

Зміни біоелектричної активності головного мозку після односторонньої часткової екстирпації підкоркових гангліїв мозочка

М. І. Никифоров, А. Г. Городник, В. М. Аврамович

Кафедра нормальної фізіології Донецького медичного інституту ім. О. М. Горького

Окремими проявами загальної модулюючої реакції мозочка на рефлекторну діяльність є дві якісно різні форми його впливу на кору великих півкуль: тонічна, через ретикулярну формуцію середнього мозку та фазична — через проміжний мозок. Відомо, що *paleocerebellum*'у властивий в основному механізм висхідної ретикулярної активації [4, 8]. Генералізований білатеральний вплив, який спостерігається при подразненні старої та древньої кори мозочка і відповідних ядер (*nuclei fastigii, emboliformis et globosus*), проявляється в дифузній десинхронізації біопотенціалів кори кінцевого мозку. Високочастотна стимуляція *neocerebellum* також може супроводжуватися дифузною активацією біострумів у корі великих півкуль. Водночас з нової кори мозочка та філогенетично більш молодих ядер (*nuclei dentatus et interpositus*) виходять обмежені впливи переважно на фронтальні відділи протилежної півкулі *telencephalon*. Дійсно, одиничне подразнення еволюційно більш молодих структур мозочка, а також сірих ядер *neocerebellum* (зубчастого та проміжного) супроводжується активацією специфічних зон контралатеральної півкулі [10]. Ця активація здійснюється через специфічні ядра зорового бугра [4]. В останні роки описана активація неспецифічної таламо-кортикальної системи з появою у руховій та асоціативній зонах контралатеральної півкулі кінцевого мозку реакції втягнення у відповідь на низькочастотну стимуляцію *neocerebellum*.

Досліди провадилися для дальшого вивчення мозочково-коркових взаємовідношень після унілатерального часткового видалення сірих ядер мозочка на фоні генералізованого гальмування або збудження, зумовлених застосуванням фармакологічних речовин.

Методика досліджень

Експерименти проведені на десяти кроликах, у яких за допомогою вакуумного відсоса з правого або лівого боку видаляли зубчасте ядро мозочка. Гістологічно встановлено, що в усіх дослідних частково були ушкоджені також інші ядра (пробковидне та кулясте) і біла речовина півкуль мозочка. Канюлю для вакуумного відсоса стереотаксично підводили під кутом 67° до поверхні тім'яної кістки на 1 мм попереду від *lamda*. Для кроликів стандартної ваги (3—3,5 кг) канюлю потім занурювали на глибину 9 мм на відстані 3—4 мм від середньої лінії. Кількість відсмоктаної мозкової речовини у кожного кролика становила 30—70 мг.

Уніполярні або біполярні електроди діаметром 75—100 мк підводили субдурально до симетричних ділянок кори в лобно-прецентральної області півкуль, вводили в хвостате ядро, таламічні центри та ретикулярну формуцію середнього мозку. Фіксацію

електродів здійснювали за допомогою швидкотвердіючого цементу «протакрил». Запис біопотенціалів проводили чотириканальним енцефалографом «Orion». Піддослідні тварини використані в експериментах багаторазово, на протязі 20—25 днів після операції.

Для того, щоб одержати фон загальної активації або, навпаки, генералізованого гальмування, застосовували фармакологічні речовини — армін (0,05—0,25 мг/кг), ареколін (0,3 мг/кг), а також тіопентал-натрій (25 мг/кг).

