

Osnovni cilj osnutka NRRP je, da na pričakovani scientific pull odgovori z ustreznim scientific pushem. Elementov znanstvenega poriva je več in nekateri so zelo kompleksni. Zato je vnaprej skoraj nemogoče vedeti, kateri ukrepi jih bodo zagotavljali. V tem pogledu je NRRP neka izhodiščna usmeritev. Instrumente za doseganje zastavljenih ciljev pa je mogoče pozneje v skladu z doseženimi ali nedoseženimi rezultati dopoljevati, usklajevati in nadgrajevati. Ne glede na te natančne rešitve in predloge ima znanstveni poriv naslednje komponente: zadostno in dovolj kakovostno produkcijo novih znanj in tehnologij, kakovostne in zadostne človeške vire, sinergijo in usklajenost vseh dejavnikov znotraj inovacijskega cikla, ki povečujejo pretok znanj in ustrezno infrastrukturo. Instrumenti za uresničitev teh komponent so predvsem večji poudarek kakovosti posameznikov in institucij. Večji poudarek pri vrednotenju dosežkov pri rehabilitacijah ter pridobivanju raziskovalnih programov in projektov naj bi bil torej dan mednarodno primerljivi kakovosti. Nadaljnji predvideni ukrepi gredo v smeri odpiranja akademskih institucij doma in v evropski prostor. Posebna pozornost je posvečena polnemu in aktivnemu vključevanju v evropski raziskovalni in univerzitetni prostor in s tem v zvezi povečani mobilnosti profesorjev, raziskovalcev in študentov. Predvideno je povečanje števila doktorandov zlasti na področjih, ki so kritični za inovacijsko sposobnost države in njeno tehnološko konkurenčnost.

Krepitve sodelovanja med akademskimi institucijami in akademskih z gospodarstvom sta bistveni točki NRRP. Doseganje tega cilja temelji na že omenjenem odpiranju v domači in evropski prostor in na poudarjenem blagem usmerjanju in koordiniranju delovanja akademskih institucij. Osnovni instrument za to je dogovorno usklajevanje poslovanja med akademskimi institucijami in ustanovitelj v smislu oblikovanja in optimiranja inovacijskega sistema v Sloveniji kot dela evropskega inovacijskega sistema.

Analiza znanstvenih in inovacijskih dosežkov v Sloveniji je sestavljavec NRRP vodila do spoznanja, da je smiselno okrepiti eksperimentalno podprte raziskave in povečati število eksperimentalnih doktoratov. V tej luči program namenja dodatna sredstva akademskim institucijam ter pomoč in spodbude zasebnemu sektorju za nakup eksperimentalne opreme. Prepričani smo, da bo bolj uravnotežen odnos med eksperimentalnim in teoretičnim raziskovalnim delom omogočil intenzivnejši pretok znanj in odpiranje akademskih institucij v domači in evropski prostor. Pričakujemo, da bodo ti ukrepi mogoče še z nekaterimi dopolnitvami dovolj povečevali scientific push in ga uravnotežili s pričakovano povečanim scientific pullom, kar je primarno v domeni drugih dejavnikov.

Na koncu naj poudarim, da NRRP, ki je zdaj v javni razpravi, ne rešuje vseh razvojno-inovacijskih problemov niti ne usmerja celotne raziskovalne dejavnosti v Sloveniji. Je predlog ministru, odgovornemu za znanost, tehnologijo in visoko šolstvo, kako v okviru njegovih pristojnosti in proračunsko danih sredstev uravnotežiti pričakovano rast oči znanstveni vlek z znanstvenim porivom. Verjamem, da bi bilo smiselno pri vseh prihodnjih razpravah, ki jih z veseljem pričakujem, ta osnovna dejstva, kaj NRRP je in kaj ni, upoštevati.

Cirkadiani ritem

V vsakem od nas tiktaka ura

Dr. Gregor Majdič

Center za živalsko genomiko, Veterinarska fakulteta Univerze v Ljubljani

Že milijone let Zemlja vsak dan obkroži Sonce in se pri tem vrti okoli svoje osi. Zato je polovica Zemlje, razen Arktike in Antarktike, vedno obrnjena proti Soncu in ima dan, druga polovica pa je v temi in preživlja noč. Temu stalnemu ritmu so se prilagodili tudi živi organizmi, ki s čutili, predvsem vidom, zaznavajo menjavanje dneva in noči.

