

UDC 616 (082)

YU ISSN 0350-0071

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI BOSNE I HERCEGOVINE

---

# RADOVI

KNJIGA LXXXVI

ODJELJENJE MEDICINSKIH NAUKA

Knjiga 24

---

Redakcioni odbor

Seid Huković, Aleksandar Nikulin i Džemal Rezaković



Urednik

Džemal Rezaković,

redovni član Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

SARAJEVO 1990.

UTICAJ KONSTANTNOG MAGNETSKOG POLJA NA  
BIOELEKTRIČNU AKTIVNOST MOZGA KUNIČA I  
MANIFESTACIJU BOLNE REAKCIJE IZAZVANE  
ELEKTROKOŽNIM NADRAŽAJEM

BOGOSLAV LAŽETIĆ I BORISLAV NIKIN

*Zavod za fiziologiju, Medicinski fakultet, Novi Sad  
Tehnološki fakultet, Novi Sad*

UDC 616.831—092

**Apstrakt.** Ispitivano je delovanje permanentnog magnetskog polja implantiranjem elektroda od paramagnetskog materijala u različite kortikalne i supkortikalne strukture mozga eksperimentalnih životinja — kuniča. Neurofiziološka istraživanja ukazuju da magnetska polja menjaju bioelektričnu aktivnost mozga, izazivaju ekscitaciju neurona i strukture retikularne formacije srednjeg mozga. Ekscitacija retikularne formacije uzrokuje povećanu aktivnost svih oblasti kore velikih hemisfera, aktivacije supkortikalnih struktura i motoneurona kičmene moždine. Poligrafsko registrovanje delovanja konstantnog magnetskog polja i pojava bioelektrične aktivnosti ide u prilog stavu da je bolna reakcija praćena negativnim emocionalnim stanjem i da bol mobilizuje funkcionalne sisteme za zaštitu organizma od delovanja štetnih faktora.

Ključne reči: magnetobiologija, ekscitacija retikularne formacije mozga, bol.

UVOD

Jedan od akutnih problema savremene magnetobiologije je izučavanje uticaja konstantnih magnetskih polja na centralni nervni sistem. Ta aktuelnost povezana je s neophodnom savremenom ocenom biološkog delovanja kako prirodnih tako i veštačkih magnetskih polja, sa kojima čovek svakim danom sve duže dolazi u kontakt.

Neurofiziološka istraživanja ukazuju da magnetska polja menjaju bioelektričnu aktivnost mozga, remete procese formiranja navika, procese čuvanja i reprodukovanja informacija u centralnom nervnom sistemu [8, 9, 10, 11].

Izučavanja neurofiziološkog statusa lica izloženih dužem delovanju magnetakih polja, ukazuju na funkcionalne poremećaje kod čoveka. Međutim, mnoga pitanja povezana s mehanizmima delovanja magnetskih polja na centralni nervni sistem ostaju nerazjašnjena. Zatim, treba imati u vidu da je i pored brojnih podataka u literaturi iz oblasti magnetobiologije, zbog korišćenja različitih parametara i različitih karakteristika magnetskih polja, kao i različitih bioloških objekata, u ovom trenutku teško izvesti neke opšte zaključke.

U ovom radu govori se o karakteristikama bioelektrične aktivnosti raznih struktura mozga pri delovanju konstantnog magnetskog polja, kao i o reakcijama na bolne elektrokožne nadražaje.