Результати досліджень та їх обговорення

Однобічне органічне ушкодження мозочкових ядер у кроликів супроводжується однотипними змінами біоелектричної активності в екранних та ядерних центрах кінцевого мозку. З боку ушкодження ядер мозочка в коркових полях 1—8—12, а також у хвостатому ядрі, де були розташовані відповідні електроди, амплітуда коливань біопотенціалів виявляється більш високою, ніж у протилежній півкулі. Як видно з таблиці, середнє значення амплітуди для гомолатеральної півкулі

Середні значення частоти (кол/сек, чисельник) та амплітуди (мкв, знаменник) коливань біопотенціалів після екстирпації ядер мозочка

Умови досліджу		Час (у хв) після ін'єкції тіопентал-натрію (25 мг/кг)								
		0	2	5	10	20	30	40	50	60
Лобно-прецентральна область кори півкулі переднього мозку	Гомолатерально	20,3	18,0	13,9	12,0	14,4	17,2	18,2	20,9	18,7
		34,3	38,9	46,6	46,8	46,9	38,3	39,4	41,4	31,1
	контралатерально	22,3	19,5	13,9	12,0	14,6	17,2	18,2	21,2	20,4
		27,4	31,0	35,9	39,5	35,3	31,4	32,8	30,6	24,3
Головка хвостатого ядра	Гомолатерально	18,4	18,1	16,3	14,8	18,1	16,9	17,2	15,1	17,3
		30,0	52,2	38,8	52,2	46,6	41,6	41,3	38,8	42,2
	контралатерально	20,4	19,9	16,7	14,8	19,9	19,6	19,7	19,2	18,2
		27,0	44,4	34,4	52,0	38,3	33,3	27,2	33,3	37,8
Нова кора мозочка (lobus superior)	Гомолатерально	18,0	10,2	10,7	10,0	10,4	10,4	11,4	13,5	13,7
		22,5	24,5	18,5	20,0	18,1	18,5	20,5	18,2	22,6
	контралатерально	18,1	10,7	10,7	10,4	10,7	10,4	11,8	15,6	14,0
		22,5	28,6	20,0	22,8	19,2	19,1	21,1	18,2	24,8

становить 34,3 мкв при 27,4 мкв у корі контралатеральної півкулі. Водночас для обох півкуль кінцевого мозку відзначені зворотні співвідношення частот коливань біострумів. При стані неспання піддослідних тварин у корковому полі 4 з боку ушкодження мозочка середня частота β -хвиль коливається в межах від 18 до 21 на сек, а в симетричній ділянці протилежної півкулі — від 20 до 29 в 1 сек (у корковому полі 7 середні частоти з боку пошкодження і на «здоровій» стороні становлять відповідно 15 та 19 кол/сек).

Після введення тіопентал-натрію спостерігається паралельне зменшення частот швидких (β - та γ -) низькоамплітудних коливань в обох півкулях. Водночас з правого та лівого боку відзначаються істотні відмінності динаміки високоамплітудних повільних коливань. Як відомо, високі (20—200 мка) хвилі, які характеризують барбітуратний наркоз, можуть з'являтися на електрокортикограмі на протязі періоду входження в наркоз і потім протягом поступового пробудження піддослідної тварини; при глибокому гальмуванні ці коливання перетворюються на групи спайків на фоні ізоелектричної лінії. Виявлено, що при барбітуратному наркозі високоамплітудні повільні коливання (δ - та Θ -ритм)

краще виявляються в корі кінцевого мозку на стороні, де був ушкоджений мозочок (рис. 1). Слід відзначити, що веретена та веретеноподібні ритми також краще виражені в корі і хвостатому ядрі гомолатеральної півкулі (рис. 2).

На фоні дифузної активації, зумовленої застосуванням фосфорорганічної сполуки арміну або М-холіноміметика ареколіну визначається виразна асиметрія електрограми правої та лівої півкуль кінцевого моз-