Ti dnevno-nočni ritmi so tako pomembni, da se je med evolucijo mehanizem njihovega urejanja vdelal v naše gene, ki zdaj v skladu z njimi uravnavajo delovanje posameznih celic in celotnih organizmov. Na kratko jih imenujemo cirkadiani ritmi, iz latinskih besed *circa* – naokrog in *diem* – dan. Že leta 1729 je francoski znanstvenik deMairan ugotovil, da pri rastlinah obstaja cirkadiani ritem tudi, če niso izpostavljene sončni svetlobi. Ugotavljal je, da se listje pri njih giblje enakomerno, različno podnevi in različno ponoči. Zanimivo pa je, da se to ohrani tudi, če jih damo v popolno temo ali pa so stalno izpostavljene svetlobi. Na podlagi teh opazovanj je deMairan sklepal, da morajo v rastlinah obstajati neki merilci časa, ki tudi če ni dneva in noči, štejejo ure in dneve.

Mnogo pozneje, v 20. stoletju, so z raziskavami ugotovili, da notranji mehanizmi urejanja cirkadianega ritma življenja obstajajo pri večini živih bitij, od bakterij do živali in ljudi. Oboji ohranijo dnevno-nočni ritem tudi v stalni temi ali stalni svetlobi. Ljudje, ki jih izpostavijo takim razmeram, bodo še naprej hodili spat ob približno istih urah in se hranili ob približno istih urah. A ne le to, tudi delovanje mnogih mehanizmov v našem organizmu, kakršno je dnevno nihanje telesne temperature, izločanje nekaterih hormonov ali aktivnost možganov, za katere ponavadi niti ne vemo, da se spreminjajo z dnevnim časom, bo ohranilo svojo ritmičnost.

Od kod 25-urni ritem?

Zanimivo pa je, da notranji ritem ni povsem usklajen s 24-urnim dnevom, temveč je pri sesalcih nekoliko daljši. Raziskave so pokazale, da se npr. miške tudi v popolni temi obnašajo v skladu z dnevno-nočnim ritmom, vendar pa se njihova dejavnost nekoliko zapozni v primerjavi s sončno svetlobo. Vsak dan se namreč ravna po notranji uri, ki je skoraj eno uro daljša od 24-urnega dneva, zato ker notranji ritem sesalcev, z ljudmi vred, deluje na dolžini dneva nekaj manj kakor 25 ur. Zakaj, še ne vemo, morda je to ostanek starejšega mehanizma, ko se je Zemlja pred milijoni let morebiti vrtela nekoliko počasneje, ali pa se je med evolucijo razvil mehanizem, ki zaznava nekoliko daljši dan, potem pa se ta mehanizem vsak dan znova prilagaja dejanski dolžini dneva in noči.

Dnevno-nočni cikli so v človeškem in živalskem organizmu natančno uravnavani, saj so pomembni za preživetje osebkov, pri mnogih živalih pa z urejanjem časa, v katerem se pariyo, in posledično časa, v katerem imajo mladiče, tudi za preživetje vrste. Življenje vseh živih bitij je vezano na dnevno-nočni ritem, notranja ura, ki jo nosimo v naših celicah, pa je seveda prilagodljiva in se, tako kakor lahko na prvi ur premaknemo kazalce, nastavi, če ne deluje v pravem ritmu. To naj nazorneje vidimo pri daljših potovanjih, ko zamenjamo več časovnih pasov. Na takem potovanju smo prvih nekaj dni navadno utrujeni in imamo moten dnevno-nočni ritem, ker organizem potrebuje nekaj časa, da uskladi notranjo uro z dejansko zunanjo. Kdaj se stemi in kdaj zdani, zaznamo z našimi očmi. Svetloba oziroma tema pa ne vpliva le na to, da boljše ali slabše vidimo, ampak da naši možgani skozi oči dobivajo sporočila o dnevno-nočnem ritmu. Poleg celic, s katerimi vidimo barve in oblike, imamo še take, ki zaznavajo svetlobo zgolj z namenom, da uravnavajo našo notranjo uro. To so posebne živčne celice, ki so razsejane po mrežnici, njihovo delovanje pa je popolnoma neodvisno od celic, ki so odgovorne za

