

Про вплив гіпоксії на інтероцептивні рефлекс

Р. З. Позднякова

Лабораторія фізіології і патофізіології високогір'я Інституту крайової медицини Академії наук Киргизької РСР, м. Фрунзе; Лабораторія порівняльної і вікової фізіології Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця Академії наук УРСР, Київ

«Ми доти не пізнаємо повного ходу тваринної машини, хоч би й знали її окремі частини, поки не познайомимось ґрунтовно із спеціальною подразливістю периферичних закінчень усіх доцентрових нервів, поки не відшукаємо в усіх випадках тих особливих факторів механічного, хімічного й іншого характеру, які збуджують ті чи інші периферичні закінчення».

Це висловлювання І. П. Павлова стало своєрідною програмою для вивчення питань, присвячених проблемі рецепції.

І тепер уже не викликає найменшого сумніву існування інтероцепторів майже в усіх внутрішніх органах, тканинах і судинах організму. Тимчасом як у нормальних фізіологічних умовах інтероцептивні рефлекс досліджені досить детально, в умовах гіпоксії цьому питанню присвячені нечисленні праці, хоч дія зміненого зовнішнього і внутрішнього середовища насамперед зв'язана з впливом зміненого напруження газів саме на рецептори і, передусім, на хеморецептори кровоносної системи.

Р. А. Димшиць і Л. С. Машкевич (1952), Е. Ш. Айрапетянц і В. Н. Зворикін (1952), Т. В. Попова (1952, 1955), М. Д. Чиркін (1955, 1958), М. Д. Гедеванішвілі (1956), проводячи свої дослідження в умовах кисневої недостатності, викликаній різноманітними способами (барокамера, газові суміші, затиснення трахеї, метгемоглобінемія, отруєння KCN і ішемія), показали, що в умовах гіпоксії інтероцептивні рефлекс зазнають змін.

При кисневому голодуванні незначних ступенів рефлекторні реакції з інтероцепторів, як правило, посилюються. Гіпоксія більш значного ступеня призводить до пригнічення реакцій-відповідей, причому, як відзначив М. Д. Гедеванішвілі, насамперед випадає чутливість хеморецепторів.

В. М. Черніговський і співробітники також спостерігали посилення рефлекторної відповіді з інтероцепторів кінцівки собаки, ішемізованої затисненням стегнової артерії.

Добре відомо, що перев'язка артерії викликає глибоку і тривалу ішемію у відділах, розташованих дистальніше і, як наслідок цього, мабуть, підвищується збудливість інтероцепторів в ділянці, позбавленій нормального кровопостачання. Цей факт, на думку В. М. Черніговського, лежить в основі посилення рефлекторної відповіді, відзначеного в дослідженнях його співробітників.

Завдання цієї роботи полягало у вивченні рефлекторної відповіді

при подразнюванні інтероцепторів кінцівки собаки в умовах кисневого голодування, спричиненого повним припиненням кровопостачання кінцівки.

Методика досліджень

Експерименти були поставлені на 20 наркотизованих собаках. Виутрієнно вводили тіопентал натрію до настання бажаної інтенсивності наркозу. У собак з одного боку розтинали стегнову артерію для реєстрації кров'яного тиску. На другій задній кінцівці провадили кругове перерізання шкіри і м'язів в ділянці тазостегнового суглоба. Відділяли і самі кістки. Зберігали неушкодженими основні нервові стовбури, стегнову артерію і вену.

Для подразнення інтероцепторів цієї кінцівки застосовували молочну кислоту в концентраціях від 0,001%-ного до 1%-ного розчину. Цей подразник, завжди в кількості 2 мл, вводили в стегнову артерію в нормі і негайно (через 2—3 хв.) після накладення тимчасового затискача на артерію, а також на фоні ішемії, викликаній затисненням стегнової артерії.

Ступінь кисневого голодування тканин був різний і залежав від часу припинення кровопостачання кінцівки.

В наших дослідках стегнову артерію стискали на різний час — від 10 до 90 хв. Порядок введення розчинів у дослідках був такий, що після кожного застосування подразника із стегнової артерії знімали затискач, і кінцівка протягом 8—10 хв. мала нормальне кровопостачання, після чого знову на певний час виключали надходження крові у кінцівку і подразнювали інтероцептори.