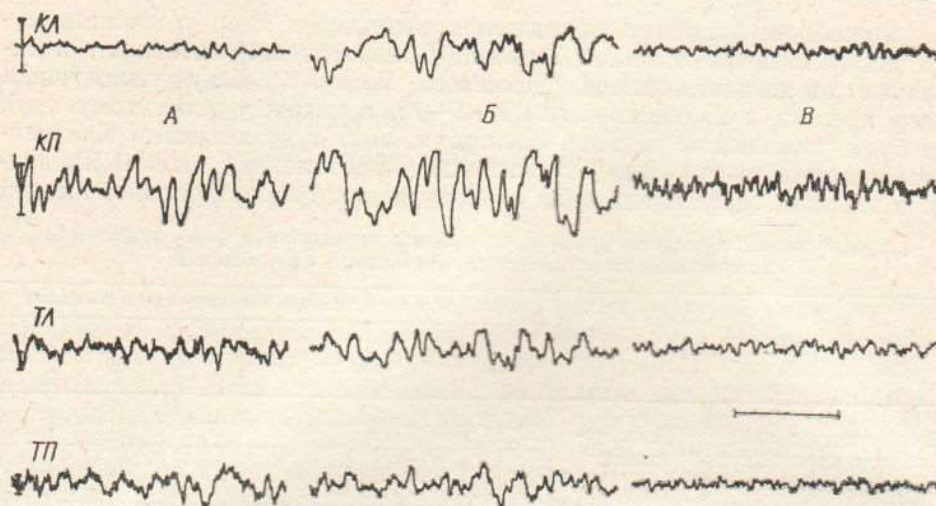


Рис. 1. Біоструми головного мозку після правобічної екстирпації ядер мозочка. Кролик № 5.

А — фоновая активність, Б — через 10 хв після введення 25 мг/кг тіопентал-натрію, В — через 5 хв після ін'єкції 0,3 мг/кг ареколіну. Корове поле 4: КЛ — зліва, КП — справа. Ретикулярне ядро зорового бугра: ТЛ — зліва, ТП — справа. Біполярно. Калібровка: 40 мкВ, 1 сек.

ку після видалення базальних гангліїв мозочка. Для контралатеральної півкулі характерний різкий десинхронізуючий ефект арміну (із зникненням повільних коливань, підвищенням частоти та зниженням амплітуди швидких коливань). Навпаки, в півкулі telencephalon з боку ушкодження мозочка відзначено відносно менш виражене зниження амплітуди повільних хвиль (рис. 3). Частота та амплітуда швидких коливань (β і γ) після введення арміну в гомолатеральній півкулі змінюються менше, ніж у корі та хвостатому ядрі на протилежному боці.

Після ушкодження ядер мозочка вдається спостерігати дисоціацію частот та амплітуд коливань біострумів у ретикулярній формації середнього мозку і в меншому ступені в латеральних таламічних ядрах по обидва боки від серединної лінії. Так, встановлена більш висока амплітуда височастотних коливань в середньому мозку з боку ушкодження мозочка щодо «інтактного» боку. Відмінність амплітуд коливань біопотенціалів з обох боків у ретикулярній формації зберігається на фоні генералізованого наркотичного гальмування, зумовленого застосуванням тіопентал-натрію. Більш висока амплітуда β - і γ -хвиль гомолатерально в медіальних ядрах зорового бугра і ретикулярній формації виявляється при дифузній арміновій активації. Водночас в окремих дослідах введення арміну супроводжувалося вибірним поліпшенням Θ -ритму в таламічних ядрах, розташованих контралатерально.

Екстирпація підкоркових гангліїв мозочка істотно не позначається на характері спонтанної біоелектричної активності нової кори мозочка при стані неспання піддослідних тварин. Тільки при поверховому галь-

муванні (ретенямиження кока з боку

На наркотичності

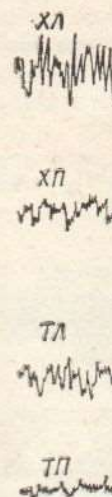


Рис. 2. Д

А — фонов. пентал-нат хвостатого тл — справ

при ушко наркотик значається bellum. ЕЕГ з б здоровій сумацією ням нарі

Гене фосфоро білатера. Θ -) ритм арміну в швидких туди в збільшен фоні диф супровод вань біо під впли більше впливу

муванні (наприклад при дрімотному стані, який супроводжується веретенами в ростральних відділах мозку) спостерігається деяке порідження коливань біопотенціалів та зниження їх амплітуди в корі мозочка з боку ушкодження.

