

VREME I SVEST: NEUROLOŠKI PRISTUP

Ljubisav Rakić

Medicinski Fakultet, Beograd
&
ICN Galenika, Beograd

Rezime. Tema vreme i svest ima univerzalni značaj ne samo u okviru neuronauka, već i u nauci uopšte. Čovek sa svojom svešću kao urođenom suštinom deo je prirode koja je mnogo starija od njega samog, ali je čovek stariji od nauke koja proučava tu prirodu. U ovom radu razmotreno se nekoliko pitanja koja treba da koreliraju neurobiološke stavove sa problemom vremena i svesti. Prvo, analizirane su različite vrste vremena (egzistencijalno, fiziološko i svesno vreme, nesvesno emerđentno vreme, situaciono kulturalno vreme); drugo, osvetljeni su koreni ovog problema u različitim disciplinama relevantnim za neurobiologiju (metafizika, fizika, evolucija, kultura itd.); treće, objašnjene su moguće neuralne osnove svesti; četvrto, objašnjena je povezanost bioloških akcija i subjektivnog osećaja vremena (važnost integracije vremena u fiziologiji mozga, opštoj organizaciji ponašanja, biološkim časovnicima), sa naglaskom na integraciju svesnog doživljaja sa sadašnjim, prošlim i budućim događajima; konačno, razmotrene su kognitivne funkcije i um, kao neurobiološki imenitelj i pretpostavka i za vreme i za svest.

Razmišljajući, kao neurobiolog, na temu *vremena i svesti*, suočio sam se sa brojnim dilemama čiji univerzalni značaj širi granice ne samo neuronauka već nauke uopšte. Svako od nas ko se bavi naukom inklinira neslaganju, kako je to dobro formulisao fon Vajceker [1]: "Nauka je, ako misli o sebi kao o punoj istini, najveća prevara u koju je čovečanstvo ikada upalo". Kako bilo, mnogo veća obmana za čoveka bilo bi da ne veruje u nauku. Čovek uopšte, a posebno naučnik, inklinira implicitno tome da ono što razume smatra punom istinom. Ovo se posebno odnosi na kontemplativnu apstrakciju; unutrašnja konzistencija sveta apstrakcije tako je velika da je teško shvatiti do kog stepena se čovek kreće u sistemu obmana i prevara. Međutim, veoma često nije moguće a priori odbaciti sistem obmane, pošto se on ponekad sastoji od elemenata duboke istine, koje mi vođeni postojećim naučnim pragmatizmom potpuno ignorišemo. Zato je uvek potrebno pristupiti svakom pojmu sa respektom, kako bi se razlikovala istina od obmane.

Čovek sa svojom svešću, kao urođenom suštinom, deo je prirode koja je znatno starija od njega, ali je čovek stariji od nauke koja proučava tu prirodu. Zato je cilj

nauke da objasni prirodne pojave sa novim uvidima i znanjem tokom istorije nauke, i sve to se dinamički menja tokom vremena.

Evolucija života i čovečanstva od početka je bila potopljena u moru vremena. Ljudi, kao i ribe u vodi, postajali su polako svesni vremenskog mora u kome žive. Arheološki podaci iz Kromanjonskih pećina u južnoj Francuskoj od pre 37.000 godina ukazali su da su ovi ljudi, kao prva ljudska bića, zabeležili sistematske opservacije mesečevih mena, migracije divljači, mrešćenje pastrmki i verovatno čak položaj Sunca tokom različitih godišnjih doba [2]. Sposobnost tih prvih ljudi da registruju i predvide takve događaje, i posedovanje veoma pojačanog potencijala za preživljavanje, omogućili su im planiranje po prvi put u istoriji ljudskog roda.

Tokom narednih milenijuma, čovek je napravio instrumente za merenje i klasifikaciju fizičkog vremena, kao spoljašnji standard za definisanje "ubrzanja" ili "kašnjenja". Razvoj civilizacije vodio je do širenja mogućnosti progressa i izražavanja novih modaliteta društvenog i biološkog života u kome je potrošnja vremena postala glavni cilj i namera. Međutim, ovo širenje je limitirano specifičnim biološkim i fiziološkim funkcijama.

