

Зміни зовнішнього дихання при ушкодженні мозочка у собак

В. С. Василевський

*Лабораторія фізіології дихання Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця
Академії наук УРСР, Київ*

В літературі є відомості про вплив експериментального зруйнування мозочка тварин та його патологічних станів у людини на дихальну функцію і газообмін. Огляд літератури про результати гострих експериментів, в яких вивчали вплив мозочка на дихання, наведено в іншій нашій праці [5].

Після ушкодження черв'ячка мозочка в хронічних дослідах у собак було відзначено посилення дихання [14]. При дослідженні дихання у собак після більш обширної екстирпації мозочка внаслідок його зруйнування змінювались реакції дихання на больове подразнення [9]. Визначення основного обміну у собак (здійснене за Кругом) після видалення мозочка виявило його підвищення на 27—54%, навіть у сплячих тварин [1], причому певної закономірності змін основного обміну залежно від часу, що минув після операції, не було встановлено. При видаленні мозочка у щурів зразу ж або через 10—20 днів спостерігалось підвищення споживання кисню на 120—125%, коли тварин вміщували на час досліду в кисневу камеру [2, 3]. Крім того було відзначено, що й при хронічному механічному подразненні черв'ячка мозочка у щурів також збільшувалось споживання кисню [3]. На підставі мікроскопічного вивчення легеневої тканини собак, забитих через 15—20 днів після часткового видалення мозочка, зроблено висновок про розвиток в легенях гіперемії і фокусів катаральної бронхопневмонії внаслідок втручання на мозочку [4]. Спірометричними дослідженнями у осіб з вираженими ознаками ураження мозочка різноманітного походження — пухлина, травма, медикаментозна інтоксикація, атеросклероз, внутрічерепні крововиливи [12, 13] були виявлені дихальні розлади. Вони проявлялися у зменшенні об'єму додаткового повітря і особливо максимальної дихальної ємкості.

Питання про механізми порушень дихання, зумовлених ушкодженнями мозочка, вивчено ще не достатньо. В проведених в нашій лабораторії дослідженнях (гострі досліди на кішках) було показано, що мозочок бере участь в координації діяльності дихальних м'язів та кореляції дихальних і локомоторних рухів [5]. Ми визначали закономірності змін у зовнішньому диханні при частковому ушкодженні мозочка в умовах хронічних дослідів.

Методика досліджень

На трьох дорослих собаках в нормі і після часткового зруйнування мозочка проводилось вивчення газообміну за методом Дугласа — Холдена і шляхом спіромета-болографії. За допомогою першого методу вивчали частоту дихання, об'єм вдиху і легеневої вентиляції, а також хвилинне споживання O_2 , виділення CO_2 і дихальний коефіцієнт. Проби видихуваного повітря забирали натще протягом 10 хв. Спіромета-болографія (апарат типу Т-35) давала змогу графічно реєструвати ритм, частоту і глибину дихання, об'єм легеневої вентиляції та кількість спожитого O_2 . Дихання з спіромета-болографа здійснювалось чистим киснем також на протязі 10 хв.

В деяких дослідах за допомогою електроміографа «DISA» на тих же тваринах досліджували особливості електричних реакцій дихальних м'язів і локомоторних м'язів передніх кінцівок. Проведено також дослідження змін зовнішнього дихання до і після ушкодження мозочка при внутрішньоротовому введенні аміназину (4 мг/кг) і підшкірному введенні адреналіну (0,15 мг/кг). Зруйнування мозочка здійснювалось під нембуталовим наркозом (35 мг/кг внутрішньочеревинно), вичерпуванням його речовини ложкою Фолькмана (собака Ора) або аспірацією речовини мозочка з допомогою компресора для зубопротезних і лабораторних робіт (собаки Лохматий і Клеопатра). Розміри і характер післяопераційних ушкоджень встановлені макро- і мікроскопічно після умерт-віння тварин.