На фоні генералізованого гальмування, зумовленого введенням наркотичної дози тіопентал-натрію, вдається відзначити неістотні відмінності коливань біопотенціалів у симетричних точках кори мозочка

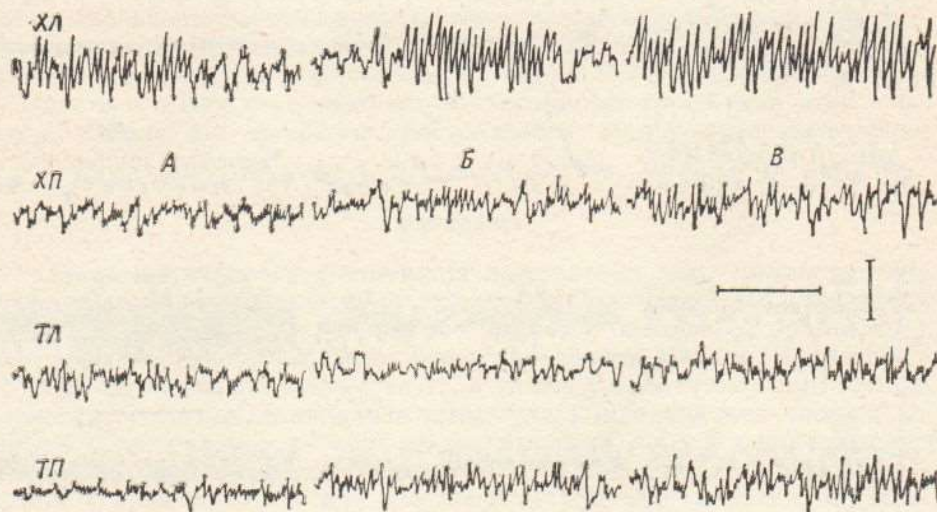


Рис. 2. Динаміка біоелектричної активності головного мозку у кролика № 10 після лівобічного ушкодження мозочка.

А — фоновая активність. Б — через 3 хв і В — через 12 хв після початку введення 25 мг/кг тіопентал-натрію (випробовану речовину вводили внутрієнно, рівномірно на протязі 5 хв. Головка хвостатого ядра; ХЛ — зліва, ХП — справа. Передньолатеральне ядро зорового бугра: ТЛ — зліва, ТП — справа. Уніполярно. Калібрівка: 100 мкВ, 1 сек.

при ушкодженні мозочкових ядер. Так, після введення досліджуваного наркотика з боку ушкодження, в порівнянні з інтактним боком, відзначається більш глибоке пригнічення біоелектричної активності *segebellum*. Здебільшого середні значення амплітуди та частоти хвиль ЕЕГ з боку операції при поверховому наркозі були меншими, ніж у здоровій півкулі мозочка. Це, певно, може бути частково зумовлено сумациєю післяопераційного парабіотичного гальмування з гальмуванням наркотичним у нейронах ушкодженої частини мозочка.

Генералізована активація біострумів мозку, зумовлена введенням фосфорорганічного інгібітора холінестерази арміну, супроводжується білатеральною депресією або зникненням повільнохвильових (δ - та Θ -) ритмів у новій корі мозочка оперованих кроликів. Після введення арміну в здоровій півкулі мозочка поступово збільшується амплітуда швидких (β - та γ -) коливань біострумів. Так, середні значення амплітуди в цій півкулі підвищуються з 20—24 до 30—32 мкВ. Водночас збільшення амплітуди потенціалів в ушкодженій півкулі мозочка на фоні дифузної активації не таке значне. Виявлено, що введення арміну супроводжується короточасним зменшенням частоти швидких коливань біопотенціалів, краще вираженим контралатерально. В дальшому під впливом арміну потенціали мозочка, навпаки, частішають (також більше в контралатеральній півкулі; рис. 3). Виразене ослаблення впливу досліджуваної фосфорорганічної речовини на біоелектричну

активність нової кори мозочка після видалення ядер, мабуть, зумовлено випадінням функцій ядерних центрів cerebellum, або частково також ушкодженням провідних шляхів, спрямованих до цієї кори.

