

УДК 616.85—092+612.822.3+616.8

ХАРАКТЕРИСТИКА БІОЕЛЕКТРИЧНИХ І ВЕГЕТАТИВНИХ РЕАКЦІЙ НА МОДЕЛІ НЕЙРОГЕННО-ЕМОЦІОНАЛЬНОГО СТРЕСУ У ЩУРІВ

В. О. Демидов

Кафедра нормальної фізіології Харківського медичного інституту

Однією з важливих проблем сучасної нейрофізіології є дослідження системних механізмів такої категорії явищ, як «емоції», «стрес», «емоціонально-стресовий стан». Останнім часом виявлені структурно-функціональні системи мозку, які найбільшою мірою відповідають за розвиток нейрогенно-стресових станів. Однією з таких систем є лімбіко-неокортикальна система з її обширними зв'язками [2, 5, 7—10, 20, 23, 27].

Поширені моделі травматичного, імунологічного, холодового, гіпокаліємічного та інших варіантів стресових станів, на наш погляд, недостатньо наближають експериментальні дослідження до потреб фізіології патології людини. Тому ми вважали важливим розробити модель нейрогенно-емоціонального стресу, особливістю якої було б зведення до мінімуму дії уражуючих факторів на організм. В основу моделі покладені такі умови: а) програма аферентних екстероцептивних подразників з аперіодичним підкріпленням електричним струмом; б) моделювання «конфліктної» ситуації; в) неможливість формування адаптивних тимчасових зв'язків. При цьому розвивається «стрес очікування» і утворюється такий процес, як «прийняття рішення» (за Анохіним [3]). В умовах даної моделі вивчали біоелектричні зрушення в лімбіко-неокортикальній системі, а також зміни, що відбуваються в серцевих і вегетативних реакціях.

Методика досліджень

Досліди проведені на білих щурах-самцях лінії Вістар вагою 230—300 г, які вживляли біполярні електроди в структури лімбічної системи мозку (дорсальний гіпокамп, мигдалевидний комплекс) і передні відділи нової кори. Стереотаксичний контроль введення електродів здійснювали відповідно з атласом Фіфковей і Маршала [2]. Зовнішні кінці електродів підпаювали до роз'ємів, які фіксували на поверхні черепа за допомогою самотвердіючої пластмаси «Норокрил-100». Біоелектричну активність вивчали за допомогою реєстрації ЕКГ застосовували біполярне відведення від передніх лапок, електроди кріпили під шкірою. Пневмограму реєстрували з допомогою датчика «змінний опір». Як фактори, що сприяють формуванню стресового стану, були використані: світло (електрична лампа потужністю 500 вт), звук (електричний дзвоник потужністю 80 дб), електричний струм (до виникнення голосової реакції). За складеною нами програмою стресу, подразники подавали в такій послідовності: світло+звук (відповідно 20+15 сек), через 45 сек електричний струм (4 сек), через 40 сек світло+звук (відповідно 15+4 сек), через 65 сек дзвоник (25 сек), через 90 сек світло (15 сек), через 85 сек струм+дзвоник (відповідно 4+19 сек), через 60 сек дзвоник (22 сек). Цей цикл дії і чергування подразників тривав 8 хв. Перед початком досліду у тварини реєстрували вихідну біоелектричну активність досліджуваних структур мозку, частоту серцевих скорочень і дихальних рухів протягом 15 хв. Дальшу реєстрацію здійснювали через кожний цикл дії подразників протягом 4 год. Включення і виключення подразників здійснювали

втоматично з допомогою командно-електричних пристроїв, розміщених в екранованій камері, підлога якої була розділена на дві паралельні одна до іншої, на одній з яких тварину вмертвляли, мозок з якої знімали і фіксували в ерієрних зрізах визначали локалізацію

Результати

I. Біоелектричні зміни. До початку досліду в стані спокою спостерігалися різноманітні комплекси ритмів (рис. 2, А). Найбільш характерною особливістю у вигляді неправильних хвиль з частотою 5—12 гц і відносно невисокою амплітудою впливу першого циклу подразників.