Результати досліджень

Вихідний фон газообміну у піддослідних тварин досліджували протягом двох—чотирьох тижнів. Зведені показники газообміну у собак з неушкодженим мозочком наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Газообмін у собак (за Дугласом — Холденом) до ушкодження мозочка

Клички собак	Коливання ваги тіла (в кг)	Частота дихання	Споживання O_2		Виділення CO_2 за 1 хв (в мл)	Дихальний коефіцієнт	Дихальний об'єм (в мл)	Об'єм легеневої вентиляції за 1 хв (в л)
			за 1 хв (в мл)	на 1 кг ваги (в мл)				
Ора	21,5—22,0	16—19	119—147 (в середньому 134)	5,4—6,6 (в середньому 6)	109—130	0,76—0,92	200—300	4,5—5,5
Лохматий	16,0—17,5	14—20	92—125 (в середньому 112)	5,7—7,4 (в середньому 6,7)	82—116	0,81—1,0	210—260	3,2—4,5
Клеопатра	13,0—13,5	10—16	82—110 (в середньому 91)	6,2—8,4 (в середньому 6,8)	66—105	0,80—1,0	150—260	2,4—3,3

У собаки Ори були екстирповані кора *tuber vermis*, *crus I*, частково *crus II* зліва і верхні листки *lob. paramedianus*. У собаки Лохматого внаслідок аспірації макроскопічно виявились зруйнованими *tuber vermis* і *crus I* зліва на глибину 3 мм. Дефект після аспірації мозочка у Клеопатри мав глибину 4 мм і був розташований в ділянці *tuber vermis* і *lob. simplex* (рис. 1) *. Децеребеляційні позно-рухові розлади — опістотонус, спастичність передніх кінцівок, їх гіперметрія при ходінні і дискоординація рухів голови при їді, порушення рівноваги — спостерігались на протязі тижня після операції у всіх тварин. Описані явища, які в сукупності позначаються як «мозочкова атаксія» [15], у собаки Ори спостерігались ще на 124-у добу після ушкодження мозочка; у Лохматого вони ослабли вже на сьому добу, а у Клеопатри — на дев'я-

* Тварини були оперовані: Ора — 28.IX 1964 р., Лохматий — 14.X 1964 р., Клеопатра — 3.XI 1964 р. Для патоморфологічного контролю тварин умертвляли 23.I 1965 р.

ту після втручання бігати. Крім того, чечався тремор передньої лапою си-

Водночас із руху спостерігалось підвищення рез два тижні після

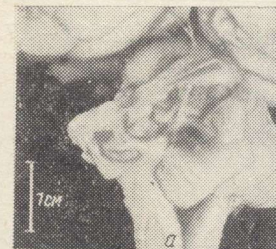


Рис. 1. Мозочок а —

спостерігалось навіть хідним фоном. Беручи живання їжі оперова- ня газообміну можли- ної травми нервової с- Підвищене спожи- ляції у оперованих

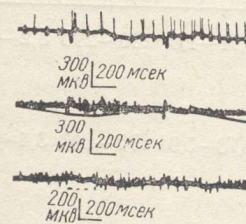


Рис. 2. Електрична ак- вої церебелектом. Значення осцилограм (з у VIII міждеребер'ї зліва: ребер'ї зліва і пневмогра розгинач

реєстрації дихання. Ч- ше споживання O_2 з- після того, як позно-р- ня кисню в окремих д- Чіткі коливання в спо- інтервалом у два—чо- вої церебелектомії. Ре- ля часткової екстирпа- При електроміогра- м'язів у оперованих т- відзначалось також і- співвідношення між ф- шення були більш ви-

ту після втручання на мозочку настільки, що ці тварини були здатні бігати. Крім того, через добу після ушкодження мозочка в Ори відзначався тремор передніх кінцівок при вдиху і час від часу — рухи лівою передньою лапою синхронно дихальним рухам.

Водночас із руховими розладами в післяопераційному періоді спостерігалось підвищення газообміну, яке було найбільш вираженим через два тижні після ушкодження мозочка. У перші дні після операції



Рис. 1. Мозочок підослідних собак після часткового зруйнування:

а — собаки Ори, б — Лохматого, в — Клеопатри.
Пояснення в тексті.