Отже, одержані дані показують, що часткова екстирпація або ушкодження ядер мозочка супроводжуються зниженням амплітуди коливань біопотенціалів і підвищенням їх частоти в корі контралатеральної півкулі кінцевого мозку. Результати досліджень узгоджуються з

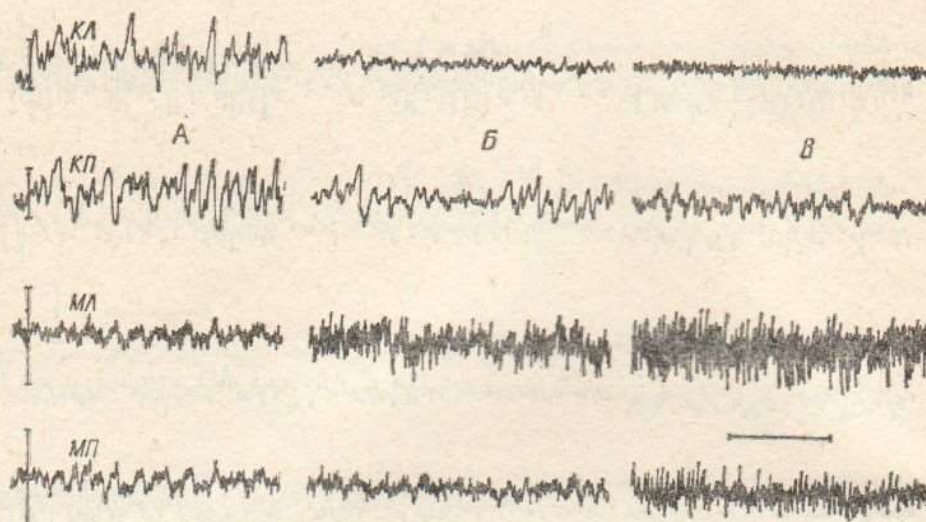


Рис. 3. Зміни біоелектричної активності головного мозку у кролика № 4 після правобічної екстирпації мозочкових ядер.

А — фоновая активність, Б — через 5 хв і В — через 30 хв після введення 0,2 мг/кг арміну. Коркове поле 7; КА — зліва, КП — справа. Кора півкуль мозочка; МЛ — зліва, МП — справа. Уніполярно. Калібровка: 100 мкВ, 1 сек.

спостереженнями інших авторів [5, 6], які виявили синхронізацію в контралатеральній півкулі telencephalon при хімічному подразненні неосереbellum. При нембуталовому наркозі у кішок одиничне електричне подразнення проміжного або зубчастого ядер супроводжується спалахами веретен у передній супрасільвіевій звивині кори контралатеральної півкулі [4]. Молліка та ін. [7] при високочастотному подразненні черв'ячних полів передньої частки, а Стоупел [9] при такому ж подразненні простої частки кори мозочка показали, що ці подразнення супроводжуються пригніченням веретен у корі кінцевого мозку контралатерально. Такі впливи мозочка передаються через неспецифічні структури таламуса [4].

Результати наших експериментальних спостережень узгоджуються з точкою зору про те, що висхідна частина ретикулярної формації та деякі діенцефальні структури є основними шляхами впливу філогенетично різних відділів мозочка на кору великих півкуль [3, 4].