Ova širenja mogućnosti mogu se predstaviti kao eksternalizovane manifestacije ljudske težnje, potrebe i znanja, i oni takođe reflektuju naša nesvesne težnje. Na primer, telefon proširuje doseg ljudskog glasa, televizija proširuje dosege i oka i uha, kompjuteri proširuju memoriju, mikroskopi povećavaju moć očnih sočiva, automobili proširuju sposobnosti naših nogu itd. Ali svako proširenje obično zamenjuje proces koji je proširen. Najčešće, to dovodi do poremećaja bioloških časovnika, koji se eksternalizuju, i to je trenutak kada se ova proširenja tretiraju kao da predstavljaju jedinu stvarnost. I potom dolazi do tenzije i kolizije unutrašnjeg časovnika i spoljašnjeg fizičkog časovnika, što dovodi do mnogobrojnih stresnih situacija i neslaganja u savremenom svetu.

Vreme i svest imaju svoje korene u brojnim disciplinama relevantnim za shvatanje njihovih relacija u kontekstu neurobiologije; ne ulazeći u detalje, istakao bih metafiziku, fiziku, evoluciju i kulturu. *Metafizika*, posebno evropska u dijalogu sa određenim grčkim izvorima, ističe da spoznaja vremena predstavlja horizont opstanka, i da vreme ima centralni značaj za matematiku. *Fizika*, kao fundamentalna disciplina prirodnih nauka, čvrsto je povezana sa logikom vremena, pri čemu je kvantna logika samo jedna od njenih varijanti. Kvantna teorija kao teorija predviđanja verovatnoće, traži mogućnost primene u fiziološkim procesima, uključujući svest, što će biti predmet drugih saopštenja na ovom skupu. *Evolucija*, i u nauci i filozofiji pokazuje neprekidnu sukcesiju promena u vremenu. *Kultura* u kontekstu naučnih premisa rušenja vremenskih barijera milenijuma naše civilizacije, omogućava nam istorijski doživljaj čoveka, što uključuje jedinstvo opservacije i dinamike, unifikaciju ciljane racionalnosti, isticanje trojstva (teorija, moral i umetnost) i konačno jedinstvo istine.

Vratimo se nazad na osnovni predmet rada - svest i vreme. Prema *Enciklopediji neuronauka* [3], svest kao neuronaučni koncept bio je slabo korišćen u nekoliko različitih značenja ili aspekata funkcije mozga kod ljudi i životinja. Ovaj termin se često

primenjuje na stanja odziva na okolinu - svesnost ili koma, budnost ili usnulost, i budnost ili povećana budnost u budnom stanju. Ova stanja mogu se opisati bihevioralno posmatranjem čoveka ili životinje. Svesni ili subjektivni doživljaj jasno je dostupan jedino introspektivno onome ko ima taj doživljaj. Uloga neuronauka je da razume neuralnu osnovu svesnog iskustva, tj. vezu um-mozak; takođe, da dâ potrebne uslove za objašnjenje ovog fenomena na ćelijskom nivou. Eksperimenti Morucija i Magouna [4], Penfilda [5], Jaspera [6] i drugih o ulozi retikularne formacije u budnosti ukazali su da izvan moždane kore postoje područja mozga neophodna za svest. S druge strane, eksperimenti Sperijsa [7] pokazuju da postoje odvojene i specifične hemisferne lokacije različitih moždanih funkcija povezanih sa svesću. Postoje još i dokazi da hipokampalni i limbički sistem [8], kao i striatum [9], mogu funkcionisati tako da razlikuju novu draž i očitavaju kratkotrajnu memoriju na način koji može modulirati ulaz u svesni mozak.