спостерігалось навіть деяке зниження споживання O_2 порівняно з вихідним фоном. Беручи до уваги значну обмеженість рухливості та споживання їжі оперованими тваринами в цей період, вказане зменшення газообміну можна розглядати, очевидно, як результат неспецифічної травми нервової системи.

Підвищене споживання кисню і збільшення об'єму легеневої вентиляції у оперованих тварин встановлено і при спірометаграфічній

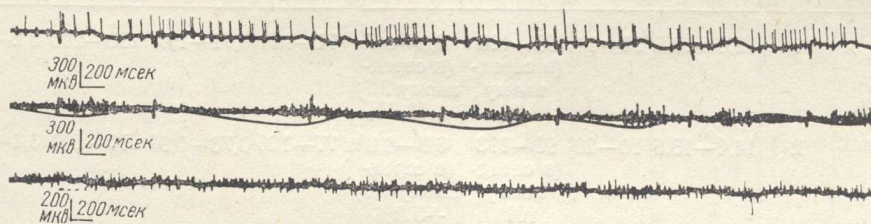


Рис. 2. Електрична активність дихальних і локомоторного м'язів після часткової церебелектомії. Собака Лохматий, через два дні після операції.

Значення осцилограм (зверху вниз): електроміограма зовнішнього міжреберного м'яза у VIII міжребер'ї зліва; електроміограма внутрішнього міжреберного м'яза в IX міжребер'ї зліва і пневмограма (на цьому ж каналі помітна наводка ЕКГ); електроміограма розгинача передньої кінцівки (m. ext. later. digit. sin.).

реєстрації дихання. Чим тяжчі і стійкіші були явища атаксії, тим довше споживання O_2 залишалось підвищеним (собака Ора). Проте й після того, як позно-рухові порушення вже не проявлялись, споживання кисню в окремих дослідах перевищувало середні показники в нормі. Чіткі коливання в споживанні кисню в окремих дослідах, проведених з інтервалом у два—чотири дні, відзначались у всіх собак після часткової церебелектомії. Результати періодичних досліджень газообміну після часткової екстирпації мозочка представлені в табл. 2.

При електроміографічних дослідженнях дихальних і локомоторних м'язів у оперованих тварин поряд з порушенням тону м'язів кінцівок відзначалось також порушення тонічної функції дихальних м'язів і співвідношення між фазами вдиху та видиху (рис. 2). Згадані порушення були більш виражені в перший період після операції.

Таблиця 2

Зміни газообміну у собак після ушкодження мозочка

Клички собак	Період після ушкодження мозочка (в місяцях)	Зміни ваги тварин (в кг)	Частота дихання	Споживання O ₂		Виділення CO ₂ за 1 хв (в мл)	Дихальний коефіцієнт	Дихальний об'єм (в мл)	Об'єм легеневої вентиляції за 1 хв (в л)
				за 1 хв (в мл)	на 1 кг ваги (в мл)				
Ора	1	19,5—19,0	14—22	96—154 (в середньому 125)	5,0—8,1 (в середньому 6,4) +6,6%	90—132	0,79—0,93	210—280	3,5—5,7
	2	22,0—20,5	16—18	152—229 (в середньому 190)	7,4—10,4 (в середньому 8,8) +46,6%	119—177	0,68—0,92	310—410	5,6—7,3
	3	21,0	16—22	132—157 (в середньому 151)	6,2—7,4 (в середньому 7,1) +18%	99—143	0,75—0,91	310—380	4,9—7,9
Лох-матий	1	15,5—16,0	15—19	133—162 (в середньому 146)	8,5—10,1 (в середньому 9,3) +38,8%	98—163	0,73—1,0	260—360	4,0—6,8
	2	17,0—17,5	17—22	116—147 (в середньому 128)	6,6—8,4 (в середньому 7,3) +8,9%	91—115	0,72—0,82	240—320	5,0—6,0
Клеопатра	1	12,0—13,5	11—14	89—118 (в середньому 101)	6,8—8,7 (в середньому 7,7) +13,2%	71—97	0,71—1,0	230—290	3,2—3,6
	2	14,0—13,5	10—20	93—113 (в середньому 101)	6,8—8,0 (в середньому 7,2) +5,8%	77—105	0,78—0,92	190—260	3,4—3,9

Примітка. Цифри із знаком + означають збільшення щодо норми в процентах.