Водночас результати наших досліджень вносять доповнення до існуючих уявлень про механізм генерування веретеніподібної активності. Дійсно, випадіння функцій мозочкових ядер після їх екстирпації приводить до втрати здатності неспецифічної таламо-кортикальної системи генерувати барбітуратні веретена.

Як відомо, висхідні впливи мозочка здійснюються в основному по двох типах провідних шляхів: через brachium conjunctivum та червоне ядро до специфічних і неспецифічних ядер зорового бугра; через верх-

ні та нижні кори. Через впливи мозочка на дослідженням мічних ядер цієї супроводжуються гангліях і відзначено, ричної активності ділі неспеціально вважати, щташовується стково позаретикулярно

Однобічно воджується жених відді середньому

1. У контралатеральної ливань біопозбільшення правій і ліється при іпентал-натрія арміну (

2. У контралатеральної мозку спосверетенно,

3. У контралатеральної реднього м ушкодження вань на «ін

4. На більш висо півкулі мо

Видале важливої с вати верет гальмуван

1. Арбузо Л., 1967.
2. Арбузо Л., 1967. Изд. ВМС.
3. Фанард, Изд. АН.
4. Фанард, деят. им.
5. Canest Milano, 19
6. Сгерах

ні та нижні ніжки і ретикулярну формацію до таламічних центрів та кори. Через провідні шляхи другого типу проводяться десинхронізуючі впливи мозочка на екранні центри кінцевого мозку [7, 8]. Деякими дослідженнями [1, 2] встановлено, що екстирпація неспецифічних таламічних ядер і в меншій мірі ростральної частини ретикулярної формації супроводжується зниженням біоелектричної активності в базальних гангліях і корі гомолатеральної півкулі telencephalon. Вище вже було відзначено, що після екстирпації ядер cerebellum асиметрія біоелектричної активності виразно виявляється у таламусі та ростральному відділі неспецифічних структур середнього мозку. У зв'язку з цим можна вважати, що перехрест мозочково-таламічної проєкційної системи розташовується більш каудально від неспецифічних таламічних ядер і частково позаду від найбільш рострального відділу мезенцефалічної ретикулярної формації.

Висновки

Однобічна часткова екстирпація підкоркових ядер мозочка супроводжується появою асиметрії біоелектричної активності у всіх досліджених відділах центральної нервової системи (кінцевому, проміжному, середньому мозку та мозочку). Наводимо прояви згаданої асиметрії.

1. У коркових полях 1—8 та 12, а також у хвостатому ядрі контралатеральної півкулі знижується амплітуда і підвищується частота коливань біопотенціалів. У корі гомолатеральної півкулі спостерігається збільшення амплітуди коливань. Ця дисоціація частот та амплітуд у правій і лівій півкулях виразно зберігається, або, навпаки, підсилюється при генералізованому гальмуванні, зумовленому введенням тіопентал-натрію (25 мг/кг), та при дифузній активації після застосування арміну (0,05—0,25 мг/кг) або ареколіну (0,3 мг/кг).

2. У корі і базальних гангліях контралатеральної півкулі кінцевого мозку спостерігається повне випадіння веретен або значне ослаблення веретеноподібних ритмів.

3. У медіальних таламічних ядрах та ретикулярній формації середнього мозку амплітуда високочастотних (β - і γ -) коливань з боку ушкодження збільшується в порівнянні з амплітудою тих самих коливань на «інтактному» боці.

4. На фоні дифузної армінової активації виразно проявляється більш висока біоелектрична активність у новій корі контралатеральної півкулі мозочка.

Видалення мозочкових ядер приводить до випадіння або зниження важливої функції неспецифічної таламо-кортикальної системи генерувати веретеноподібну електричну активність при стані поверхового гальмування (фізіологічний сон, поверховий барбітуратний наркоз).