Verovatno glavni pokazatelj ovog i srodnih radova je da svest nije privilegija celog mozga, već je pre rezultat procesa koji se odigravaju u određenim regionima, na primer, dve kortikalne hemisfere, talamokortikalnoj vezi [10], striatumu i limbičkom i retikularnom sistemu. Novija proučavanja na ljudima, korišćenjem neinvazivnih metoda lokalne cerebralne cirkulacije i metabolizma, efekata farmakoloških supstanci kao i direktne kortikalne stimulacije i registrovanja intrakranijalnih elektrofizioloških metoda, u budnim i reagujućim subjektima, veoma su doprinela boljem shvatanju problema, posebno veze između svesnih i nesvesnih mentalnih događaja [11].

U potrazi za objektivnim biofizičkim i molekularnim biološkim parametrima, mora se uvek biti dovoljno kritičan i oprezan, i iznad svega svi ti podaci moraju se posmatrati integralno sa čitavim bihevioralnim izrazom, posebno u razlikovanju svesnog i nesvesnog. Prethodno smo istakli da izvestan stepen kortikalne aktivacije predstavlja uslov za svest. Libet i saradnici su otkrili [12] da mnogi svesni doživljaji zahtevaju značajan minimalni period kortikalne aktivacije i da kraći periodi takve aktivacije mogu pobuditi nesvesne mentalne operacije. Otuda bi razlika između svesnih i nesvesnih mentalnih događaja bila u *trajanju* odgovarajućih neuronskih aktivnosti. Ovo daje mogućnost za nesvesno modifikovanje sadržaja subjektivnog iskustva tokom vremena u kome se razvija svesni događaj. Ovo takođe pokazuje jednu od mogućnosti realnih i mogućih interakcija vremena i svesti.

U potrazi za neurobiološkim korelatima vremena i svesti, procesi učenja i memorije zauzimaju specijalno mesto, o čemu postoje i afirmativni i zanemarujući stavovi. Učenje podrazumeva prikupljanje podataka ili novih veština i ponašanja, dok memorija implicira očuvanost tokom vremena prikupljenog znanja ili prethodnih doživljaja, zajedno sa pozivanjem takvog znanja ili svesnog prisećanja takvih događaja.

Postavlja se pitanje - kakva je uloga svesti u sistemima odgovornim za učenje i memoriju? Sadašnje znanje o tome ističe postojanje različitih formi memorije u širokom opsegu različitih situacija, kao i potrebu da se one razlikuju *među različitim vrstama svesti*. Oboje su blisko povezani sa umom - centralnim problemom kod čoveka. Dobro je poznato da je svest uslov za fenomen uma, što se može opisati kao stanje ko-

je implicira sposobnost za opažanje draži, odnosno stanje u kome se može odigrati percepcija. Dakle, svest je stanje u kome je subjekat sposoban da opaža; stanje aktivnosti mozga koje mu omogućava da istakne bilo koju od njegovih funkcija kao "uma". Sadržaj nečijeg mozga je subjektivni doživljaj, lični svet koji se do nekih granica može istražiti introspekcijom. Mozak drugog čoveka može se shvatiti iz njegove priče, pisanja ili delovanja, dok se mozak životinja može shvatiti samo iz njihovih akcija (kasnije ćemo diskutovati o umu i svesti na ranom stupnju evolucione skale).