#### METODA RADA

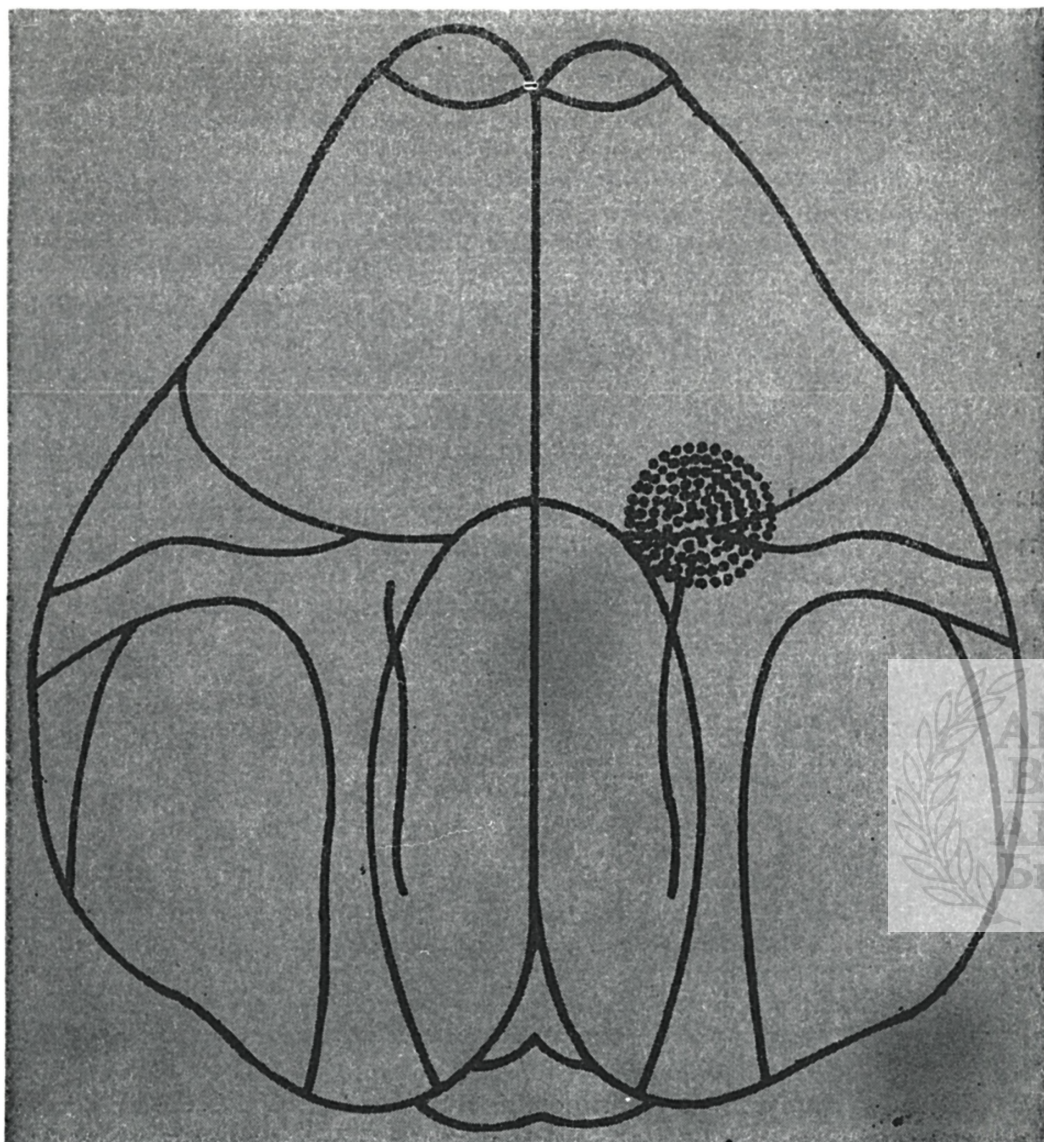
Istraživanja su sprovedena na 7 (sedam) odraslih kunića srednjoevropske rase činčila. Eksperimentalnim životinjama su u različite kortikalne i supkortikalne strukture mozga inplantirane elektrode od paramagnetskog materijala, po metodi koja se koristi u našoj neurofiziološkoj laboratoriji [2].

S ogleđila je otpočinjano tri do pet dana posle implantacije elektroda. Pored registracije bioelektrične aktivnosti struktura mozga na EKG-aparatu firme »Galileo«, registrovani su elektrokardiogram, disanje i elektromiogram. Sve eksperimentalne životinje bile su u ogleđima 3 — 4 puta, u vremenskim razmacima od po tri dana.

Eksperimentani model sastojao se u tome da se s registracijom praćenih parametara započinjalo 20 — 30 minuta posle stavljanja životinja u eksperimentalne uslove, polufiksirane na posebnom stočiću u komori namenjenoj za ovu vrstu istraživanja.

Nakon toga, primenom elektrokožnog nadražaja preko pod kožu zabodenih igala u levu zadnju nogu, odabrani su parametri električnog nadražaja dobijeni iz elektrostimulatora firme »Grass S 88«, koji, po pokazatelju disanja, izazivaju bolnu reakciju. Pri parametrima električnog nadražaja 20 — 30 V, 10 ms, najčešće je dobijana manifestna bolna reakcija. Obično smo primenjivali 5 (pet) elektrokožnih nadražaja pri jednoj stimulaciji.