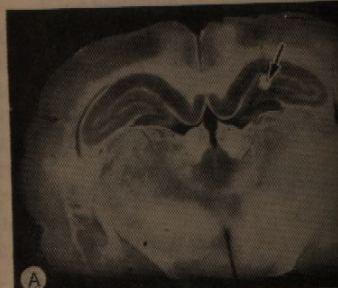


Рис. 1. Локалізація електродів в дорсальному гіпокампі (щур).

Відділів нової кори характерні різноманітні комплекси ритмів (рис. 2, Б). Найбільш характерною особливістю у вигляді неправильних хвиль з частотою 5—12 гц і відносно невисокою амплітудою впливу першого циклу подразників. Біоелектрична активність в стані спокою спостерігалися різноманітні комплекси ритмів (рис. 2, В). Найбільш характерною особливістю у вигляді неправильних хвиль з частотою 5—12 гц і відносно невисокою амплітудою впливу першого циклу подразників. Біоелектрична активність в стані спокою спостерігалися різноманітні комплекси ритмів (рис. 2, Г). Найбільш характерною особливістю у вигляді неправильних хвиль з частотою 5—12 гц і відносно невисокою амплітудою впливу першого циклу подразників. Біоелектрична активність в стані спокою спостерігалися різноманітні комплекси ритмів (рис. 2, Д). Найбільш характерною особливістю у вигляді неправильних хвиль з частотою 5—12 гц і відносно невисокою амплітудою впливу першого циклу подразників. Біоелектрична активність в стані спокою спостерігалися різноманітні комплекси ритмів (рис. 2, Е). Найбільш характерною особливістю у вигляді неправильних хвиль з частотою 5—12 гц і відносно невисокою амплітудою впливу першого циклу подразників. Біоелектрична активність в стані спокою спостерігалися різноманітні комплекси ритмів (рис. 2, Е).

II. Вегетативні зміни. До початку досліду спостерігалися різноманітні типи реакцій серцево-судинної системи (рис. 3, А). Найбільш характерною особливістю у вигляді неправильних хвиль з частотою 5—12 гц і відносно невисокою амплітудою впливу першого циклу подразників. Біоелектрична активність в стані спокою спостерігалися різноманітні комплекси ритмів (рис. 3, Б). Найбільш характерною особливістю у вигляді неправильних хвиль з частотою 5—12 гц і відносно невисокою амплітудою впливу першого циклу подразників. Біоелектрична активність в стані спокою спостерігалися різноманітні комплекси ритмів (рис. 3, В). Найбільш характерною особливістю у вигляді неправильних хвиль з частотою 5—12 гц і відносно невисокою амплітудою впливу першого циклу подразників. Біоелектрична активність в стані спокою спостерігалися різноманітні комплекси ритмів (рис. 3, Г). Найбільш характерною особливістю у вигляді неправильних хвиль з частотою 5—12 гц і відносно невисокою амплітудою впливу першого циклу подразників. Біоелектрична активність в стані спокою спостерігалися різноманітні комплекси ритмів (рис. 3, Д). Найбільш характерною особливістю у вигляді неправильних хвиль з частотою 5—12 гц і відносно невисокою амплітудою впливу першого циклу подразників. Біоелектрична активність в стані спокою спостерігалися різноманітні комплекси ритмів (рис. 3, Е). Найбільш характерною особливістю у вигляді неправильних хвиль з частотою 5—12 гц і відносно невисокою амплітудою впливу першого циклу подразників. Біоелектрична активність в стані спокою спостерігалися різноманітні комплекси ритмів (рис. 3, Е).

КА БІОЕЛЕКТРИЧНИХ РЕАКЦІЙ НА МОДЕЛІ НАЛЬНОГО СТРЕСУ У ЩУРІВ

Демидов

ей Харківського медичного інституту

сучасної нейрофізіології є дослідження категорії явищ, як «емоції», «стрес». Останнім часом виявлені структурно які найбільшою мірою відповідальні за станів. Однією з таких систем є лімбичні зв'язками [2, 5, 7—10].