Svest je uslov *sine qua non* za um, ali komponentama uma mogu se smatrati percepcija, memorija, emocije, propoziciono mišljenje i odgovor. *Percepcija* je transfer informacije u njen fizikohemijski ekvivalent do odgovarajućeg dela mozga, od senzornih organa do moždane senzorne kore. Informacija se može opisati kao senzorni podatak koji je deo subjektivno percepiranog sveta, za razliku od objektivnog fizičkog sveta. Nervne ćelije odgovorne za akt percepcije održavaju se u stanju spremnosti kao deo svesti, prethodno opisanim neuralnim mehanizmima. Kada je sistem u stanju svesnosti, percept je registrovan, i *memorisan* posredstvom kompleksnih neuralnih veza. Ovi senzorni podaci su uskladišteni da bi mogli da se pozovu po želji u vremenskom sledu. Percepti se mogu onda korelirati sa prethodno postojećom memorijom i sa uskladištenim odgovarajućim emocionalnim sadržajima. *Emocija* se može shvatiti kao da ima potkrepljenu "toničku" komponentu i "fazičku" komponentu, blisko povezanu sa autonomnom aktivnošću. Tonički aspekt emocije uspostavlja sklonost za reakciju, tako da se kaže da je osoba u srećnom, ljubaznom, iznerviranom ili sumornom raspoloženju. Fazički aspekt emocije je odgovor na primljeni stimulus, i njegova priroda zavisi od memorisanih događaja povezanih sa sličnim perceptom - to je naučeni odgovor. Emocionalna reakcija utiče na selekciju odgovarajućeg motornog odgovora - poimanje ili izbegavanje, prihvatanje ili odbijanje, napredovanje ili povlačenje. Važna forma intelektualnog napora, logičko ili propoziciono mišljenje, ide od date premise do zaključka. U ovom sistemu memorija može dati premisu koja dalje deluje kao interni stimulus, umesto percepiranog stimulusa, da inicira lanac događaja. *Propoziciona misao* je osnova onog što nazivamo inteligencijom, intelektualnom sposobnošću koja obuhvata skup specijalnih znanja, od kojih svako može biti razvijeno do različitog stupnja u nekoj osobi. Onda, efektni ili motorni neuroni osiguravaju tu aktivnost, bilo da je to govor ili pokret (odgovor), koji se može inicirati na način odgovarajući primljenoj informaciji [13]. Ono što želim da podvučem je značaj sistematske pojave svesne pažnje u prisećanju i drugim mentalnim aktivnostima. Klinički primer suštinskog poremećaja svesti zajedno sa nedostacima učenja i memorije jeste amnezija. Pacijenti u amneziji mogu naučiti nove veštine i steći novo znanje, ali se ne sećaju tog učenja i zato nisu svesni činjenica koje sada poseduju. U ovoj generalnoj slici, neke neurobiološke činjenice favorizuju da svesni doživljaj može da se razdvoji od memorije. Istraživanje spavanja ukazuje da osoba probuđena tokom REM spavanja obično može da saopšti doživljeni san. Ako se osoba probudi kasnije, ne može se setiti sna. Eksperimenti na životinjama govore da u REM spavanju subjekt odgovara na prethodno uslovljene stimuluse, ali uči slabo nove zadatke tokom REM spavanja. Ovo potvrđuje da su doživljaji u snu očito svesni, ali da je konsolidacija memorije vrlo slaba osim kada se memorijski proces aktivira

buđenjem. Spavanje predstavlja dobar primer da svesni doživljaj nije nužno vezan za memoriju. Svi pomenuti fenomeni potiču od fizičko-hemijske moždane aktivnosti i njegove anatomo-fiziološke organizacije, o čemu ne možemo detaljno diskutovati zbog ograničenja prostora.

Vreme se veoma teško potčinjava linearnom opisu. Ono nije određena konstanta, već klaster koncepata, događaja i ritmova koji pokrivaju širok opseg fenomena. Ne ulazeći u detalje, ističem da se može govoriti o različitim tipovima vremena [14]: egzistencijalnom vremenu (fizičkom, biološkom), fiziološkom i svesnom vremenu (metafizičkom, sakralnom), nesvesnom emeraldžentnom vremenu (ličnom, sinhronizovanom) i situacionom kulturalnom vremenu (profanom, mikro). U ovom radu bavićemo se onim vremenom koje uključuje neurobiološke aspekte.