30, odnosno 60 minuta posle registracije praćenih parametara, iznad desne senzomotorne kortikalne oblasti, na kosti lobanje (sl. 1) postavljan je konstantni magnet »P«, proizvođač »Potokar«. Prema podacima proizvođača, magnetsko polje karakteriše magnetska indukcija 100 mT, širina polja oko 1 cm,<sup>2</sup> penetracija polja 10 mm. Posle postavljanja magneta praćeni su navedeni parametri još u toku sledećih 60 minuta, u kom periodu su primenjivani elektrokožni nadražaji istih parametara, u vremenskim razmacima koji nisu kraći od 5 minuta. Sa registracijom se nastavljalo još sledećih 30, odnosno 60 minuta posle uklanjanja magneta.

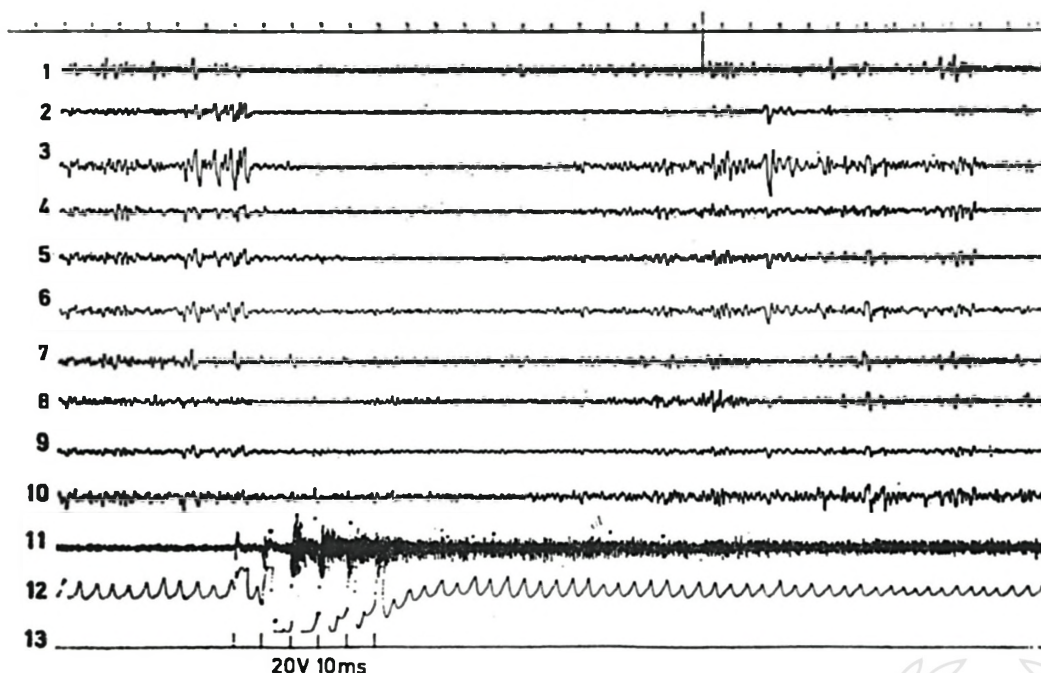


Slika 1. Sematski prikaz reljefa kortikalnih oblasti mozga kunića s tačkasto predstavljenim položajem permanentnog magneta

#### REZULTATI

Bez navođenja detalja o karakteristikama bioelektrične aktivnosti različitih struktura mozga kunića (sl. 2), ukazali bismo samo da je to uobičajena slika EEG-a za ovu vrstu eksperimentalnih životinja u uslovima dobre adaptacije na kompleksne eksperimentalne uslove, a odlikuje se smenjivanjem perioda sinhronizacije i perioda desinhronizacije [2].

Međutim, primena elektrokožnog nadražaja izaziva bolnu reakciju, koja se manifestuje promenama disanja (dubok i inspirijum, dubok i ekspirijum), sa promenama mišićnog tonusa, što pokazuje elektromiogram.