uravnavajo natančno delovanje te notranje ure. Da je suprakizmatično jedro zares urejevalec dnevno-nočnega ritma pri sesalcih, vemo iz tega, ker poškodba ali nepravilno delovanje živčnih celic v tem jedru povzroči nepravilno delovanje notranje ure in moten dnevno-nočni ritem. Vemo tudi, da imajo živčne celice iz tega jedra svojo notranjo uro, ker lahko opazimo njihovo ritmičnost tudi, če jih odstranimo iz organizma in gojimo naprej v laboratoriju. Tudi celice, ki nimajo več povezave z očmi in ne sprejemajo več sporočil o dnevnem svetlobi, namreč še vedno kažejo dnevno-nočni ritem v celični aktivnosti.

Kako celice merijo svoj čas

Raziskave v zadnjih letih so precej pojasnile, kako celice merijo svoj čas. Pri vinski mušici jim je skoraj popolnoma uspelo razvozlati sistem merjenja dolžine dneva, zelo podoben mehanizmu paje verjetno pri ljudeh in drugih sesalcih, saj vemo, da imajo isti geni kakor pri vinski mušici vpliv na notranje uravnavanje cirkadianega ritma tudi pri sesalcih. Za merjenje dolžine dneva pri vinski mušici so razvili zelo enostaven sistem, v katerega so vključeni štirje geni oziroma njihovi produkti beljakovine. Ti štirje geni

ga dela dneva. Če sta dejavni, nastajajo nove in nove molekule PER in TIM, povečana količina PER in TIM pa celicam pove, da je nastopila noč. Čež noč tako nastaja čedalje več beljakovin PER in TIM, ki po doseže njuna koncentracija neko kritično maso, začeta združeni vstopati nazaj v jedro celice. V njem se povežeta z beljakovinama CLK in CYC ter zavreta nastajanje novih molekul PER in TIM, se pravi, da ustavita lastno nastajanje. Beljakovini PER in TIM se v celicah nato počasi razgrajujeta in zmanjševanje njune koncentracije celicam pove, da se noč končuje in da je nastopil dan. Čež dan se čedalje več molekul PER in TIM razgradi, tako da jih je proti koncu dneva oziroma po približno 12 urah prelo, da bi se lahko zavirali delovanje CLK in CYC. Tada potem znova lahko začeta spodbujati nastajanje molekul PER in TIM, njuna koncentracija v celicah spet narašča in celica ve, da je nastopila noč.

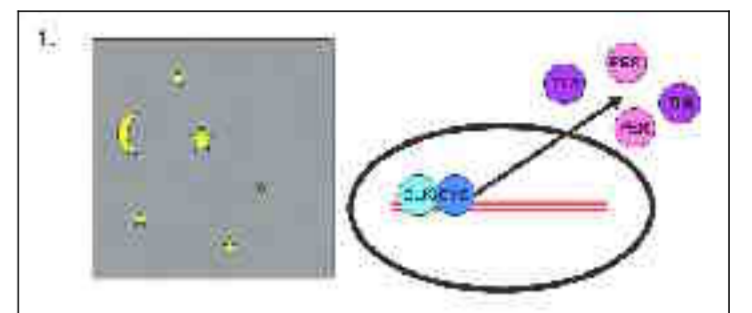
Ker pa se dolžina dneva razen na območjih ob ekvatorju z letnimi časi spreminja, ima vinska mušica še dodatni sistem, ki stalno usklajuje notranjo uro z okoljem, se pravi svetlobo oziroma temo. TIM je zelo občutljiv za svetlobo, ki povzroči začetek razpadanja te beljakovine. Tako se začne količina kompleksa PER-TIM zmanjševati, čeprav še ni preteklo 12 ur, in celice vedo, da je nastopil dan tudi poleti, ko je noč krajša od dvanajstih ur.

Zelo podobne gene oziroma beljakovine so odkrili v genomu sesalcev, zaradi česar sklepamo, da podobno merjenje časa obstaja tudi v njihovih celicah. Verjetno je ta proces nekoliko bolj zapleten, saj pri sesalcih poznamo tri gene PER, gen CLK pa ni povezan z beljakovino CYC, temveč s tako imenovano beljakovino Bmal, vendar pa sam način merjenja časa najverjetneje poteka zelo podobno kakor pri vinski mušici.