Biološko delovanje i ljudsko iskustvo neraskidivo su povezani sa vremenom. Nema akcije ili iskustva bez odgovarajućeg tajminga i trajanja. Doprinosi klasičnih neuronauka isticali su značaj vemenske integracije u fiziologiji mozga i tzv. više nervne aktivnosti [15]. Uspostavljanje uslovnih refleksa zavisi od bliske asocijacije u vremenu uslovnog i bezuslovnog stimulusa. Trajanje vremenske baze ima značaj u različitim izrazima funkcija sistema adaptivnog učenja - kognitivnih ili afektivnih. Tokom klasičnog uslovljavanja životinje su podvrgnute uslovnom stimulusu (tonu) koji potiče iz spoljašnjih izvora, uparenih sa biološki značajnim spoljašnjim bezuslovnim stimulusom (hranom). Oba stimulusa deluju na kognitivni sistem (tj. životinja je naučila da je ton, uparen sa hranom u kratkom vremenskom intervalu, signal za hranjenje) i afektivni sistem. Kada životinja konzumira hranu (posle dužeg vremenskog perioda) afektivna vrednost te hrane pojavljuje se u unutrašnjem miljeu. Kognitivni i afektivni procesi imaju veliki uticaj na svest, oni su kvalitativno različiti i podležu različitim neuralnim sistemima, pri čemu su oba suštinska za asocijativno učenje. U opštoj organizaciji ponašanja, vremenski redosled planiranog i promišljenog ponašanja zavisi od moždane organizacije (frontalnih zona) koje imaju brz pristup memoriji prošlog i sadašnjeg iskustva, spremnog da reprezentuje delovanje u formi opštih šema. Realizacija akta ponašanja mora biti u skladu sa tim šemama. Saglasno ovim činjenicama želim da pomenem Ingvarove podatke [16] o moždanim procesima uključenim u integrisanje svesnog iskustva povezanog sa prošlim, sadašnjim i budućim događajima, baziranim na kliničkim studijama i proučavanjima moždanog protoka krvi. Neuralnu osnovu *prošlog* - odgovornu za skladištenje informacija o događajima (memorije motoričko-bihevioralnih reakcija, senzornih percepata, zvukova, kognitivnih struktura itd.) - čine strukture u postcentralnim kortikalnim zonama i temporalnim lobusima. *Sadašnjost* znači iskustvo aktuelnih događaja i trenutnim situacijama i u datoj senzornoj situaciji. Mi smo svesni činjenice da vidimo, čujemo ili osećamo stvari u sadašnjosti pomoću naših senzornih ulaza. Osnovni tip svesnosti o sadašnjosti posredovan je preko senzornih ulaza, koji se odnose na sadašnji trenutak. Električna stimulacija primarnog senzornog projekcionog polja korteksa indukuje funkcije sadašnjeg iskustva reprezentovane aktiviranim senzornim modalitetom. *Budućnost* ili "memorija budućeg" omogućava nam da budemo svesni, da anticipiramo, da očekujemo, da planiramo, i da se sećamo događaja u budućnosti koji se još nisu odigrali. Ova

funkcija ističe fundamentalnu sposobnost nervnog sistema - da se bavi budućim, da stvara planove delovanja i da programira anticipativno ponašanje i mišljenje usmereno ka cilju. Ova sposobnost mozga je posebno izrazita kod čoveka i blisko je povezana sa njegovom jezičkom sposobnošću. Koristeći najmodernije neinvazivne tehnike za merenje raspodele funkcija u različitim moždanim strukturama kod svesnih neanesteziranih ljudskih subjekata u miru ili u mentalnoj aktivnosti, Ingvar je otkrio da se buduće ponašanje i mišljenje evidentno obrađuje u prefrontalnom korteksu.