Про зміну чутливості хеморецепторів кінцівки собаки в умовах гіпоксії ми судили із зміни цієї порогової концентрації розчину молочної кислоти, яка викликала реакцію артеріального тиску і дихання.

Дихання записували за допомогою пневмографа.

В іншій серії дослідів було поставлене завдання показати рефлекторний характер спостережуваних реакцій. Для цього була застосована методика перехресного кровообігу, коли досліджувану кінцівку собаки-реципієнта постачали кров'ю собаки-донора. Стік використаної крові від ізольованої кінцівки відбувався також до другого собаки.

В дослідках цієї серії були використані ті самі подразники, які вводили за тим самим методом, що й у попередніх дослідках (у стегнову артерію ізольованої кінцівки собаки-реципієнта).

Артеріальний тиск і дихання записували в обох собак.

Результати досліджень

Результати, одержані нами в дослідках першої серії, показали, що поріг збудливості хеморецепторів кінцівки в нормі і в умовах викликаній нами циркуляторної гіпоксії різний. Ця різниця в порогових концентраціях відображена на рис. 1, з якого видно, що в нормі, тобто в умовах нормального кровопостачання кінцівки, порогова концентрація подразника, введення якого викликає реакцію-відповідь з хеморецепторів, вища (від 0,01 до 1,0%), ніж в умовах ішемії, спричиненої 10—15-хвилинним затисненням стегнової артерії. В останньому випадку порогова концентрація коливається в межах від 0,005 до 0,05% розчину.

Нижче наводимо кімограми деяких дослідів.

На рис. 2 показано, що той самий подразник, введений в нормі і в умовах короточасної ішемії, викликає різні за величиною і тривалістю реакції-відповіді. Пороговою концентрацією в нормі в даному досліді виявився 0,1%-ний розчин кислоти. Його вплив на хеморецептори кінцівки викликає зниження артеріального тиску на 10 мм рт. ст., який нормалізувався через 42 сек. Дихання при цьому також зазнало зміни — настала нетривала дихальна пауза. Введення цього порогового подразника (0,1%-ний розчин) в ішемізовану кінцівку викликало зміну артеріального тиску на значно більшу величину, ніж в нормі. Якщо в останньому випадку артеріальний тиск знизився лише на 10 мм рт. ст., то в умовах виключеного на 10 хв. кровопостачання кінцівки собаки депресорна реакція становила 20 мм рт. ст., і нормалізувався тиск через 60 сек. Дихання також зазнало більших змін, ніж у нормі.

Ще переконливіше це показано на рис. 3, на якому дуже виразно продемонстрована порогова концентрація молочної кислоти, яка викликає реакцію-відповідь з хеморецепторів у нормі. В даному досліді та-

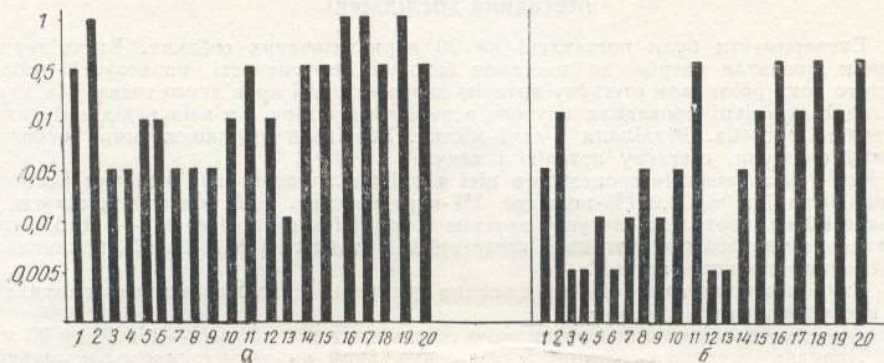


Рис. 1. Порогові концентрації розчинів, які викликають реакцію-відповідь з інтероцентрів кінцівки:

a — в нормі, *б* — в умовах 10—15-хвилинної ішемії.

По горизонталі — кількість дослідів; по вертикалі — порогова концентрація розчину в %.

