

Ռ. Գ. Չիբուխյան, Ք. Վ. Ղազարյան, Ն. Գ. Հունանյան,
Ա. Վ. Մկրտչյան, Տ. Ա. Փիլիպոսյան, Հ. Խ. Մկրտչյան,
Յ. Յ. Տրոֆիմովա, ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ Լ. Ռ. Մանվելյան

Առնետի միոմետրիումի ռիթմավար շրջանների
ինքնաբերական էլեկտրական ակտիվության
բնութագրերի իդենտիֆիկացումը

(Ներկայացված է 5/III 2024)

Բանալի բառեր. արգանդ, արգանդափող, ինքնաբերական էլեկտրական ակտիվություն, միոմետրիում, գործողության պոտենցիալ, ձվարանային և ցերվիկալ շրջաններ:

Արգանդի և արգանդափողերի ինքնաբերական էլեկտրական ակտիվությունն ապահովում է նրանց կծկողական գործունեությունը և ընկած է վերարտադրման ֆունկցիայի հիմքում [1-4]: Ոչ հղի առնետների մոտ նորմալում նշված ակտիվությունն էլեկտրական պարպումներ են, որոնք գործողության պոտենցիալի (ԳՊ) բոնկումների տեսքով ոչ համաչափ, սակայն օրինաչափ կերպով առաջանում և մարում են միոմետրիումի որոշակի շրջաններում և թաղանթային պոտենցիալի ցիկլիկ ապաբևեռացման արդյունք են [2-5]: Մկանաձին բնույթի ակտիվության այս պարպումները գրանցվում են ինչպես արգանդի մարմնում, այնպես էլ արգանդափողերի ձվարանային և ցերվիկալ վերջավորություններում, ընդ որում այս բոնկումներից յուրաքանչյուրն ապահովում է հաջորդական կծկողական պատասխանի առաջացումը [6-9]: Միոմետրիումի առանձին ռիթմավար շրջանները բնութագրվում են ամբողջական ինքնավարությամբ [4, 10, 11]: Ցույց է տրվել, որ ոչ հղի առնետի արգանդում էլեկտրական իմպուլսների տարածումը տեղի է ունենում միայն մի քանի միլիմետրի

սահմաններում, ինչը բացատրվում է հարթ մկանային բջիջների միջև թույլ էլեկտրական փոխազդեցության առկայությամբ [12, 13]: Այսպիսով, միոմետրիումի ռիթմավար շրջաններում առաջացող ակտիվությունը չի կարող լինել միոմետրիումի երկայնքով տարածվող դրդող ալիքի արդյունք [14, 15]:

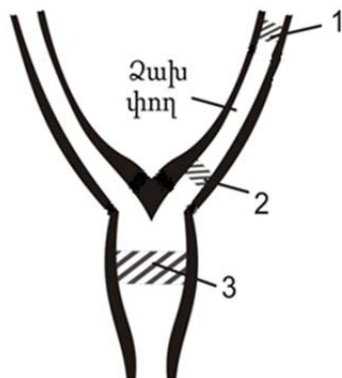
Հիմնվելով ավելի վաղ ուսումնասիրությունների վրա [1, 16]՝ միոմետրիումի պեյսմեկերները տեղակայված չեն որոշակի հստակ շրջաններում, և յուրաքանչյուր առանձին բջիջ ունակ է առաջացնելու պեյսմեկերային ակտիվություն: Հետևաբար՝ այն բջիջը, որի դրդունակությունն ամենաբարձրն է, կարող է առաջացնել ԳՊ և դառնալ միոմետրիումի տվյալ շրջանի պեյսմեկերային ակտիվության առաջացման աղբյուր: Այնուամենայնիվ, էլեկտրական ալիքի տարածման հստակ ուղղվածության անհրաժեշտությունը վկայում է, որ վերը նշված լաբիլ պեյսմեկերներին զուգընթաց գոյություն ունեն նաև ռիթմոգենեզի այլ աղբյուրներ [2, 8, 17]: Բազմաթիվ ուսումնասիրություններով հաստատվել է տարբեր կենդանիների միոմետրիումում պեյսմեկերային շրջանների որոշակի տեղայնացումը, ինչն էլ որոշում է գրգռման ալիքի տարածման ուղղությունը [12, 15, 17]:

Վերը նշված պեյսմեկերային ակտիվություն առաջացնելու ունակ հարթ մկանային բջիջներին զուգահեռ միոմետրիումի հարթ մկանային խրձերի սահմանում հայտնաբերվել են նաև բջիջների նոր պոպուլյացիաներ, որոնք համարվում են Կախալի ինտերստիցիալ բջիջների տիպի բջիջներ [4, 18]: Ինչպես Կախալի ինտերստիցիալ բջիջներն աղեստամոքսային համակարգում, այնպես էլ նրա տիպի բջիջները միզարձակման համակարգում պատասխանատու են պեյսմեկերային ակտիվության առաջացման համար և կարգավորում են կծկողականության գործընթացը [19, 20]: Հետևաբար՝ այս ոլորտում դեռևս անհրաժեշտ են լրացուցիչ ուսումնասիրություններ միոմետրիումի կծկողական գործունեության կարգավորման գործընթացում՝ Կախալի ինտերստիցիալ բջիջների տիպի բջիջների դերի վերաբերյալ հիմնավորված եզրակացություններ կատարելու համար:

Վերը նշվածը թույլ է տալիս ենթադրել, որ միոմետրիալ հյուսվածքի պեյսմեկերային ակտիվության առաջացման տեղակայումից և պայմաններից կախված՝ հնարավոր են նրա գենեզի տարբեր տեսակներ: Հետևաբար՝ չի կարելի բացառել միոմետրիումի ռիթմավար շրջաններում (արգանդափողերի ձվարանային և ցերվիկալ շրջաններ, արգանդի մարմին) դիտվող ինքնավար ինքնաբուխ ակտիվության բնութագրերի որոշակի տարբերությունների առկայությունը: Տվյալ աշխատանքի նպատակն է եղել էլեկտրաֆիզիոլոգիական ուսումնասի-

րություններով, ինչպես նաև ակտիվության ցուցանիշների համեմատական վերլուծությամբ պարզել բոլոր վերոնշյալ խնդիրները:

Հետազոտության մեթոդիկան: Փորձերն իրականացվել են in situ պայմաններում 200-250 գ կշռով էգ առնետների վրա, որոնք անզգայացվել են նեմբուտալի ներորովայնային ներարկմամբ (40-45 մգ/կգ): Փորձերը եղել են սուր, և գրանցման ավարտից հետո կենդանիները սպանվել են (լրացուցիչ քանակությամբ նեմբուտալի ներարկումով): Վիրահատական միջամտությամբ բացել ենք որովայնի խոռոչը՝ արգանդի մարմինն իր երկու կողմերում տեղակայված արգանդափողերով ուսումնասիրելու համար: Արգանդը նյարդագերծվել է՝ plexus hypogastricus, uterinus, uterovaginalis նյարդերի արմատները հատելով: Ակտիվության գրանցումն իրականացվել է միաժամանակ արգանդի տարբեր հատվածների մակերեսից՝ ձախ արգանդափողի ձվարանային, ցերվիկալ շրջաններից և արգանդի մարմնից (նկ. 1): Ուսումնասիրվող շրջանների ինքնաբույս էլեկտրական ակտիվությունը գրանցվել է երկբևեռ էլեկտրոդներով (միջէլեկտրոդային հեռավորությունը կազմում էր 2 մմ):



Նկ. 1. Արգանդի և արգանդափողերի սխեմատիկ պատկերը: 1, 2, 3-ը համապատասխանում են արգանդի և արգանդափողի գրանցման շրջաններին՝ ձվարանային, ցերվիկալ և արգանդի մարմին:

Էլեկտրական գրանցումների վերլուծությունն իրականացվել է ինքնաբույս ԳՊ-ի որոշակի պարամետրերի արժեքների որոշմամբ (հաճախականություն, ամպլիտուդա, պիկի աճի միջին արագություն, պիկի աճի տևողություն (աճի փուլում ԳՊ-ի՝ իր առավելագույն արժեքին հասնելու տևողություն), լայնքի կես (պիկի վերին հատվածի ձևավորման տևողություն): Բոլոր վերը նշված ցուցանիշների արժեքները միջինացվել են ինչպես մեկ փորձի, այնպես էլ տվյալ սերիայի բոլոր փորձերի սահմաններում:

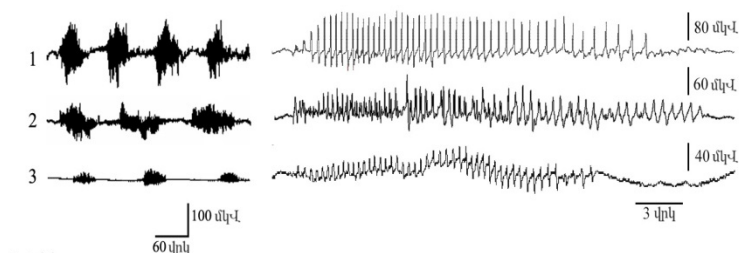
Նկարներում ներկայացված ինչպես առանձին, այնպես էլ մեկը մյուսի վրա վերադրված ԳՊ-ները միջինացված ԳՊ-ների տիպիկ օրինակներ են:

Ինքնաբուխ էլեկտրական ակտիվությունը գրանցվել է ՀՀ ԳԱԱ Լ. Օրբելու անվան ֆիզիոլոգիայի ինստիտուտում մշակված 4-ալիքային սարքի վրա, որը նախատեսված է հարթ մկանների էլեկտրական ակտիվության գնահատման համար [21]: Սարքը հնարավորություն է տալիս իրականացնելու միաժամանակյա գրանցում ուսումնասիրվող օրգանի 4 տարբեր հատվածներից: Սարքը թույլ է տալիս իրականացնել ազդանշանի շեղումների հավաստի գրանցում $\leq 0,01$ մկՎ տատանասահմանի ճշգրտությամբ: Սարքի հաղորդակցումը համակարգչի հետ իրականացվել է USB պորտի միջոցով: Ազդանշանների գրանցումն ապահովող ծրագիրը մշակվել է LabView-V. 2018 ծրագրային փաթեթի կիրառմամբ:

Գրանցված ազդանշանների հաջորդական վիճակագրական վերլուծությունն իրականացվել է Origin 8.5, DIAdem 2011 և Sigma Plot 11.0 ծրագրային փաթեթի կիրառմամբ:

Փորձերը, ինչպես նաև կենդանիների խնամքն իրականացվել է «հետազոտական օբյեկտների նկատմամբ մարդասիրական վերաբերմունքի կանոններին և նորմերին» համապատասխան:

Հետազոտության արդյունքներ: Նկար 2-ի ձախ կողմում ներկայացված է տիպիկ փորձերից մեկի գրանցումը, որը միոմետրիումի 3 ռիթմոգեն շրջանների միաժամանակյա գրանցման պայմաններում դիտվող պարբերաբար և ոչ համաչափ առաջացող սպայկերի ակտիվության պատկերն է (նկ. 1, շրջաններ 1-3): Չնայած այն հանգամանքին, որ վերը նշված շրջանների ակտիվության բնկումներ առաջանում են հիմնականում ոչ միաժամանակ, այնուամենայնիվ չի կարելի բացառել նրանց համատեղ աշխատանքը ժամանակի որոշակի հատվածում: Նկ. 2-ի աջ կողմում ներկայացված ակտիվության բնկումները սպայկային պոտենցիալների հաջորդականություններ են, որոնց հաճախականություններն աստիճանաբար նվազում են և ի վերջո ամբողջությամբ մարում:



Նկ. 2. Միոմետրիումի տարբեր շրջանների ինքնաբուխ էլեկտրական ակտիվությունը նորմայում: 1,2,3 –ը համապատասխանում են նկ. 1-ում ներկայացված շրջաններին:

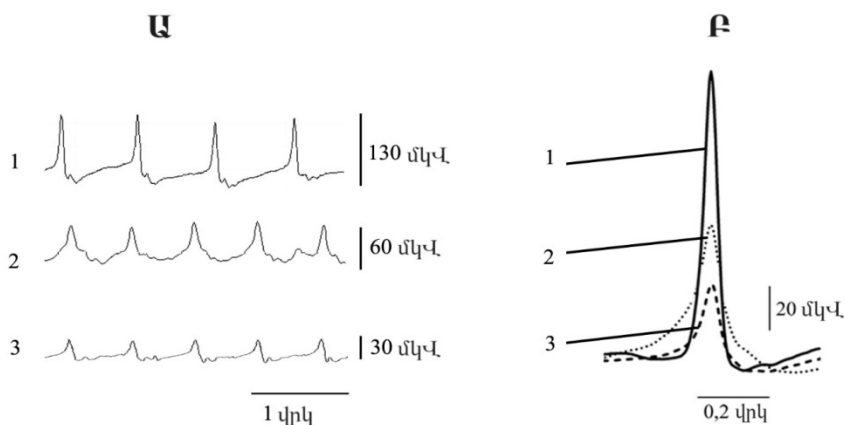
Նորմայում ռիթմավար շրջաններից յուրաքանչյուրից գրանցվող ԳՊ-ի հիմնական պարամետրերի վերլուծությունը բացահայտել է որոշակի տարբերություններ նրանց արժեքներում: Ինչպես երևում է աղյուսակ 1-ում, արգանդափողի ձվարանային շրջանի ակտիվությունը բնութագրվում է բարձրամպլիտուդային սպայկերով, որոնք իրենց ամպլիտուդայով զգալիորեն գերազանցում են ստորև տեղակայված արգանդափողի ցերվիկալ շրջանը և արգանդի մարմնից գրանցվող սպայկերը: Ընդ որում ուսումնասիրվող շրջանների մեջ գենեզի ամենացածր հաճախականությունը հատուկ է հենց բարձրամպլիտուդային սպայկերով բնութագրվող արգանդափողի ձվարանային շրջանին: Ձվարանային շրջանից գրանցվող ԳՊ-ների մնացյալ պարամետրերի արժեքները ևս զգալիորեն տարբերվում են մնացյալ 2 շրջաններից գրանցվող ԳՊ-ների պարամետրերի արժեքներից: Ընդ որում սպայկերի պարամետրերի արժեքներով միմյանց ավելի մոտ են արգանդափողի ցերվիկալ շրջանը և արգանդի մարմինը, չնայած որ միոմետրիումի ցերվիկալ շրջանից գրանցվող ԳՊ-ի ամպլիտուդան զգալիորեն գերազանցում է արգանդի մարմնից գրանցվող ԳՊ-ի ամպլիտուդային, իսկ ցերվիկալ շրջանի ԳՊ-ի գենեզի հաճախականությունն ավելի ցածր է, քան արգանդի մարմնինը:

Աղյուսակ 1

Առնետի միոմետրիումի տարբեր շրջաններից գրանցվող ինքնաբուխ ԳՊ-ների ցուցանիշները նորմայում

Գրանցման շրջաններ և փորձերի քանակ, N	Սպայկերի ամպլիտուդա (A), մկՎ	Սպայկերի հաճախականություն, Հց	Պիկի աճի միջին արագություն (V), մկՎ/վրկ	Պիկի աճի տևողություն (T/2), վրկ	Լայնքի կես (t), վրկ
Ձվարանային շրջան (1), n = 14	133.3±9.9	1.44±0.12	1541.2±162.4	0.11±0.009	0.04±0.003
Ցերվիկալային շրջան (2), n = 14	64.0±5.3	1.56±0.15	173.2±9.27	0.37±0.034	0.11±0.01
Արգանդի մարմին (3), n = 14	29.18±3.09	1.67±0.16	108.1±8.75	0.34±0.037	0.09±0.005

Նկ. 3-ի ձախ հատվածում (Ա) ներկայացված են միմյանց հաջորդող ԳՊ-ները, որոնք գրանցվել են միոմետրիումի 3 ռիթմավար շրջաններից 1 փորձի սահմաններում: Յուրաքանչյուր առանձին շրջանի համար իրականացվել են ԳՊ-ների միջինացում և այնուհետև 3 շրջանների ԳՊ-ների միջինացված արժեքների վերադրում, ինչը հնարավորություն է տալիս ակնհայտորեն տեսնելու նրանց պարամետրերի բոլոր վերը նշված տարբերությունները (նկ. 3-ի աջ հատված (Բ): Նկարում ակնհայտ երևում է, որ պիկի աճի ամենամեծ արագությամբ բարձրամալիտուդային ԳՊ-ները հատուկ են արգանդափողի ձվարանային հատվածին: Ստորև տեղակայված երկու ռիթմավար շրջաններին հատուկ են ցածրամալիտուդային ԳՊ-ներ, որոնք բնութագրվում են իրենց գենեզի ավելի մեծ շարունակելիությամբ:



Նկ. 3. Նորմայում միոմետրիումի տարբեր շրջաններից գրանցվող ԳՊ-ները: Ա – Նորմայում միոմետրիումի տարբեր շրջաններից գրանցվող մեկը մյուսին հաջորդող ԳՊ-ներ: Բ – Միոմետրիումի տարբեր շրջաններից գրանցվող առանձին ԳՊ-ի միջինացված ձևերի վերադրումը: 1, 2, 3-ը համապատասխանում են նկ. 1-ում ներկայացված շրջաններին:

Ստացված արդյունքների քննարկում: Տվյալ աշխատանքում ստացված արդյունքները վկայում են այն մասին, որ արգանդափողի ձվարանային շրջանից գրանցվող (նկար 1, շրջան 1) ԳՊ-ների բնութագրերը զգալիորեն տարբերվում են մնացյալ երկու ռիթմավար շրջաններից գրանցվող (նկար 1, շրջաններ 2, 3) ԳՊ-ների բնութագրերից:

Ուսումնասիրելով սպայկային ակտիվության գենեզի հաճախականության ազդեցությունը սպայկային բոնկումների ամալիտուդայի վրա՝ պարզ է դարձել, որ նման հարաբերակցությամբ ևս, արգան-

դափողի ձվարանային հատվածի համեմատությամբ, միմյանց ավելի մոտ են արգանդափողի ցերվիկալ հատվածը և արգանդի մարմինը: Ավելին, հաստատվել է, որ արգանդափողի ձվարանային շրջանին բնորոշ են հաստատուն բարձր ամպլիտուդայով, միմյանց հետ կոորդինացված ԳՊ-ներ: Տվյալ աշխատանքում ստացված արդյունքները, ինչպես հաստատում է ուսումնասիրվող ռիթմավար շրջանների ինքնավարությունը, այնպես էլ չեն բացառում միոմետրիումի միևնույն հյուսվածքի սահմաններում միմյանցից տարբեր ռիթմավարների առկայության հնարավորությունը: Միևնույն ժամանակ ուսումնասիրվող շրջանների միմյանցից տարբեր ակտիվությունների (աղյուսակ 1, նկ. 3) պատճառը թաղանթի հանգստի պոտենցիալ մեծությունն է [21, 22]: Աշխատանքում ցույց է տրվել, որ միոմետրիումում ԳՊ-ի առաջացումը պայմանավորված է իոնային անցանելիություն ապահովող անցուղիների պոտենցիալ և ժամանակ կախյալ փոփոխություններով:

Վերևում նշված բոլոր գործոնները կարող են լինել տարբեր միոմետրիումի ուսումնասիրվող տարբեր շրջանների համար և հետևաբար իրենց որոշակի դերակատարումն ունեն ռիթմոգենեզի ձևավորման գործընթացում:

Միոմետրիումի երեք ռիթմավար շրջաններից գրանցվող միմյանցից տարբեր ԳՊ-ների էլեկտրաֆիզիոլոգիական բնութագրերի ուսումնասիրությունն անհրաժեշտ է արգանդի գլխավոր ֆիզիոլոգիական գործառույթի՝ ծննդաբերության ժամանակ կծկողական գործունեության իրականացման մեխանիզմների բացահայտման համար:

Յուրաքանչյուր կծկում ուղեկցվում է էլեկտրական բռնկումով, որն առաջանում է կծկումից մի փոքր առաջ [2, 8]: Դեռևս վաղ հետազոտություններում ցույց է տրվել, որ կծկողականության հաճախականությունը որոշվում է ԳՊ-ի հաճախականությամբ, և եթե առանձին սպայկն ունակ է առաջացնելու կծկողականություն, ապա բազմաթիվ կոորդինացված սպայկներն անհրաժեշտ են այդ կծկողականության պահպանման համար [1]:

Հիմնվելով տվյալ աշխատանքում, ինչպես նաև նախկին հետազոտություններում ստացված արդյունքների վրա՝ սպայկային ակտիվության ամենամեծ հաճախականությամբ բնութագրվում են հենց արգանդի մարմնի միոմետրիումում տեղայնացված պեյսմեկերները (նկ. 1, շրջան 3), իսկ հարաբերականորեն կոորդինացված և բարձր ամպլիտուդային ԳՊ-ները հատուկ են արգանդափողի ձվարանային շրջանին [6, 17]: Տվյալ փաստը թույլ է տալիս ենթադրել, որ կծկողականությունն առաջանում է միոմետրիումի ձվարանային հատվածում, իսկ նրա հաճախականության պահպանման մեջ կարող է ներգրավված լինել արգանդի մարմնի ռիթմավար շրջանը:

Միոմետրիումի պեյսմեկերային պոտենցիալների գենեզի հիմքում ընկած մեխանիզմների ամբողջական բացահայտումը մինչ օրս համարվում է անավարտ: Այս գործընթացում Կախալի ինտերստիցիալ բջիջների տիպի բջիջների, ինչպես նաև կծկողականության մեջ ներգրավված բջիջների այլ պոպուլյացիաների, դերակատարման հարցերը ևս դեռևս համարվում են չպարզաբանված: Բոլոր այս հարցերի հետագա լուծումը հնարավորություն կտա ապահովելու ուղղորդված կծկողականություն անհրաժեշտ մեխանիզմների բացահայտման համար:

ՀՀ ԳԱԱ Լ. Օրբելու անվան ֆիզիոլոգիայի ինստիտուտ
e-mail: knarik@neuroscience.am, kghazaryan@yandex.ru,
rozachibukhchyan232@gmail.com,
naira_hunanyan@yahoo.com

**Ռ. Գ. Զիրուխյան, Բ. Վ. Ղազարյան, Ն. Գ. Հունանյան, Ա. Վ. Մկրտչյան,
Տ. Ա. Փիլիպոսյան, Հ. Խ. Մկրտչյան, Յ. Յ. Տրոֆիմովա,
ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ Լ. Ռ. Մանվելյան**

Առնետի միոմետրիումի ռիթմավար շրջանների ինքնաբերական էլեկտրական ակտիվության բնութագրերի իդենտիֆիկացումը

Ոչ հղի առնետների մոտ ուսումնասիրվել է միոմետրիումի ռիթմավար շրջանների (արգանդափողերի ձվարանային և ցերվիկալ շրջաններ, արգանդի մարմին) ինքնաբերական էլեկտրական ակտիվությունը՝ գործողության պոտենցիալի բնկումների տեսքով: Էլեկտրաֆիզիոլոգիական ուսումնասիրություններով նորմալում, միաժամանակյա գրանցման պայմաններում, անցկացվել է վերը նշված շրջանների սպայկերի ընդհանուր բնութագրերի (հաճախականություն, ամպլիտուդա, պիկի աճի միջին արագություն, պիկի աճի տևողություն, լայնքի կես) վերլուծություն: Եզրակացություն է արվել, որ միոմետրիումի ձվարանային շրջանի ակտիվության պարամետրերի մեծությունները զգալիորեն տարբերվում են միմյանց համարժեք մյուս երկու ռիթմավար շրջանների ակտիվությունների բնութագրերի ցուցանիշներից:

**Р. Г. Чибухчян, К. В. Казарян, Н. Г. Унанян, А. В. Мкртчян,
Т. А. Пилипосян, Э. Х. Мкртчян, Ю. Ю. Трофимова,
член-корреспондент НАН РА Л. Р. Манвелян**

Идентификация характеристик спонтанной электрической активности ритмогенных областей миометрия крысы

Исследована спонтанная электрическая активность в виде всплесков потенциалов действия из ритмогенных областях миометрия небеременных крыс (овариальная и цервикальная зоны маточных труб, тело матки). Комплексными

электрофизиологическими и морфо-гистохимическими исследованиями проведен анализ основных характеристик спайков при одновременной регистрации из отмеченных активных областей в норме (частота, амплитуда, средняя скорость нарастания пика, продолжительность нарастания пика, половина ширины). Делается вывод о значительной разнице величин параметров активности овариального локуса миометрия по сравнению с близкими друг к другу показателями характеристик активности двух других ритмогенных областей.