ого, імунологічного, холодового, гіпок-
ових станів, на наш погляд, недоста-
ні дослідження до потреб фізіології
вважали важливим розробити модель
у, особливою якої було б зведення
орів на організм. В основу моделі по-
аферентних екстероцептивних подраз-
ям електричним струмом; б) моделю-
неможливість формування адаптивних
звывается «стрес дозидання» і утруд-
ття вирішення» (за Анохіним [3]).
іоелектричні зрушення в лімбіко-нео-
іні, що відбуваються в серцевих і ди-

досліджень

самцях лінії Вістар вагою 230—300 г, яким лімбічної системи мозку (дорсальний гіпо-
камп) відділи нової кори. Стереотаксичний кон-
дповів до атласом Фіфковей Маршала [22]
роз'ємів, які фіксували на поверхні черепа з
форокрил-100». Біоелектричну активність від
електродів діаметром 100 мк. Для реє-
сування від передніх лапок, електроди кріпили
опомогою датчика «змінний опір». Як факто-
стану, були використані: світло (електричний
завоник потужністю 80 дб), електричний
Заскладено нами програмою стресу, под-
світло+звук (відповідно 20+15 сек), через
40 сек світло+струм (відповідно 15+4 сек),
світло (15 сек), через 85 сек струм+звоник
світ (22 сек). Цей цикл дії і чергування под-
ліду у тварини реестрували вихідну біоелек-
мозку, частоту серцевих скорочень і дихаль-
страцію здійснювали через кожний цикл дії
і виключення подразників здійснювалос

автоматично з допомогою командно-експлуатаційного приладу (КЕП). Досліди проводились в екранованій камері, підлога якої зроблена з металевих перекладок, розташованих паралельно одна до іншої, на які подавали електричний струм. Після закінчення дослідів тварину вмертвляли, мозок фіксували в 10%-ному розчині формаліну і на серійних зрізах визначали локалізацію кінчика електрода (рис. 1, А, Б).

Результати досліджень

1. *Біоелектричні зміни.* Досліди проведені на 30 тваринах. У стані спокійного неспання ЕЕГ нової кори, дорсального гіпокампа і мигдалевидного комплексу (рис. 2, А) характеризувалась неупорядкованою активністю у вигляді неправильних хвиль, поодиноких або групами з частотою 5—12 *гц* і відносно невеликої амплітуди (50—80 *мкв*). Після впливу першого циклу подразників біоелектрична активність передніх

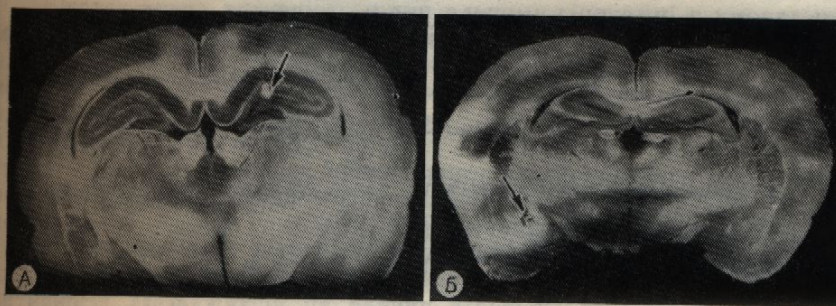


Рис. 1. Локалізація кінчика електрода

A — в дорсальному гіпокампі (щур № 9), *Б* — в мигдалевидному комплексі (щур № 9).

Відділів нової кори характеризувалась появою низькоамплітудних і високочастотних хвиль (рис. 2, Б). Через 5—7 циклів у корі відзначалось зниження біоелектричної активності, з'явилися повільні хвилі (рис. 2, В, Г). У наступні цикли дії подразників біоелектрична активність у корі знову посилювалась до появи судорожних розрядів післядії (рис. 2, Д, Е). Біоелектрична активність дорсального гіпокампа після дії першого циклу подразників характеризувалась виразною десинхронізацією і появою ритму «напруження» (рис. 2, Б), на фоні якого в наступні цикли з'явилась високовольтна активність (рис. 2, В, Г), поодинокі і суцільні пікові розряди (рис. 2, Д, Е). Біоелектрична активність у мигдалевидному комплексі характеризувалась десинхронізацією (рис. 2, Б), високоамплітудною і високочастотною активністю (рис. 2, В), яка змінювалась на гострі хвилі (рис. 2, Д), або судорожними розрядами післядії (рис. 2, Е).