Зовнішнє дихання і газообмін при введенні аміназину і адреналіну змінювались у наших дослідах у неоперованих собак у тому ж напрямку, що і в працях інших дослідників [6, 8]. Змін у характері реакцій на аміназин і адреналін та закономірної різниці в кількісних зрушеннях після церебелектомії нами не відзначено. Коротко спинимося на гістологічних змінах на препаратах мозку (проаналізованих І. В. Торською). У собаки Ори (вичерпування речовини мозку) в ріа mater — залишкові менінгеальні явища, в інших собак (аспірація мозочка) оболонки мозку потовщені. Незалежно від способу деструкції мозочка виявлені набряк його сірої і білої речовини, а також набряк стовбура. У мозочку Ори констатовано повне порушення цитоархітекτονіки мозочка поблизу фокуса ураження. Дифузна дистрофія усіх типів нейронів зубчастого ядра із знебарвленням і розпорошенням тигроїду і крайовим лізисом частини клітин. В довгастому мозку, крім проліферативного периваскуліту, вираженого периваскулярного набряку і проліферації глії помітно випадіння окремих клітин ретикулярної фор-

мації. Дистрофічні і ядра Бехтерева. Серед гістопатологічного вираження набряку триангулярному (сирововиливи в його ка, що прилягають до стого ядра. У стого ядрах у клітинах частини ретикулярної Ці мікроскопічні екстирпації мозочка в мозку [7]. Вод кори мозочка в сум і специфічним ефек

Після частково стерігалісь характере численними дослідженнями стато-кінетичними з'язаних з і ми всього тіла і білих кінцівок [10]. внутрімозочкові стріжня, не слід, очевид функціональних зру Глибиною та ін мозочку і стовбурі у собаки, в якій бу Водночас відомі функціональних пор лись нами. Раніше зочка залежно від йовані реакції щодо також чергування ф тонусу дихальних і лежність. За спосте новного обміну буд тивності децеребелс обміну поєднувалось нями. Електроміогра поряд зі змінами тон м'язів.

Найбільш виража загальної рухової а про те, що збільшен ховими порушеннями

1. При частковому vermiformis, lob. simplex, джується неспецифіч

мації. Дистрофічні ураження клітин рухового ядра трійчастого нерва і ядра Бехтерева, масова загибель дрібних клітин у ядрі Дейтерса. Серед гістопатологічних змін у двох інших тварин можна відзначити виражений набряк стовбура, дистрофічні зміни в ядрах Дейтерса і триангулярному (собака Лохматий). Різкий набряк мозочка і обширні крововиливи в його речовину поблизу дефекту. Атрофія листків мозочка, що прилягають до дефекту. Пікноз і тигроліз частини клітин зубчастого ядра. У стовбурі набряк, периваскулярні крововиливи. Ураження ядер у клітинах ядер слухового нерва, ядер Дейтерса і Бехтерева і частини ретикулярних нейронів (собака Клеопатра).

Ці мікроскопічні зміни аналогічні явищам, описаним раніше після екстирпації мозочка і кваліфікованим як типові посттравматичні явища в мозку [7]. Водночас атрофія і повне порушення цитоархітекτονіки кори мозочка в суміжних з дефектом ділянках є як неспецифічним, так і специфічним ефектом ушкодження мозочка.

Обговорення результатів досліджень

Після часткового зруйнування мозочка у піддослідних тварин спостерігались характерні ознаки мозочкової недостатності, описані раніше численними дослідниками [11 та інші]. Походження відзначених нами стато-кінетичних порушень можна пояснити виключенням зон мозочка, зв'язаних з регуляцією постурального тону, рівновагою, рухами всього тіла і більш дискретним контролем над діями іпсilaterальних кінцівок [10]. Проте, оскільки ураженими виявились не тільки внутримозочкові структури, а й мозкові оболонки і стовбурові утворення, не слід, очевидно, нехтувати їх можливою участю у виникненні функціональних зрушень, що настали після операції.