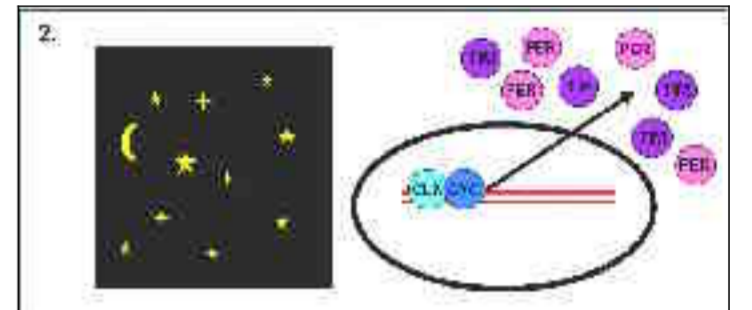
Opisani procesi stalno potekajo v celicah suprakizmatičnega jedra, slednje pa sporočila, ali je dan ali noč, prenaša preostalim tkivom in organom. Tudi številne druge celice v sesalskem organizmu, v možganih in drugje po telesu, imajo svoje notranje ure, ki delujejo podobno. Vendar pa drugače od celic iz suprakizmatičnega jedra te druge celice ne ohranijo svojega dnevno-nočnega ritma, če jih odstranimo iz telesa in gojimo v laboratoriju, torej je suprakizmatično jedro resnično osrednja ura v organizmu, ki nadzira merjenje časa v vseh preostalih celicah našega telesa.

Rezultat je večerna utrujenost

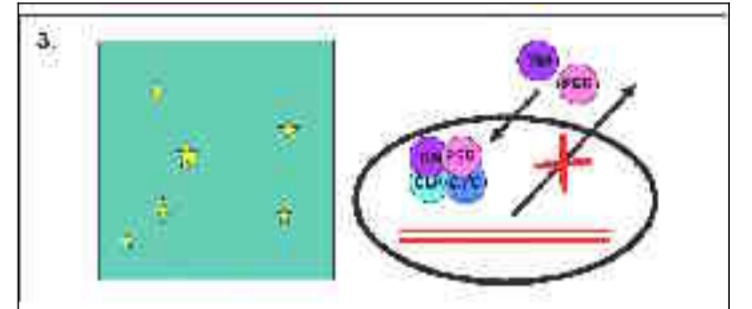
Suprakizmatično jedro ima povezave z različnimi deli možganov, največ pa z različnimi predeli hipotalamusa, dela možganov, ki najbolj nadzira delovanje telesa sesalca. To jedro s povezavami v hipotalamus nadzira dnevno-nočno nihanje v izločanju številnih hormonov, ureja spanje, apetit, nihanje v telesni temperaturi, povezuje s področjem talamusa in srednjega dela možganov pa najverjetneje ureja delovanje spomina in telesno dejavnost, kar se izraža z utrujenostjo ob koncu dneva.



Na začetku noči začeta beljakovina CYC in CLK v celičnem jedru spodbujata nastajanje beljakovin PER in TIM, ki se preneseta iz jedra celice.



Ponoči ves čas nastajajo nove beljakovine PER in TIM ter se kopičijo ob celičnem jedru.



Proti jutru je količina beljakovin PER in TIM tako velika, da začnejo vstopati nazaj v celično jedro. Povežejo se z beljakovinami CYC in CLK ter jim preprečijo nadaljnje spodbujanje nastajanja beljakovin PER in TIM. Ker se količina slednjih dveh zmanjša, celica ve, da je nastopil dan.