II. *Вегетативні зміни.* Досліди проведені на 42 тваринах. Одержано три типи реакцій серцево-судинної системи: 1 — почастищення серцебиття, 2 — відносна стабільність ритму серця, 3 — уповільнення серцебиття. Кількість тварин з першим типом реакцій становила 50% (від усієї кількості досліджених тварин), а з другим і третім типом відповідно 20 і 30%. У тварин з першим типом реакцій (рис. 3, А) частота серцевих скорочень різко збільшувалася уже після першого циклу дії подразників, після четвертого циклу вона почала дещо знижуватися, проте, наприкінці дослідів вона значно перевищувала вихідну величину ($p < 0,01$). У тварин з другим типом реакцій (рис. 3, Б) протягом усього дослідів відзначався відносно стійкий рівень частоти серцевих скорочень.

($p > 0,1$) по відношенню до вихідної при $n=8$. У тварин з третім типом реакцій (рис. 3, В) спостерігалось поступове зменшення частоти серцевих скорочень. Після першого циклу воно було незначним ($p > 0,1$), після другого і третього ставало більш істотним ($p < 0,05$; $p < 0,001$).

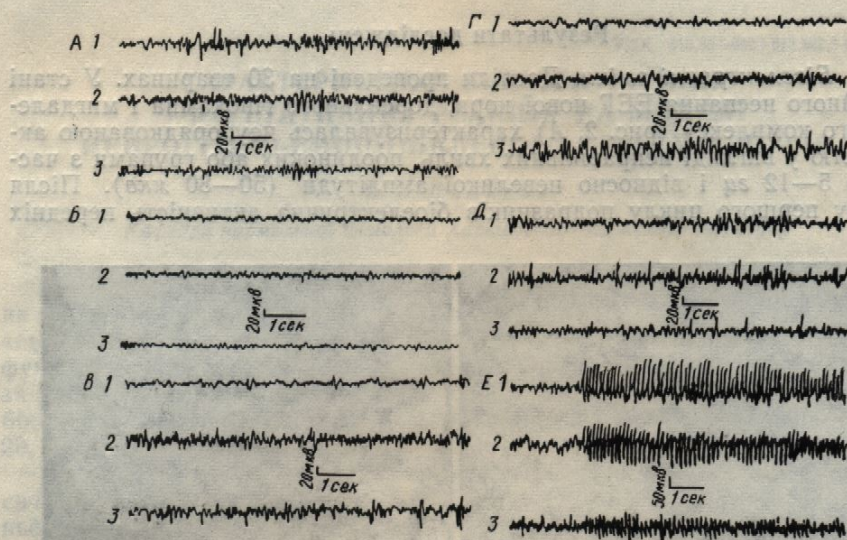


Рис. 2. Динаміка біоелектричної активності: передніх відділів нової кори (1), мигдалевидного комплексу (2), дорсального гіпокампа (3).

А — вихідна біоелектрична активність, Б — біоелектрична активність після першого циклу дії подразників, В, Г — біоелектрична активність після п'ятого — сьомого циклу, Д, Е — біоелектрична активність після дев'ятого — тринадцятого циклів.

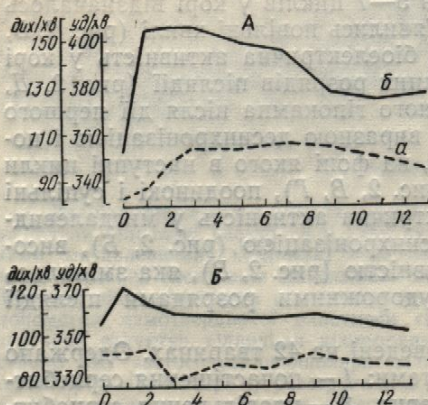


Рис. 3. Динаміка змін частоти серцевих скорочень і дихальних рухів при нейрогенно-емоціональному стресі у щурів.

А — у тварин з першим типом серцевих реакцій, Б — у тварин з другим типом серцевих реакцій. По вертикалі: а — частота дихальних рухів (дix/hv); б — частота серцебиття (ud/hv); по горизонталі — цикли стресу.