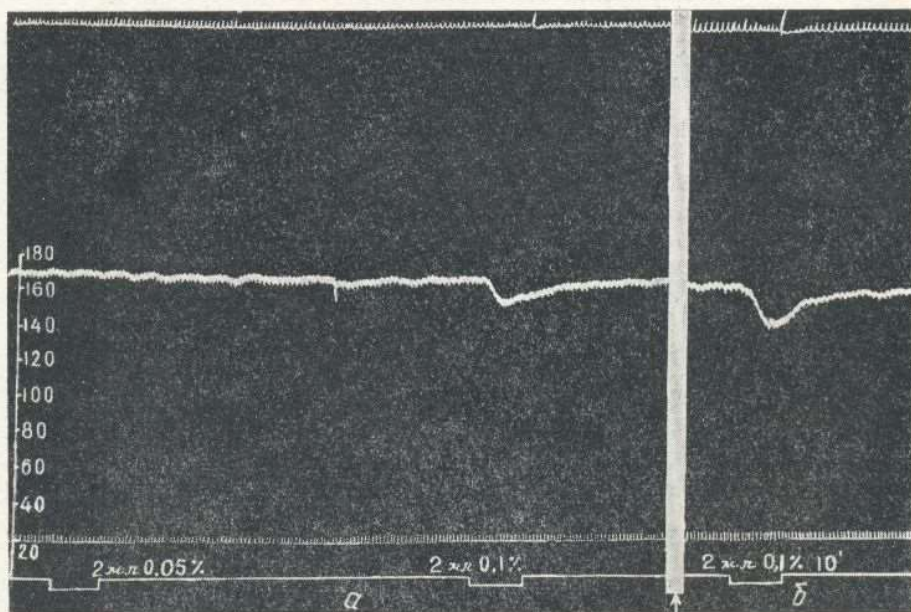


Рис. 2. Рефлекторна реакція артеріального тиску і дихання при подразненні інтероцентрів кінцівки собаки в умовах циркуляторної гіпоксії:

a — введення подразника в нормі, *б* — в умовах 10-хвилинної ішемії.

кою пороговою концентрацією виявився 0,1%-ний розчин молочної кислоти, введення якого викликало реакцію артеріального тиску. При першому застосуванні порогового подразника ми відзначили двофазну реакцію: підвищення артеріального тиску на 18 мм рт. ст. при дальшому зниженні його на 20 мм рт. ст. При повторному введенні подразника

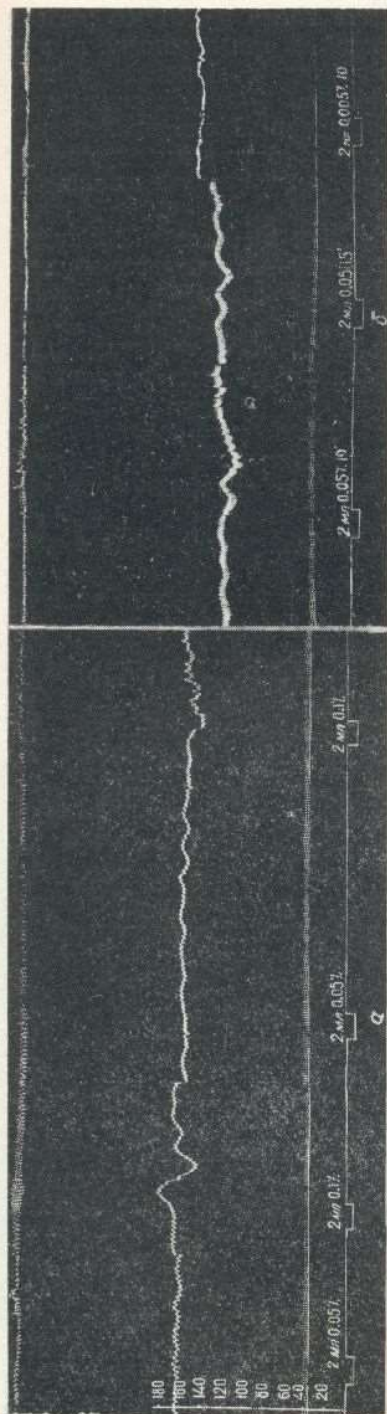


Рис. 3. Рефлекторна зміна артеріального тиску і дихання при подразненні інтероцепторів кінцівки:
а — в нормі, б — в умовах 10—15-хвилинної ішемії.