**R. G. Chibukhchyan, K. V. Kazaryan, N. G. Hunanyan, A. V. Mkrtchyan,
T. A. Piliposyan, H. H. Mkrtchyan, Y. Y. Trofimova, corresponding
member of NAS RA L. R. Manvelyan**

Identification of the Characteristics of Spontaneous Electrical Activity in the Myometrial Rhythmogenic Areas in Rats

Spontaneous bursts of action potential occurring in the ovarian and cervical horn areas as well as in uterine corpus were investigated in non-pregnant rats. The main characteristics of spikes registered simultaneously from the selected active regions under normal conditions – the frequency, amplitude, rise-rate, rise-time and half-width of peaks, were analyzed by electrophysiological studies. It is concluded that there is a significant difference between the values of activity parameters in the ovarian horn area and two other pacemaker areas localized rather close to each other.

Գրականություն

1. *Marshall J. M.* – *Physiol. Rev. Suppl.* 1962. V. 5. P. 213-227.
2. *Garfield R. E., Maner W. L.* – *Semin Cell Dev Biol.* 2007. V.18. № 3. P. 289-295.
3. *Burdyga T., Borisova L., Burdyga A. T. et al.* – *Eur. J. of Obstet a Gynecol. Reprod. Biol.* 2009. V. 144 suppl. 1. S25-32.
4. *Hutchings G., Williams O., Cretoiu D. et al.* – *J. Cell Mol. Med.* 2009. V. 13. № 10. P. 4268-4282.
5. *Garfield R. E., Daniel E. E., Dukes M. et al.* – *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 1982. V. 60. № 3. P. 335-341.
6. *Казарян К. В., Унанян Н. Г., Акопян Р. Р.* – *Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова.* 2010. Т. 96. № 10 С. 981-987.
7. *Buhimschi C. S., Saade G. R., Buhimschi J. A. et al.* – *Am. J. Obstet Gynecol.* 2000. V. 183. №1. P. 68-75.
8. *Maul H., Maner W. L., Saade G. R. et al.* – *Clin Perinatol.* 2003. V. 30. P. 665-676.
9. *Buhimschi C., Garfield R. E.* – *Am. J. Obstet Gynecol.* 1996. V. 174. №1. P. 744-753.
10. *Drake M. J., Harvey I. J., Gillespie J. I.* – *Experimental Physiology.* 2003. V. 88. № 1. P. 19-30.
11. *Казарян К. В., Унанян Н. Г.* – *Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова.* 2013. Т. 99. № 10. С. 1191-1199.

12. Mancinelly R., Guariglia L., Racanicchi C. et al. – Quart J. Exp. Physiology. 1988. V. 73. № 4. P. 459-469.
13. Kao C. Y. – Am. J. Physiol. 1959. V. 196. № 2. P. 343–350.
14. Mosler K. H. – Bibl. Gynaecol. 1968. V. 48. P. 1-82.
15. Yshikawa M., Fuchs A. R. – Am. J. Obstet Gynecol. 1978. V. 132. № 6. P. 611-619.
16. Kao C. Y. In: Cellular biology of the uterus. Edited by Wynn R.M., Appleton-Century-Crofts, New York, 1967. P. 386-408.
17. Rabotti C., Mischi M., van Laar J. et al. In: Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. 2007. P. 4135-4138.
18. Allix S., Reyes-Gomez E., Aubin-Houzelstein G. et al. – Biology of Reproduction. 2008. V. 79. № 3. P. 510-517.
19. Thomsen L., Robinson T. L., Lee J. C. et al. – Nat. Med. 1998. V. 4. № 7. P. 848-851.
20. Lang R. J., Tonta M. A., Zoltowski B. Z. et al. – J. Physiol. 2006. V. 576. P. 695–705.
21. Osa T., Ogasawara T., Kato S. – Jpn J Physiol. 1983. V. 33. № 1. P. 51-67.
22. Kawarabayashi T., Marshall J. M. – Biol Reprod. 1981. V. 24. № 2. P. 373-9.