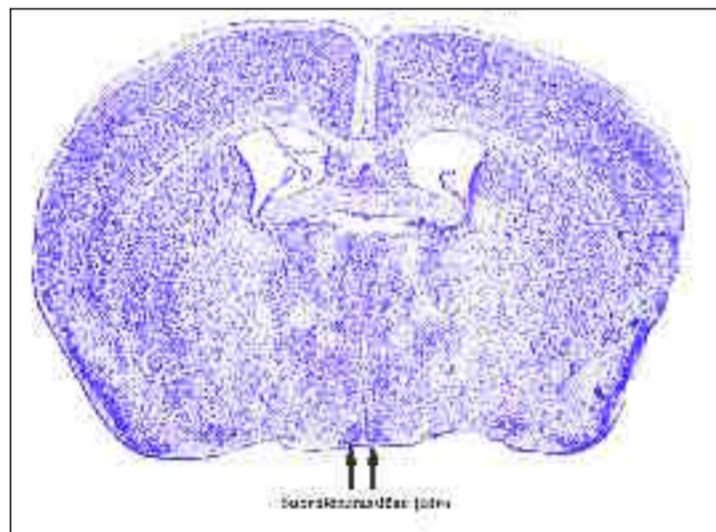
Pomembno so tudi povezave iz suprakizmatičnega jedra do zleze epifize ali česarike, ki je skrita globoko sredi možganov. Ta majhna zleza ima eno samo naloge, in sicer da izloča hormon, imenovan melatonin – v epifizi se proizvaja in izloča v temnem delu dneva. Ko se stemi, se aktivirajo encima in spreminijo aminokislino triptofan v melatonin, ta pa se začne izločati iz epifize. Ko se noč konča, tudi če človeka ali žival izpostavimo močni svetlobi, se proizvodnja in izločanje melatonina ustavi. Tudi količina melatonina ureja suprakizmatično jedro, saj poškodba le-tega povzroči moteno izločanje. Melatonin potuje po krvi v vse dele telesa in vsem organom sporoča dolžino dneva oziroma noči in tudi, kateri letni čas je. To je zelo pomembno v zemljepisnih pasovih, kjer so velike razlike med letnimi časi. Večina divjih živali na naši zemljepisni širini dobi mladiče spomladi, ko je dovolj toplo in na voljo dovolj hrane, tako da imajo ti veliko možnosti za preživetje. Vpliv melatonina na razmnoževanje so najprej ugotovili pri hrčkah, ki se plodijo spomladi in poleti, ko je dan dolg. Ob koncu poletja, ko se začnejo dnevi krajšati, se pri samčkih moda skrčijo in postanejo neplodni, pri samicah pa se ustavi gonitev. Če pa hrčkom odstranimo epifizo, se to ne zgodi, in tudi če jih damo v popolno temo, ohranijo svoje razmnoževalne sposobnosti. Nasprotno lahko z dodajanjem melatonina prekinemo njihovo plodnost tudi spomladi, ko so dnevi najdaljši. Podobno vpliva melatonin na razmnoževalno sposobnost pri drugih živalih, čeprav zaradi raznih dolžin brejosti mehanizem njegovega delovanja pri živalih ne more biti enak. Pri hrčkah traja brejost le tri tedne, zaradi česar se pariyo in povzrejo spomladi. Pri večjih živalih, kakršne so ovce ali srne, ki prav tako kakor hrčki povzrejo spomladi, pa brejost traja nekaj mesecev, zaradi česar se morajo pariti že v jeseni, ko je dan kratek; zato mora melatonin pri njih, drugače kakor pri hrčku, spodbujati delovanje razmnoževalnih organov. Pri konjih, ki so prav tako sezonsko živali, traja brejost skoraj eno leto, zaradi česar mora melatonin pri njih delovati podobno kakor pri hrčkih, se pravi spodbujati delovanje spolnih organov spomladi, ko je dan dolg.