Глибиною та інтенсивністю неспецифічних постопераційних змін у мозочку і стовбурі і пояснюється, мабуть, тривалість проявів атаксії у собаки, в якій було проведено вицерпування, а не аспірація мозочка. Водночас відомі факти, що, на нашу думку, підкреслюють значення функціональних порушень в мозочку для генезу явищ, які спостерігались нами. Раніше було встановлено [5], що при електростимуляції мозочка залежно від ділянки подразнення виникають досить диференційовані реакції щодо інтенсивності і ритму дихальних рухів, змінюється також чергування фаз дихального циклу, і за цих умов між змінами тону дихальних і локомоторних м'язів виявляється певна взаємозалежність. За спостереженнями І. А. Баришнікова [1], підвищення основного обміну було особливо вираженим при посиленні рухової активності децеребелюваних тварин, а в наших дослідках посилення газообміну поєднувалось з післяопераційними стато-кінетичними порушеннями. Електроміографічні дослідження показали зміну ритму дихання поряд зі змінами тонічної активності як дихальних, так і локомоторних м'язів.

Найбільш виражене посилення газообміну в період підвищення загальної рухової активності тварин робить вірогідним припущення про те, що збільшення газообміну пов'язане з децеребеляційними руховими порушеннями і порушенням координації дихальних рухів.

Висновки

1. При частковому ушкодженні мозочка (при зруйнуванні *tuber vermis, lob. simplex, declive* і однієї *lob. paramedianus*), що супроводжується неспецифічними і специфічними змінами в інших відділах

мозочка і в стовбурі мозку, порушуються ритм дихання, діяльність дихальних м'язів і газообмін.

2. Зміни тонічної активності, типові для локомоторних м'язів після часткової деструкції мозочка, охоплюють дихальні м'язи; їх активність нормалізується в міру компенсації рухових розладів.

3. Споживання кисню після часткової церебелектомії підвищується щодо норми більше всього в період інтенсивних стато-кінетичних порушень, збільшуючись у середньому в межах від 6 до 47%, і лишається підвищеним, але значно меншою мірою, також після настання компенсації клінічних позно-рухових розладів.

Автор висловлює глибоку подяку проф. Б. С. Хомінському, д-ру Т. П. Верхоглядівій і ст. наук. співроб. І. В. Торській за допомогу в здійсненні гістологічного контролю цих дослідів.

Література

1. Барышников И. А.—Физиол. журн. СССР, 1946, 32, 2, 213.
2. Брейдо Г. Я.—В сб.: I Всес. совещ. по вопросам физиол. вегетат. нервной системы и мозжечка. Ереван, 1961.
3. Брейдо Г. Я.—В сб.: Вопросы физиол. вегетат. нервной системы и мозжечка, Ереван, 1964.
4. Карагедова В. С., Логинов А. А.—Труды АзГУ им. С. М. Кирова, сер. биол., VI, 1954, 189.
5. Кочерга Д. О. і Василевський В. С.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1965, 11, 2, 156.
6. Кочерга Д. О. і Хоменко Б. М.—Фізіол. журн. АН УРСР, 1965, 11, 3, 378.
7. Красуский В. К.—Журн. ВД, 1957, 7, 6, 922.
8. Ольнянская Р. П.—Кора головного мозга и газообмен, М., 1950.
9. Петрова Н. Г.—Экспер. медицина, 1939, 3, 51.
10. Chambers W. W. a. Sprague J. M.—J. comp. Neurol., 1955, 103, 1, 105.
11. Dow R. S. a. Moruzzi G.—The Physiol. a. Pathol. of the Cerebellum, Minneapolis, 1958.
12. Hormia A. L.—Amer. J. Med. Sci., 1957, 233, 6, 635.
13. Hormia A. L.—Annales Med. Int. Fenniae, 1959, 48, 63.
14. Papilan V. et Cruceanu H.—J. physiol. et pathol. gen., 1926, 24, 47.
15. Walker A. E. a. Botterell E. H.—Brain, 1937, 60, 2, 329.