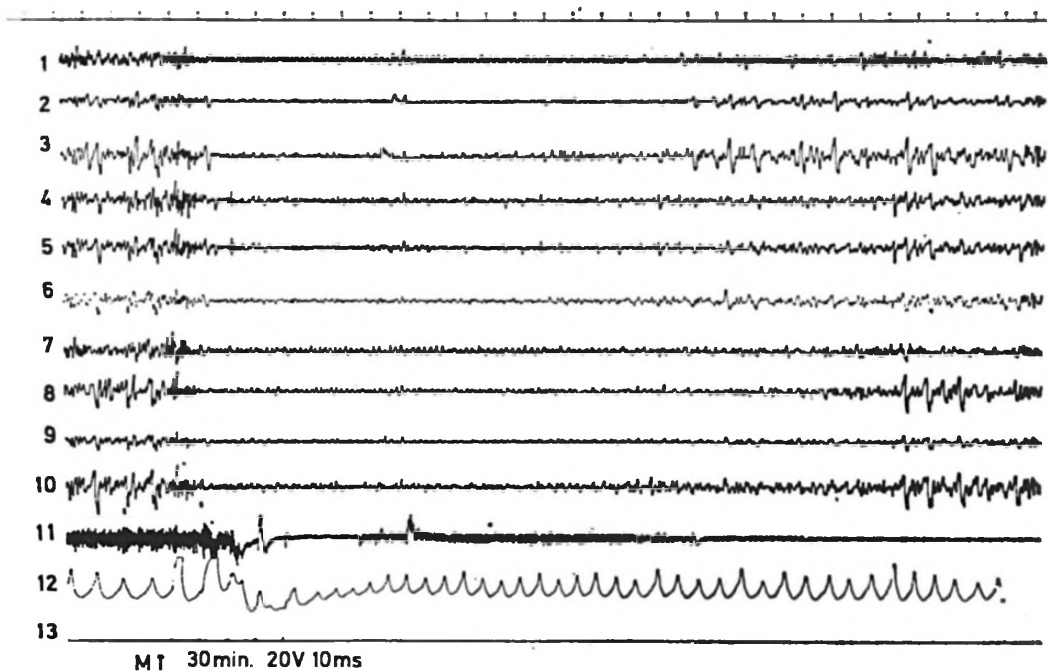
Slika 2. Poligrafška slika pri delovanju elektrokožnog bolnog nadražaja: 1. kora senzomotorna leva, 2. kora temporalna leva, 3. kora okcipitalna leva, 4. lateralni hipotalamus levi, 5. hipokamp levi, 6. retikularna formacija moždanog stabla, levo, 7. kora senzomotorna desna, 8. kora temporalna desna, 9. kora okcipitalna desna, 10. retikularna formacija moždanog stabla desna, 11. elektromiogram prednje leve šape, 12. pneumogram, 13. otklon prema gore, elektrokožni nadražaji primenjeni preko zadnje leve noge

U tom istom periodu u bioelektričnoj aktivnosti zapaža se izražen fenomen desinhronizacije, koji traje i izvesno vreme po prestanku delovanja elektrokožnih nadražaja.

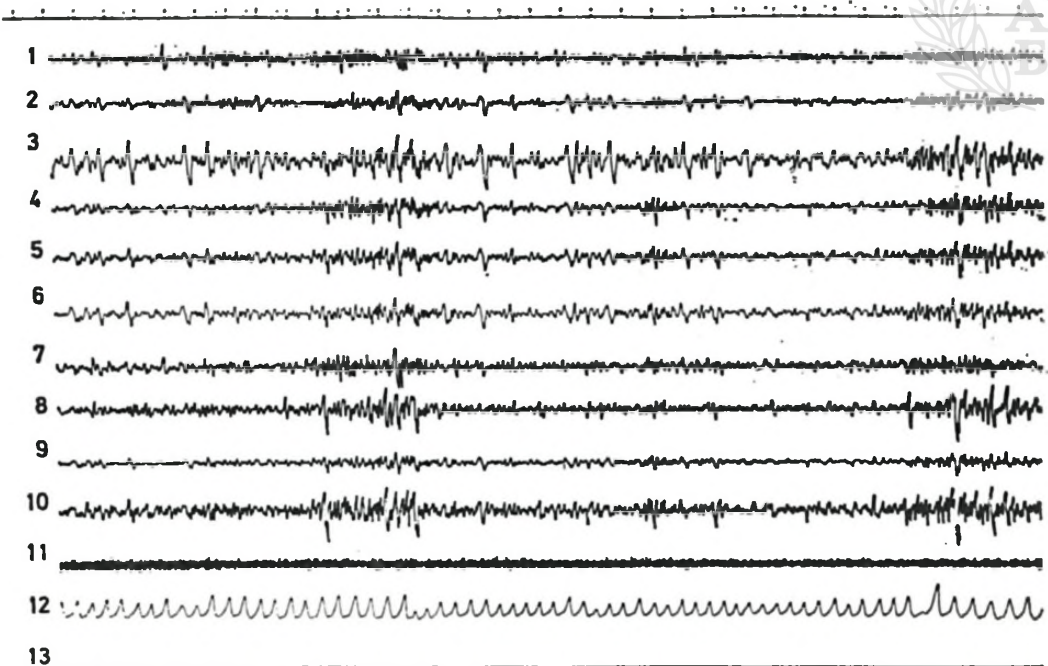
Na opisano funkcionalno stanje životinje primenjeno je delovanje permanentnog magnetskog polja gore istaknutih karakteristika. Poligrafskom registracijom pratili smo efekte njegovog delovanja. Na slici 3 iznete su poligrafške karakteristike 30 minuta nakon početka delovanja permanentnog magneta pri primeni bolnog elektrokožnog nadražaja.