Neprijetne posledice

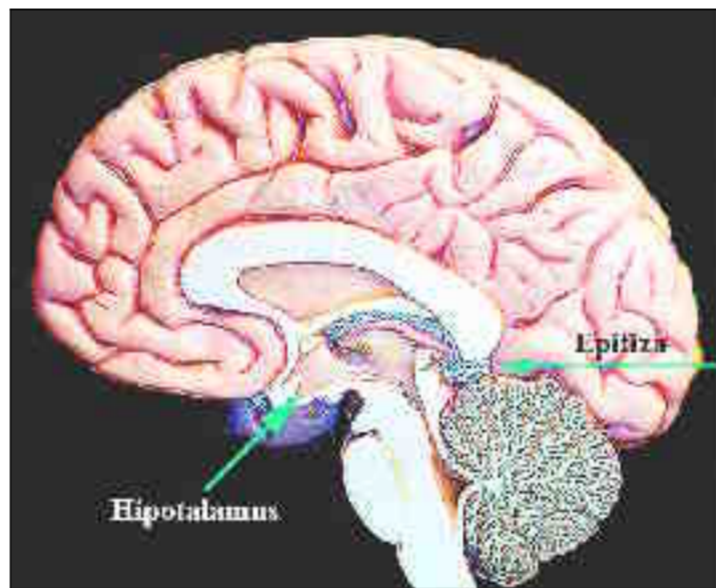
Dnevno-nočni in sezonski ritem močno vpliva na naše življenje. Čeprav so včasih mislili, da imajo vzorci našega obnašanja predvsem socialno podlago, vemo, da ni tako in da nam čas spanja, dejavnosti, hranjenja in drugih procesov, ki se dogajajo z našim telesom, urejajo naše notranje ure. Te natančno tiktakajo iz dneva v dan, da pa so usklajene z dolžino dneva oziroma noči, poskrbijo posebni mehanizmi, ki te ure sproti natančno nastavlja. Motnje v delovanju notranje ure imajo za telo neprijetne posledice, ki se ob dolgotrajnem delovanju lahko pokažejo tudi pri našem zdravju.

Delovanja celičnih ur še ne razumemo povsem, kljub temu da so se nam v zadnjih letih odrgnile s teh procesov mnoge tančice. Vemo, da notranja ura skrbi za obdobja spanja in budnosti, poleg vpliva na obnašanje v različnih dnevnih obdobjih pa ima tudi močan vpliv neposredno na človeško in živalsko telo. Pri ljudeh se tako v skladu z ritmom notranje ure spreminja presnova v organizmu, telesna temperatura in delovanje možganov. Pri živalih, ki so bolj kakor mi odvisne od letnih časov in zunanjih danosti, pa notranja ura vpliva tudi na delovanje njihovih razmnoževalnih organov in določa najprimernejši čas za kotitev mladičev.

Raziskave v prihodnjih letih bodo delovanje teh notranjih ur zagotovo še bolj razkrile in z znanjem, ki si ga bomo pridobili, bo mo verjetno lahko pomagali številnim ljudem, ki imajo težave s spanjem ali kakšne druge težave, povezane z nepravilnim delovanjem notranje ure.



Prezrez mišjih možganov.



Prezrez človeških možganov z epifizo in hipotalamusom.

naš vid. Živčne povezave vodijo potem neposredno v majhno skupino celic v predelu možganov, ki ga imenujemo hipotalamus. To skupino imenujemo suprakizmatično jedro, ki je osrednja ura v našem organizmu in je sestavljeno iz posebnih živčnih celic, katerih naloga je uravnavati dnevno-nočni ritem pri ljudeh in živalih, sporočila iz okolja, ki jih zaznajo oči, pa vsak dan sproti

se imenujejo PER (iz angleškega period – obdobje), TIM (iz angleškega timeless – brez časa, zato ker vinske mušice z okvarjenim genom TIM ne morejo več meriti časa), CLK (iz angleškega clock – ura) in CYC (iz angleškega cycling – kroženje oziroma ciklanje). Nastajanje beljakovin PER in TIM v celicah spodbujata beljakovini CLK in CYC, ki sta najbolj dejavni v začetku temne-

Tipalke za robote

Mnoge žuželke zaznavajo svoje neposredno okolje s premičnimi tipalkami. Zdjaj znanstveniki takšno prostorsko prepoznavanje objektov poskušajo uporabiti za izdelavo nove mehanske vrste senzorjev. Kmalu jih bo mogoče uporabiti za orientacijski pripomoček za mobilne robote.