Postoji rastući broj činjenica koje podržavaju stav da ljudsko biće ispoljava neku pragmatičnu organizaciju vremena u svom dnevnom životu, pokazuje sposobnosti za elaboraciju kognitivne obrade vremenske informacije, gradi konceptualne konstrukte o vremenu i takođe doživljava vreme sa različitim afektivnim konotacijama. Vredi istaći mogućnost da se sve to pojavljuje iz bazičnijih i opštijih formi prilagođavanja vremenu svih živih bića, poznatih kao "biološki časovnici" ili "biološki ritmovi". Biološki časovnici su se razvili kao adaptacija na periodične fluktuacije sredine. Uloga takvih časovnika, kao urođenih vremenskih supstrata, za fiziološke i bihevioralne programe koji omogućuju adaptivno prilagođavanje predvidivim varijacijama spoljnog sveta, dobro je poznata [17]. Bez ulaženja u detalje, u skladu sa glavnim ciljem ovog rada, želeo bih da istaknem važnost cirkadijalnih periodičnosti tokom učenja. Naši podaci su pokazali da cirkadijalni ritmovi igraju važnu ulogu u formiranju uslovnih refleksa. Desinhronizacija cirkadijalnog oscilatora, podvrgavanjem eksperimentalnih životinja stalnom mraku ili stalnom svetlu, proizvodi značajan poremećaj kako cirkadijalnih varijacija u procesu učenja tako i samog učenja [18]. Neslaganje između unutrašnjih (bioloških) i spoljašnjih (fizičkih) časovnika prouzrokuje mnogo stresa u našem svakodnevnom životu. Hall [14] je uveo termin "time dragging" u slučaju kada su telesni časovnik i časovnik na zidu desinhronizovani. "Vremensko razvlačenje" se koristi kao sinonim za nešto što nema dobro vreme. Otuda, termin da se vreme razvlači može biti korišćen kod budnih osoba kako bi se otkrilo šta je to što čini da se tako osećaju. Biti svestan vremenskog razvlačenja je važno, pošto je sve jasnije da je naša podsvest tamo gde je locirano organizujuće, sintetizujuće jezgro naše ličnosti. Mnoge osobe pokušavaju da smanje otuđenost i da povežu svesni deo sebe sa nesvesnim. Rascep između nesvesnog i svesnog nije zanemarljiv. Kada je taj rascep suviše veliki, ljudski životi su manjkavi. Napor da se ta dva dela povežu čini ljude manje produktivnim i manje zadovoljnim. Fenomen vremenskog razvlačenja mora se češće i pažljivije razmatrati u kontekstu psihe pojedinca, psihološkog statusa i uslova. Regulacija vremena ne znači kontrolu vremena. Generalni osećaj je da se vreme može adaptirati, ali da se ne može kontrolisati i zato čak "Bogovi slede vreme kako je dato" [19].

Postavlja se pitanje - koje strukture i koji sistemi predstavljaju moguću zajedničku neurobiološku osnovu vremena i svesti. Ovde navedeni podaci ukazuju da bi to trebalo da budu kognitivne moždane strukture i sistemi. Govoreći o neuralnoj strukturi svesti istakli smo da svojstvo svesti uključuje: (1) sposobnost da shvati i razlikuje različite događaje; (2) sposobnost da kritički reaguje na unutrašnje i spoljašnje uslove i da aktivira informaciju; (3) sposobnost da akumulira sećanja i da ih

prizove asocijativno u vremenskom sledu; i (4) sposobnost da razlikuje sebe od ne-sebe (samo-svest). S druge strane, kognitivne funkcije su blisko povezane sa vremenskom organizacijom ponašanja - kako sa vremenskom regulacijom tako i sa ritmičkom periodičnošću. Glavna dinamička funkcija mozga je posredovanje između iskustva i delovanja. Da bi se to ostvarilo, mora se obezbediti mogućnost aktiviranja prošlog iskustva, kao i vremensko svojstvo prisećanja. Između ostalog, posebno važni su kontinuitet percepcije, vremenski redosled i detekcija novine. Prema tome, svest se može razmatrati kao forma asocijativnog prisećanja sa aktivacijom, baziranom na sadašnjem inputu. Kognitivne strukture zauzimaju različite moždane regije i mogu biti stečene ili genetske, ili verovatnije rezultat njihove kombinacije. One integrišu sadašnje događaje sa predstavljanjem i generisanjem prošlih događaja i takođe kreiraju planove delovanja u budućnosti (anticipacija, predviđanje). Ali vreme se ne može tretirati prosto kao homogeni veštački parametar koji opisuje ulazno-izlazne relacije. Pre svega, vreme za čoveka označava informaciju - vremensku informaciju koja ostaje u čoveku tokom života. Vreme je nezavisno svojstvo informacionog toka, isto kao druga svojstva informacionih oblika poput veličine, boje, zvuka ili prostorne lokacije [20].