Ako se uporedi izgled ove poligrafške slike sa slikom pre početka delovanja magnetskog polja, može se uočiti da se nešto skraćuje period trajanja fenomena desinhronizacije, uz smanjenje promena mišićnog tonusa, a slabi i manifestacija bolne reakcije, ocenjivano po karakteristikama disanja.

U 60. minutu delovanja magnetskog polja (sl. 4) u bioelektričnoj aktivnosti registrovanih struktura mozga dominira fenomen sinhronizacije, sa povremenom pojavom bolje organizovanih i češćih »vretena«, naročito u senzomotornim kortikalnim oblastima.



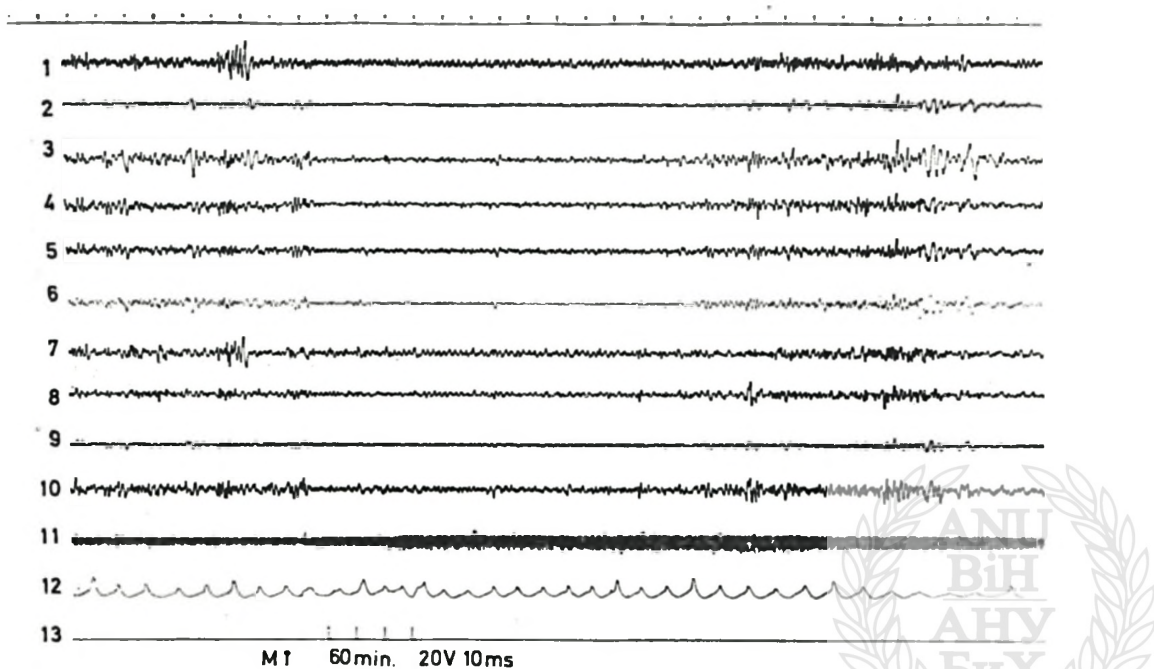
Slika 3. Poligrafiska slika 30. minuta delovanja konstantnog magnetskog polja pri primeni bolnog elektrokožnog nadražaja: M označava prisustvo magneteta; ostala signatura kao na slici 2



Slika 4. Poligrafiska slika 6. minuta delovanja konstantnog magnetskog polja; signatura kao na slici 2