Література

1. Арбузов С. Я., Никифоров М. И.— Системный нервный наркоз. Медицина, Л., 1967.
2. Арбузов С. Я., Никифоров М. И.— Современное состояние теории наркоза. Изд. ВМОЛА им. Кирова, Л., 1967.
3. Фанарджян В. В.— Регуляторные механизмы восходящего влияния мозжечка. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1966.
4. Фанарджян В. В., Амагунни А. С., Ханбабян М. В.— Журн. высш. нерв. деят. им. И. П. Павлова, 1965, XV, 6, 1079.
5. Canestrari R., Crepax P., Mache X.— Arch. Psychol., Neurol., Psychiat., Milano, 1955, XVI, 19.
6. Crepax P., Fadiga E.— Arch. di Sc. Biol., Bologna, 1956, X, 66.

7. Mollica A., Moruzzi G., Naquet R.—EEG Clin. Neurophysiol., 1953, V, 571.
8. Moruzzi G., Magoun H.—EEG Clin. Neurophysiol., 1949, I, 4, 455.
9. Stoupe N.—Contribution expérimentale à l'étude des relations cérébello — cérébrales. Bruxelles, 1962.
10. Waiker A.—Brit. J. Physiol., 1937, XC, 39; J. Neurophysiol., 1938, I, 16.

Надійшла до редакції
15.XI 1967 р.

Изменения биоэлектрической активности головного мозга после односторонней частичной экстирпации подкорковых ганглиев мозжечка

М. И. Никифоров, А. Г. Городник и В. Н. Аврамович

Кафедра нормальной физиологии Донецкого медицинского института
им. А. М. Горького

Резюме

Односторонняя частичная экстирпация подкорковых ядер мозжечка у кроликов сопровождается появлением асимметрии биоэлектрической активности головного мозга. При этом в корковых полях 1—8 и 12, а также в хвостатом ядре контралатерального полушария снижается амплитуда и повышается частота колебаний биопотенциалов. В коре гомолатерального полушария telencephalon наблюдается повышение амплитуды колебаний. Указанная диссоциация частот и амплитуд в правом и левом полушариях концевой мозга сохраняется либо усиливается при генерализованном торможении, обусловленном введением тиопентал-натрия (25 мг/кг), и при диффузной активации после применения армина (0,05—0,25 мг/кг), а также ареколина (0,3 мг/кг). У частично децеребрелированных кроликов в коре и ядрах стрио-паллидарной системы контралатерального полушария выпадают или значительно уменьшаются веретена и синхронизированные веретеноподобные ритмы.

Changes of the Bioelectric Activity of the Cortex after One-Sided Partial Extirpation of the Subcortex Ganglia of Cerebellum

M. I. Nikiforov, A. G. Gorodnik and V. N. Avramovich

Department of the Normal Physiology, the A. M. Gorky Medical Institute, Donetsk

Summary

One-sided partial extirpation of the subcortex nuclei of cerebellum in rabbits is accompanied by the appearance of the asymmetry of the bioelectric cortex activity. In this case in the cortex fields of 1—8 and 12 and also in the tail nucleus of the contralateral hemisphere the amplitude lowers and the frequency of biopotential oscillation rises. In cortex of the homolateral hemisphere (telencephalon) the increase of the oscillation of amplitude is observed. The pointed association of frequencies and amplitudes in the right and left hemispheres of the end-brain is preserved or intensified in generalized inhibition, conditioned by introducing thiopental-sodium (25 mg/kg) and in the diffuse activation after armine (0.05—0.25 mg/kg) and arecoline (0.3 mg/kg) application as well. In partially decerebrated rabbits the spindles and synchronized spindly rhythms are considerably decrease or disappear in cortex and nuclei of strio-pallid system of the contralateral hemisphere.

хані:
яви
тину
джер
рене

пеус.
КСІ.
і для
схему

клик
на по
дин.
двох
ли ве
вової
цьом
риста
бити
слідк
ступі
І
дуже
сили,
що в
поля
шкод
нок,
тому
шкод