На рис. 3 поряд з показниками частоти серцевих скорочень наведені криві, що відбивають зміни частоти дихання. У тварин з першим, другим і третім типом серцевих реакцій було відзначено як пошвидшення, так і уповільнення дихання, тому криві частоти дихання, побудовані за середніми значеннями, не дозволили виявити чіткої залежності між типом серцевих реакцій та змінами частоти дихання. Проте вивчення частоти дихання від циклу до циклу показало, що відразу після першого

циклу дії подразників у 35 тварин з першим типом реакцій частота дихання збільшилась, а у семи тварин — навпаки, воно зменшилось. Після наступних циклів впливу стресової ситуації частота дихання знову збільшилась, глибини і частоти

Обговорення

Про роль передніх відділів мозку в регуляції вегетативної та емоційної діяльності свідчать численні літературні дані. Роль (за даними біоелектричних досліджень) станів вивчена недостатньо. Тимчасові причини розвитку стресової реакції — коли тварина протяго доволити свої біологічні потреби.

Біоелектрична активність мозку в моделі характеризується перш за все на фоні десинхронізації тета-ритму, появою різних варіантів епілептичного розряду, зменшення гіпокампа. Ми гадаємо, що в результаті «невизначеності» емоційної участю гіпокампа в стресовій реакції можна пояснити результати «невизначеності» емоційної участю гіпокампа в стресовій реакції. Біоелектрична активність мозку характеризується по зміні частоти серцевих скорочень. Незважаючи на єдиний думки про функціональну роль передніх відділів мозку в реакціях емоцій.

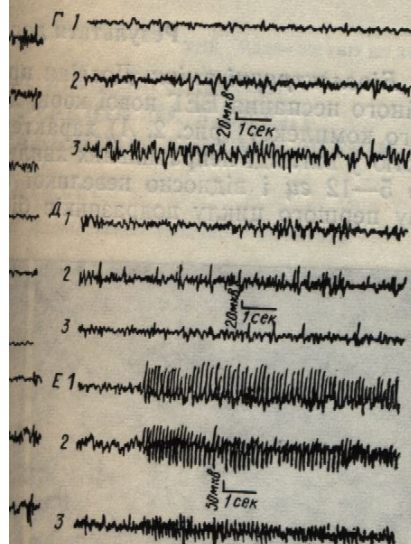
Залучення вегетативних реакцій до емоційної реакції обов'язкових ознак емоційної реакції, Симонов [17] за поведінку тварини вважає за порушення.

Одержані нами дані свідчать про те, що емоційний стрес супроводжується змінними реакціями. Подібні реакції при акустичному стресі (тварини з першим типом реакції) та при механічному стресі (тварини з третім типом реакції) дозволяють з'ясувати роль вегетативної системи в формуванні емоційної реакції та супроводжують емоційні реакції.

1. Анохин П. К. — В кн.: Вегетативная регуляция поведения. М., 1963, 86.

2. Анохин П. К. — Вестник АН СССР, 1963, 10, 17.

ної при $n=8$. У тварин з третім типом сь поступове зменшення частоти серцевих скорочень було незначним ($p>0,1$), після першого — істотним ($p<0,05$; $p<0,001$).



активності: передніх відділів нової кори (2), дорсального гіпокампа (3).

Б — біоелектрична активність після першого циклу після п'ятого — сьомого циклу, після дев'ятого — тринадцятого циклів.

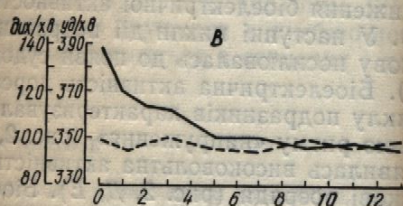


Рис. 3. Динаміка змін частоти серцевих скорочень і дихальних рухів при нейрогенно-емоційному стресі у щурів.

А — у тварин з першим типом серцевих реакцій, Б — у тварин з другим типом серцевих реакцій, В — у тварин з третім типом серцевих реакцій. По вертикалі: а — частота дихальних рухів (дх/хв), б — частота серцебиття (уд/хв); по горизонталі — цикли стресу.

частоти серцевих скорочень на частоту дихання. У тварин з першим типом реакцій було відзначено як почастишану криву частоти дихання, побудовану на основі виявленої чіткої залежності між частотою дихання. Проте вивчення показало, що відразу після першого

циклу дії подразників у 35 тварин дихання стало частим і поверхневим, а у семи тварин — навпаки, воно стало більш глибоким і рідким. В наступні цикли впливу стресової програми у всіх тварин відзначене порушення ритму, глибини і частоти дихання.