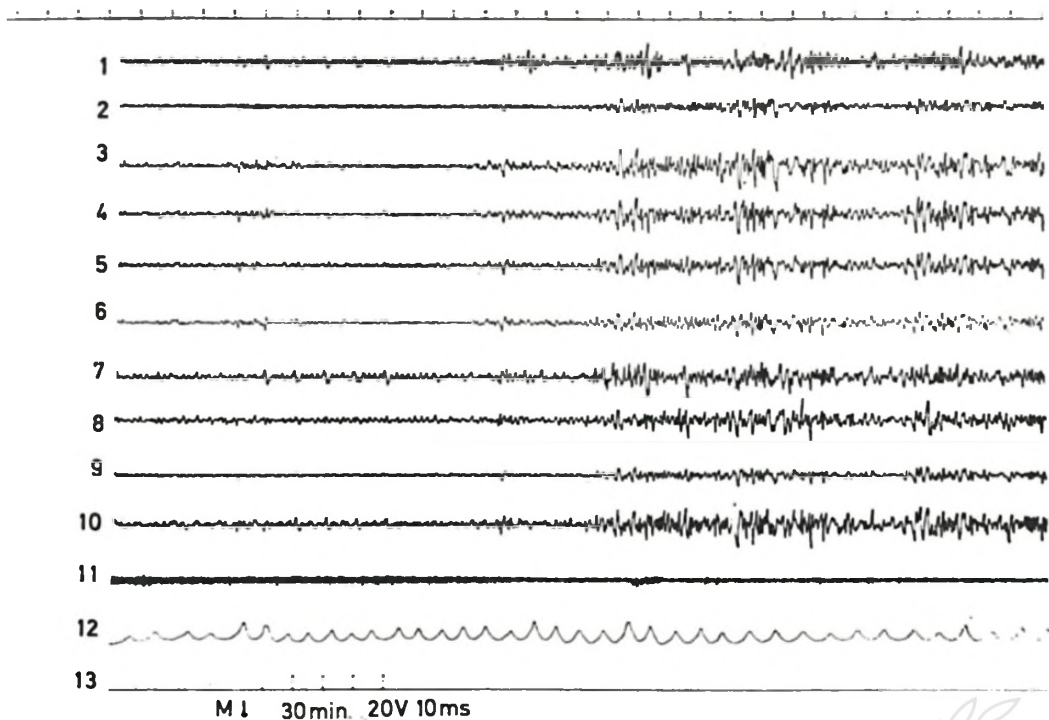
Na ovakvom fonu funkcionalnog stanja, primenjena elektrokožna stmulacija izaziva još slabije izražene promene u poligrafskoj slici (sl. 5).

I na kraju, kako je to i u metodologiji opisano, praćene su poligrafske karakteristike kod eksperimentalnih životinja i u toku 60 minuta posle uklanjanja permanentnog magneta.