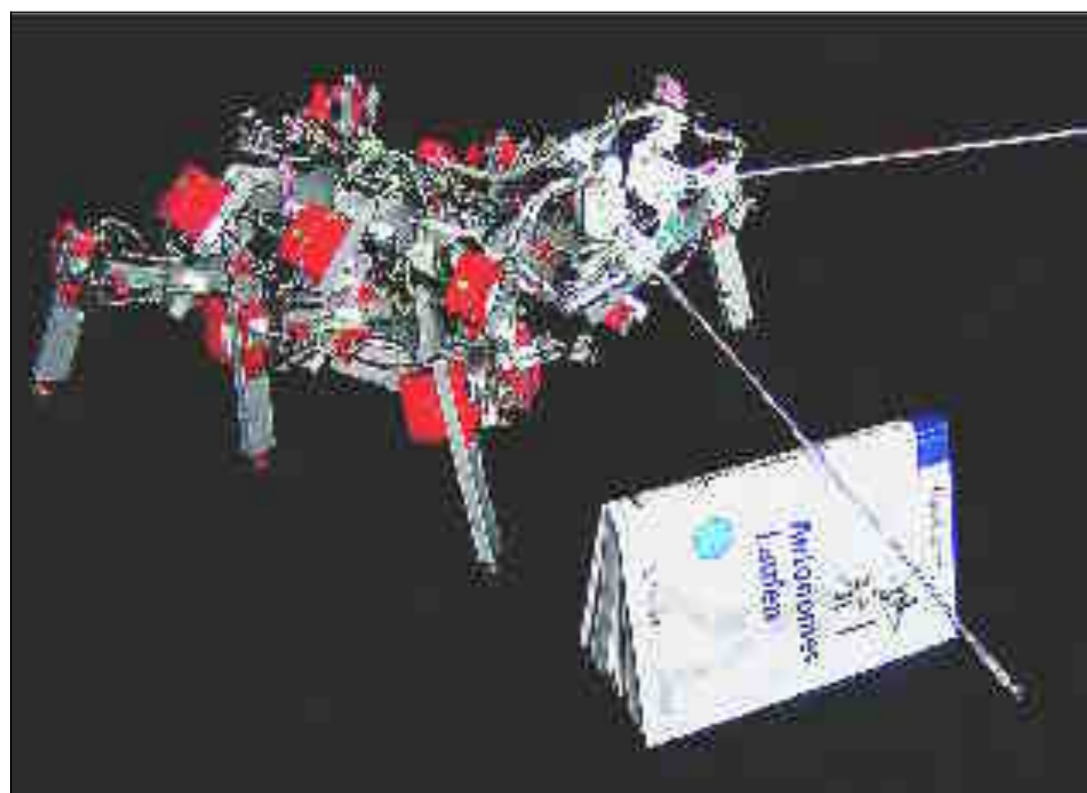
Če mora človek hoditi v temi po neznanem prostoru, samodejno iztegne roke in se zanese na svoj tip. S premikanjem rok lahko še dodatno zmanjša tveganje, da se bo zaletil v oviro. To načelo so žuželke optimizirale. Z dolgimi tipalkami delajo krožne gibe in tako raziskujejo svoje okolje in premagajo tudi zelo težave

ven teren. Tako lahko na primer napredujejo skozi vejevje dreves. Raziskovalci Fraunhoferjevega inštituta za avtomatizacijo v Magdeburgu in univerze v Bielefeldu so na podlagi enakih načel razvili senzor, ki posreduje več informacij o okolju kot konvencionalni senzorji, poleg tega pa je trdnější in cenejši od tehnologij z optičnimi instrumenti, ki imajo vgrajene kamere.

Prototip umetnih tipalk so namestili v robot. Motorja premikata senzorsko palico tako, da kroži po poti ovalne oblike, pospeševalni senzor pa je na njeni prosti nihajoči konici. Konvencionalni senzorji za tip se odzivajo samo na pritisk na konico, nove tipalke pa je mogoče uporabiti kot senzorje po celotni dolžini.

Glede na to, na kateri točki se tipalka dotakne ovire – na sredini ali na sprednji tretjini – izmeri senzor različno frekvenco oscilacije na konici. Če je ovira bliže senzorju, je frekvenca visoka, če je oddaljena, konica oscilira počasneje. Frekvenca in kontrolni signali motorja nakazujejo položaj ovire v prostoru. S povratno informacijsko zanko lahko senzor po prvotnem stiku celo spremeni smer in natančneje preišče okolje.

S tem senzorjem je mogoče opremiti mobilne robote, saj postanejo mnogi optični senzorji zaradi prahu ali umazanega okolja neuporabni. Načeloma je mogoče tipalko privediti tudi za drugo uporabo.



Mobilni robot Tarry kot žuželke uporablja »tipalke« za zaznavanje ovir.