Обговорення результатів досліджень

Про роль передніх відділів нової кори, дорсального гіпокампа і мигдалевидного комплексу в організації негативних емоційних станів свідчать численні літературні дані [4, 11, 12, 13, 18, 19, 26, 28], проте їх роль (за даними біоелектричної активності) в формуванні стресових станів вивчена недостатньо. Тепер стало очевидним, що однією з основних причин розвитку стресового стану є так звана «конфліктна ситуація» — коли тварина протягом тривалого часу не має можливості задовольнити свої біологічні потреби [17, 20].

Біоелектрична активність у дорсальному гіпокампі в умовах нашої моделі характеризувалась періодичною появою протягом усього дослідження на фоні десинхронізації тета-ритму — «ритму напруження» [1], а також появою різних варіантів епілептиформної активності. Про причину виникнення гіпокампального тета-ритму існує безліч вкрай суперечливих думок і даних. Ми гадаємо, що зміни біоелектричної активності в даній структурі можна пояснити виникненням емоційного напруження в результаті «невизначеності експериментальної ситуації» [15, 16] і безпосередньої участю гіпокампа в формуванні емоційно-стресового стану. Біоелектрична активність мигдалевидного комплексу в наших дослідженнях характеризувалась появою високоамплітудної і високочастотної активності. Незважаючи на велику кількість досліджень, тепер немає єдиної думки про функціональне значення цього ритму. На підставі проведених досліджень можна припустити, що обов'язковою причиною для виникнення даного ритму є емоційне напруження тварини [24]. У більшості тварин дана біоелектрична активність виникала лише на першому — третьому циклі стресу, згодом змінюючись різними варіантами епілептиформної активності, що свідчить про подальше посилення біоелектричної активності в даній структурі. Біоелектричні зміни в передніх відділах нової кори свідчать про безпосередню участь даного відділу мозку в реакціях емоційно-стресового характеру [21, 25].

Залучення вегетативних ефектів вважається однією з основних і обов'язкових ознак емоційно-стресового напруження. Розвиваючи теорію емоцій, Симонов [17] за показник інтенсивності, ступеня емоційно-стресового напруження вважає можливим прийняти величину вегетативних зрушень.

Одержані нами дані свідчать про те, що розвиток нейрогенно-емоційного стресу супроводжується глибокими зрушеннями в серцевих і дихальних реакціях. Подібні зміни відзначені [14] у вегетативних реакціях при акустичному стресі у щурів, тобто посилення як симпатичного (тварини з першим типом серцевих реакцій), так і парасимпатичного тону (тварини з третім типом серцевих реакцій). Отже, одержані результати дозволяють зробити висновок про участь лімбіко-неокортикальної системи в формуванні стресових станів, які розвиваються за нейрогенним типом та супроводжуються виразними зрушеннями в серцевих і дихальних реакціях.

Література

1. Анохин П. К. — В кн.: Высш. нервн. деят. Труды конф., посвящ. И. П. Павлову, М., 1963, 86.
2. Анохин П. К. — Вестник АМН СССР, 1965, 6, 10.