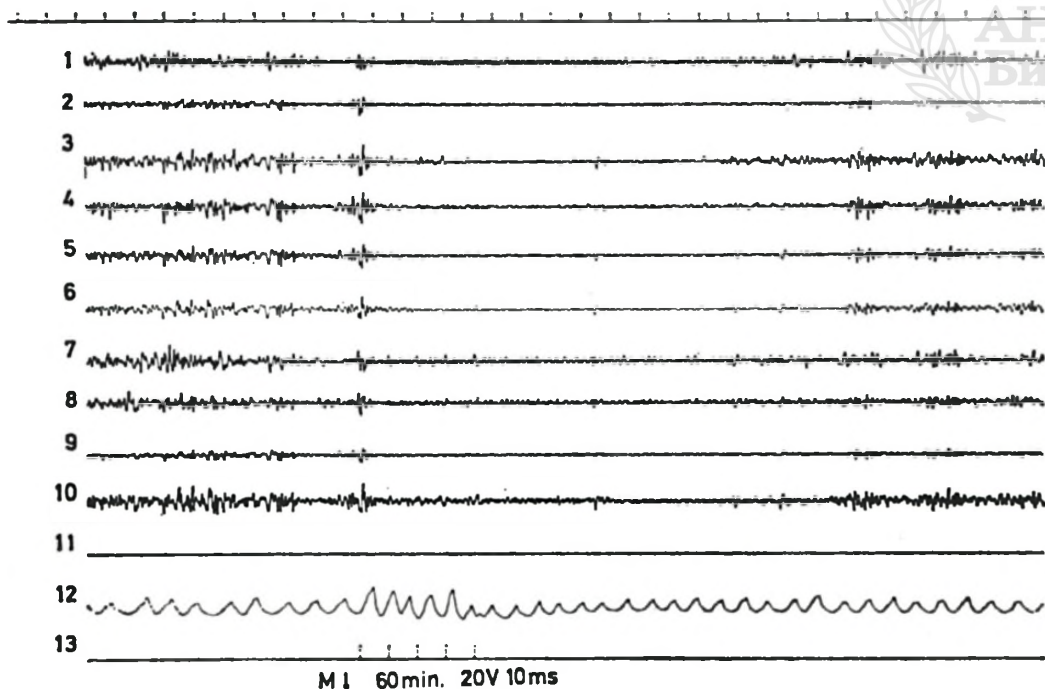


Slika 5. Poligrafaska slika 60. minuta delovanja konstantnog magnetskog polja pri primeni elektrokožnog nadražaja: M prisustvo permanentnog magneta, ostala signatura kao na slici 2

Iz prikazanih rezultata (sl. 6) vidi se da su napred opisane karakteristike prisutne i 30. minuta, sa, moglo bi se reći, naznačenom tendencijom slabljenja opisanog efekta magnetskog polja u 60. minutu nakon njegovog uklanjanja (sl. 7).



Slika 6. Poligrafiska slika 30. minuta posle uklonjenog magneta u uslovima primene elektrokožnog nadražaja; signatura kao na slici 2



Slika 7. Poligrafiska slika 60. minuta posle uklonjenog magneta u uslovima primene elektrokožnog nadražaja; signatura kao na slici 2



## DISKUSIJA

Na osnovu praćenja karakteristika bioelektrične aktivnosti navedenih struktura velikog mozga kunića, može se reći da, pored nociceptivnog sprovodnog sistema, nociceptivna impulzacija izaziva ekscitaciju neurona i strukture retikularne formacije srednjeg mozga, a to uslovljava generisanje njenih aktivirajućih ushodnih [3] i nishodnih uticaja.

Ovakva ekscitacija retikularne formacije dovodi do aktivacije svih oblasti kore velikih hemisfera, aktivacije supkortikalnih struktura, motoneurona kičmene moždine, što dovodi do promena nivoa budnosti, promena mišićnog tonusa i disanja, a, može se pretpostaviti, i drugih fizioloških parametara.

Pojava opisane bioelektrične aktivnosti, a u skladu i sa našim ranijim istraživanjima [6], kao i iz literature, ide u prilog stavu da je bolna reakcija praćena negativnim emocionalnim stanjem.

Izneti rezultati nesumnjivo potvrđuju stav P. K. Anohina da bol mobilise najrazličitije funkcionalne sisteme za zaštitu organizma od delovanja štetnih faktora i da uključuje takve komponente kao što su svest, osećaj, pamćenje, reakcije ponašanja, emocije [1]. Sve to ukazuje na to koliko je složen i mnogokomponentan fenomen bola.

Kako je primenjeno konstantno magnetsko polje delovalo iznad predela senzomotorne kortikalne oblasti desne hemisfere, a prisutno smanjenje manifestacija bolne reakcije, sve do gotovo potpunog iščezavanja, po praćenim parametrima, naročito disanja, može se pretpostaviti da ovoj kortikalnoj oblasti pripada određena uloga u razvoju analgetičkog procesa.

Ovakva pretpostavka nalazi svoju potvrdu u rezultatima istraživanja u kojima se ističe da senzomotorna kora ispoljava izražen kortikofugalni uticaj na jednu od osnovnih antinociceptivnih struktura — centralnu sivu supstancu [7]. Pored toga, u literaturi se ukazuje da senzomotorna oblast ispoljava i modulišući uticaj, potiskujući nociceptivne reakcije u parafascikularnom kompleksu talamusa [7] i orbito-frontalnoj kori [4].

Sve ovo znači da je senzomotorna kortikalna oblast jedna od vodećih kortikalnih struktura koja utiče na razvoj analgetičkog efekta, što potvrđuju i rezultati istraživanja u kojim je ustanovljeno da, u uslovima hroničnog eksperimenta, neposredna elektrostimulacija kortikalne oblasti pojačava analgetički efekat.

Sa dosta obazrivosti istakli bismo da dobijeni rezultati svedoče o tome da somatosenzorna kora igra važnu ulogu u analgeziji, verovatno preko uticaja na endogeni antinociceptivni sistem.