Надійшла до редакції
31.XII 1965 р.

Изменения внешнего дыхания при повреждении мозжечка у собак

В. С. Василевский

Лаборатория физиологии дыхания Института физиологии им. А. А. Богомольца Академии наук УССР, Киев

Резюме

По методу Дугласа—Холдена и посредством спирометаболографии изучались внешнее дыхание и газообмен у трех взрослых собак после частичного разрушения мозжечка. У интактных и оперированных животных исследовали электрическую активность дыхательных и локомоторных мышц, а также дыхание при введении 4 мг/кг аминазина и 0,15 мг/кг адреналина до и после повреждения мозжечка. После деструкции мозжечка у животных в покое (но не в условиях основного обмена) потребление кислорода повышалось в среднем в пределах от 6 до 47%, соответственно возрастали дыхательный объем и объем легочной вентиляции. Повышение потребления кислорода было наиболее выраженным в период возрастания общей спонтанной подвижности животных. Наряду с изменением тонуса мышц конечностей и статическими наруше-

ниями у оперированных животных активности дыхательных мышц после деструкции мозжечка, а также обнаружены нарушения в деятельности тенториальных нейронов.

Change in External Respiration

Laboratory of respiratory physiology, Academy of Sciences of the USSR, Kiev

The Douglas—Haldane method and spirometabolography were used to study external respiration and gas exchange in three adult dogs after partial destruction of the cerebellum. In intact and operated animals we studied the electrical activity of respiratory and locomotor muscles, and also respiration on the introduction of 4 mg/kg aminazine as well as respiration on the introduction of 0.15 mg/kg adrenalin before and after lesion of the cerebellum. After destruction of the cerebellum in animals in the resting conditions (but not in conditions of basic metabolism) the oxygen consumption increased on an average by 6 to 47%, and correspondingly the tidal volume and the volume of pulmonary ventilation increased. The increase in oxygen consumption was most pronounced in the period of increase in the general spontaneous mobility of the animals. Along with the change in the tone of the muscles of the extremities and static disturbances in the activity of the tentorial neurons were detected.

ниями у оперированных животных отмечены изменения ритма дыхания и тонической активности дыхательных мышц. Реакции дыхания и газообмена на аминазин и адреналин после децеребелляции были такими же, как у интактных животных. Гистологически обнаружены менингеальные явления, нарушение цитоархитектоники и отек мозжечка, а также нейродистрофические изменения в некоторых ядрах ствола и ретикулярных нейронах.

Change in External Respiration on Lesion of the Cerebellum in Dogs

V. S. Vasilvesky

*Laboratory of respiration physiology of the A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev*

Summary

The Douglas—Haldane method and spirometabolography were used to study the external respiration and respiratory metabolism in three adult dogs after partial destruction of the cerebellum. The electric activity of the respiratory and locomotor muscles, as well as respiration on administering 4 mg/kg of aminasin and 0.15 mg/kg of adrenalin before and after lesion of the cerebellum, was investigated in intact and operated animals. After destruction of the cerebellum in animals at rest (but not under basal metabolism conditions) the oxygen consumption increased on the average from 6 to 47%, the respiratory volume and the lung ventilation volume increasing correspondingly. The rise in oxygen consumption was most pronounced in the period of increase in the general spontaneous mobility of the animals. Along with the change in limb muscle tone and static disturbances in the operated animals changes were noted in the rhythm of respiration and the tonic activity of the respiratory muscles. The reaction of respiration and gas-exchange to aminasin and adrenalin after decerebellation were the same as in the intact animals. Meningial manifestations, cytoarchitonic disturbance and edema of the cerebellum, as well as neurodystrophic alterations in some nuclei of the stem and reticular neurons were detected histologically.