3. Анохин П. К.—Биол. и нейрофизиол. условного рефлекса, М., «Медицина», 1961.
4. Беритов И. С.—Нервные механизмы поведения высших позвоночных животных, М., АН СССР, 1961.
5. Беритов И. С.—Структура и функция коры большого мозга, М., «Наука», 1961.
6. Ведяев Ф. П.—Физиол. журн. СССР, 1956, XLII, 12, 1064.
7. Ведяев Ф. П.—В кн.: Структурн. функцион. и нейрохим. организ. эмоций Мат. Всесоюз. симпози., Л., «Наука», 1971, 130.
8. Ведяев Ф. П.—В сб.: Материали IX з'їзду Укр. фізіол. т-ва 1972, 70.
9. Ведяев Ф. П.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1972, 4, 463.
10. Ведяев Ф. П., Ганзий Т. В., Демидов В. А., Филиппова И. П.—В сб.: Матер. VI Поволжской конф. физиологов с участием биохимиков, фармакологов и морфологов, Чебоксары, 1973, 8.
11. Лурия А. Р.—В кн.: Лобные доли и регуляция психических процессов, М., 1966, 7.
12. Мехедова А. Я.—В кн.: Физиол. особен. положит. и отрицат. эмоц. состояний, М., «Наука», 1972, 89.
13. Нанейшвили Т. Л.—В кн.: Электрофизиол. центр. нервн. сист., Тбилиси, 1966, 222.
14. Ничков С., Кривичкая Г. Н.—Акустический стресс и церебровисцеральные нарушения, М., «Медицина», 1969.
15. Преображенская Л. А.—В кн.: Нервное напряжение и деят. сердца, М., «Наука», 1969, 157.
16. Преображенская Л. А.—В кн.: Физиол. особен. положит. и отрицат. эмоциональный, М., «Наука», 1972, 56.
17. Симонов П. В.—Теория отражения и психофизиология эмоций, М., «Наука», 1970.
18. Симонов П. В.—Журн. высш. нерв. деят., 1971, 22, 6, 1119.
19. Судаков К. В.—Биологические мотивации, М., «Медгиз», 1971.
20. Судаков К. В.—Журн. высш. нервн. деят., 1973, 23, 2, 416.
21. Тигилева С. Н.—В сб.: Матер. VI Поволжской конф. по электрофизиол. центр. нервн. сист., Л., 1971, 253.
22. Bures J., Petrait M., Zachar J.—Electrophysiological Methods in Biological Research, Prague, 1967.
23. Gellhorn E., Loofbrow J.) Гельгорн Э., Луффбороу Дж.—Эмоции и эмоц. расстройства, М., «Мир», 1966, 88.
24. Lesse H.—Psychiat. Res. Rep. Amer. Psychiatr. Ass., 1960, 12, 224.
25. Lindsley D. B.—In: Handbook of experimental Psychology, New York, John Wiley, 1951, 437.
26. MacLean P. D.—Arch. Neurol., Psychiatr., 1955, 73, 2, 130.
27. (Sederberg U.) Седерберг У.—В кн.: Эмоциональный стресс, Л., «Медицина», 1970, 116.
28. Stamm J.—Acta Biol. Exper., 1964, 24, 1, 27.

Надійшла до редакції
3.IX 1973 р.

BIOELECTRICAL AND VEGETATIVE CORRELATES OF NEUROGENIC EMOTIONAL STRESS IN RATS

V. A. Demidov

Department of Normal Physiology, Medical Institute, Kharkov

Summary

One of the models of neurogenic emotional stress was developed. Under this condition bioelectrical activity of the limbic system and neocortex was studied in male rats. Simultaneously cardiac and respiratory reactions were studied. The data obtained suggest that the limbic-neocortex system may play the role of a starting mechanism in development of stress conditions.

ПРО ЗМІНИ ІОННОЇ ПР ВИНОГРАДНОЇ ПІД ВПЛИВ ПРИ РІЗН

Ю

Інститут

Транспорт неорганічних можна пояснити лише в термодинамічній системі, викликає сумнів існування іонів, зв'язаних з обмінними процесами. Механізми обміну специфічними механізмів у процесах транспортування іонних струмів та електричної активності в метаболічній активності в функціональних змін у мембранах без припущення про зміну числа переносників. Вплив мінливого числа на рівні клітинної мембрани, як за допомогою метаболічних впливів молекули інгібітора цього припущення ми дослідили поділу іонів у нейтронах H_2O обміну — моноіодидет у умовах різного рівня клітинної мембрани.

Me

Досліди провадилися на ізольованих гангліях інкубації, що містили інгібітори вуглеводних 2-10⁻⁴ М відповідно протягом 6,0 і 6,5 для МПА і ДНФ. Ці змінні забезпечують найбільшу ефект проникної форми молекул [15]. Іони вали зміною температури інкубації. Електролітичний склад нейтральної мінералізації гангліїв. Позаклітинний простір при розчинах з інгібіторами при різному розподілу сахарози, концент. Як правило, він незначно змінюється ($p > 0.5$). Середні значення величин у кожній серії дослідів. Для розрахунку констант Горовіца [20] використовували [2, 3], і коефіцієнти активності [11].