U skladu sa, doduše još uvek malobrojnim, podacima iz literature, može se pretpostaviti da se u osnovi endogenog antinociceptivnog sistema nalaze neurohemijski mehanizmi. Naime, ukazuje se da se u nastanak analgetičkog efekta uključuju endogeni opiatni sistemi mozga, u kojim značajnu ulogu imaju supstance peptidne prirode, kao što su endorfini i enkefalini [5].

Očekivati je da će, posljednjih godina intenzivirana, istraživanja uticati navedenih materija dati značajan doprinos, pored ostalog, i razjašnjava vanju neurohemijskih mehanizama analgezije.

I na kraju, umesto zaključka istakli bismo da su magnetska polja, bez obzira na svoje poreklo, odnosno, izvore, biološki aktivna i da po mogućim promenama koje izazivaju u organizmu zaslužuju da se još više i šire, istražuju. Verujemo da bi interdisciplinarno koncipirana istraživanja, pored ostalog, mogla da daju odgovor i na zapaženi porast poremećaja nekih funkcija čovekovog organizma.

INFLUENCE OF CONSTANT MAGNETIC FIELD ON THE BRAIN  
BAOELECTRICAL ACTIVITY AND PAIN REACTION MANIFESTATIONS  
CAUSED BY ELECTROSKIN STIMULATION IN RABBIT

S u m m a r y

Influence of magnetic field characteristics of brain bioelectrical activity and pain reaction was investigated on experimental animals (rabbits) with chronically implanted electrodes in various brain structures. Action of magnetic field above the right sensomotor region in awake rabbits causes a significant decrease after 30 minutes, and after 60 minutes disappearance of pain reaction. This effect is also present after 30 and after 60 minutes following the end of the magnetic field action.

Changes are visible in the brain bioelectrical activity and in the electromiogram as well.

L I T E R A T U R A

- [ 1 ] Anohin, P.K.: *Principi sistemnoj organizacii funkcij*. Moskva, Izd. »Nauka«, 1973, s. 5 — 61.
- [ 2 ] Bajić, M.: *Fonova bioelektrična aktivnost korteksa i subkorteksa i njezina promena raznom perifernom aferentacijom*. Med. pregl., 1986, 9 — 10, s. 355 — 361.
- [ 3 ] Bajić, M.: *Uloga retikularne formacije u formiranju uslovnog refleksa*. Dok. dis., Novi Sad, 1969, s. 192.
- [ 4 ] Durinjan, R.A.: *Kortiko-retikuljarnie vzaimootnošenija v mehanizmah refleksoterapii*. Fiziol. žurnal SSSR, 1986, N. 1., s. 56 — 61.
- [ 5 ] Ignatov, Ju.D., Vasilev, Ju.N., Kovalenko, V.S., Timov, M.J.: *Vlijanie met- i leu-enkefalinov i ih sintetičkogo analoga na stimuljacionuju i akupunktturnuju analgeziju*. Bjul. eksperim. biologii, 1981, N. 8., s. 53 — 55.
- [ 6 ] Lažetić, B.: *Neurofiziološke karakteristike funkcionalnih sistema orijentaciono ispitivačke reakcije u uslovno-refleksnoj delatnosti*. Dok. dis., Novi Sad, 1979. s. 223.
- [ 7 ] Rešetnjak, V.V., Kukuškin, M.L.: *Izmenenie bolevoj čuvstvitel'nosti posle udalenija Somatosenzornih oblasti kori golovnog mozga košek*. Bjul. eksperim. biologii i medicini, 1986, N. 12., s. 645 — 647.
- [ 8 ] Rucaj, S. V., Surkova, J. S.: *Dejstvie elektromagnitnogo polja na sohraninie refleksa i soderžanie nukleinovie kielct v tksnjah mozga pri perežatii sonih arterij*. Bjul. eksperim. biologii i medicini, 1983, N. 5., s. 62 — 64.
- [ 9 ] Sudakov K. V.: *Modulirovanoe elektromagnitoe pole kak faktor izbiratel'nogo vozdeystvija na mehanizmi celenapravlennogo povedenija životnih*. Žurnal visš. nervn. dejatel'nosti, 1981, N. 5, s. 899 — 910.
- [ 10 ] Holodov, Ju. A., Šišlo, M. A.: *Elektromagnitnie polja v nefrofiziologii*. Moskva, Izd. »Nauka«, 1979, s. 120.
- [ 11 ] Holodov, Ju. A.: *Mozg v elektromagnitnih poljah*. Moskva, Izd. »Nauka«, 1982, s. 85.