Svest se pojavljuje postepeno tokom evolucije života. Samo na nivou čoveka pojavljuje se svest sposobna za relacije prema sebi, za postavljanje kritičkih pitanja o objektima i živim bićima u okolini, za traženje odgovora na ta pitanja u granicama egzaktnih naučnih i filozofskih rešenja. Vreme i svest, osim drugih dimenzija, imaju zajedno i kulturalnu dimenziju, i sve one zavise od neurobiološke osnove koja je ponovo pod uticajem vremena i svesti.

Sumirajući celu ideju, želeo bih ponovo da istaknem da razmatranje neurobiološke osnove vremena i svesti uključuje kao obavezni uslov kognitivne funkcije, koje su potom u dinamičkoj interakciji sa njima.

Podaci prezentirani u ovom radu služe više kao putokaz za buduće istraživanje nego što su adekvatni odgovor za premošćavanje jaza u postojećem znanju.

LITERATURA

- [1] K.F.von Weizsacker, in *Der Mensch in den modernen Wissenschaften*, Hrsg. K.von Michalski (Ins. für die Wissenschaften vom Menschen, Wien, 1985).
- [2] A.Marschack, *The Root of Civilization* (Mc Graw Hill, New York, 1972).
- [3] In *Enciclopedia of Neuroscience*, Vol. 2, G.Adelman, ed. (Birkhatser, Boston/Basel/ Stuttgart, 1987).
- [4] G.Moruzzi and H.W.Magoun, *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 1 (1948), p. 455.

- [5] W.Penfield, in *Neuroscience: Path of Discovery*, F.G.Worden, J.P.Swazey, and G.Adelman, eds. (MIT Press, Cambridge MA, 1975).
- [6] H.H.Jasper, in *Brain and Conscious Experience*, J.C.Eccles, ed. (Springer Verlag, New York, 1966).
- [7] R.W.Sperry, *Psych. Rev.* 76 (1970), p. 532.
- [8] O.S.Vinogradova, in *The Study of Time*, J.T.Fraser, N.Lawrence, and D.Park, eds. (Springer Verlag, New York, 1978).
- [9] Lj.Rakić, in *Impact of Basic Science on Medicine*, M.Priwes and M.Shapiro, eds. (Academic Press, London/New York, 1966).
- [10] V.B.Mountcastle, in *Medical Psychology*, Vol. 1, V.B.Mountcastle, ed. (C.V.Mosby Co., St.Louis, 1974).
- [11] B.Libet, *Human Neurobiology* 1 (1982), p. 235.
- [12] B.Libet, C.A.Gleason, E.W.Wright, and D.K.Pearl, *Brain* 106 (1983), p. 623.
- [13] J.W.Lance, *A Physiological Approach to Clinical Neurology* (Butterworths, London, 1970).
- [14] E.Hall, *The Dance of Life* (Anchor Press/Doubleday, Garden City NY, 1984).
- [15] K.S.Lashley, *Brain Mechanisms and Intelligence* (Chicago Univ.Press, Chicago, 1929).
- [16] D.H.Ingvar, *Human Neurobiology* 4 (1985), p. 127.
- [17] J.Aschoff, in *Timing and Time Perception*, G.Gibbon and L.Allan, eds., *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 423 (1984), p. 442.
- [18] N.Kovačević and Lj. Rakić, *Arch. Biol. Sci.* 23 (1971), p. 3.
- [19] M.Toda, in *The Study of Time*, J.T.Fraser, N.Lawrence, and D.Park, eds. (Springer Verlag, New York, 1978).
- [20] J.A.Michon, in *The Study of Time*, J.T.Fraser, F.C.Haber, and G.H.Muller, eds. (Springer Verlag, Heidelberg, 1972).