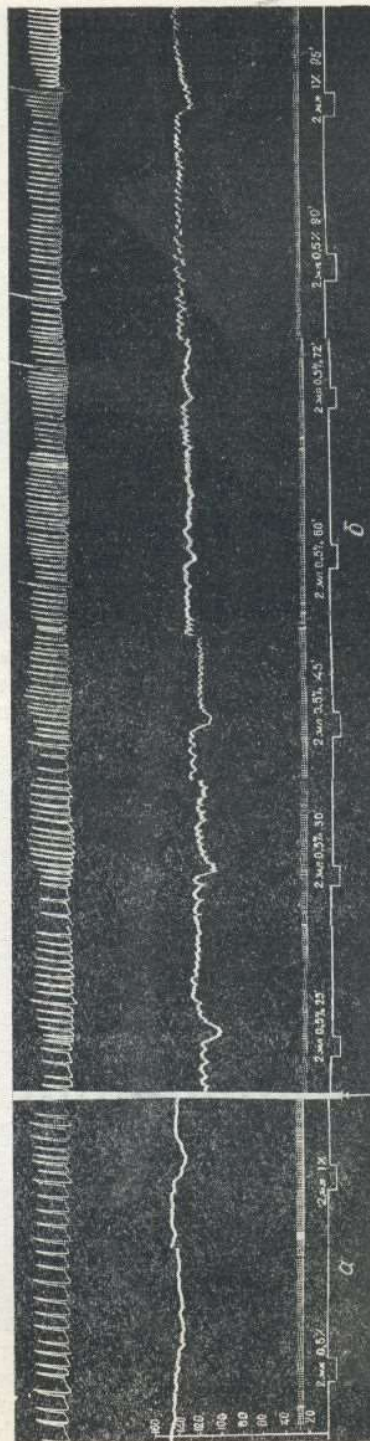


Рис. 4. Рефлекторна зміна артеріального тиску і дихання при подразненні інтероцепторів кінцівки:
а — в нормі, б — в умовах 25-хвилинної ішемії.

спостерігалось тільки зниження артеріального тиску на 18 мм рт. ст., тимчасом як подразник 0,05%-ної концентрації ні при першому, ні при повторному введенні не викликав у відповідь будь-якої реакції з інтероцепторів кінцівки. Але той самий подразник (0,05%-ний) в інших умовах — при ішемії викликав чітку реакцію-відповідь. При виключеному кровопостачанні кінцівки (артерія затиснута на 10 хв.) ми спостерігали зниження артеріального тиску на 18 мм рт. ст., а при затисненні артерії на 15 хв. — на 16 мм рт. ст.

Для контролю нами були поставлені досліди на інтактній кінцівці собаки. При виключенні її кровопостачання на 10—15 хв. поріг збудливості інтероцепторів виявився зниженим, як і в дослідах з «ізолюваною» кінцівкою.

Отже, результати наших дослідів дають можливість твердити, що в початковій стадії циркуляторної або застійної гіпоксії поріг збудливості хеморецепторів знижується.

Крім того, нам вдалося встановити, що при більш глибокому ступені гіпоксії, викликаній виключенням кровопостачання на тривалий час (50—90 хв.), реакція на пороговий подразник звичайно була відсутня.

На рис. 4 видно, що пороговою концентрацією кислоти, яка викликала зміну артеріального тиску і дихання в нормі у цього собаки, виявився 1%-ний її розчин. Депресорна реакція при його впливі на інтероцептори становила 12 мм рт. ст. Розчин 0,5%-ної концентрації, який в нормі не викликав ніякої зміни артеріального тиску і дихання, в умовах ішемії (артерію затискували на 25 хв.) викликав зниження артеріального тиску на 16 мм рт. ст. Депресорна реакція артеріального тиску при введенні розчину 0,5%-ної концентрації спостерігалась також при ішемії, що триває 30; 45 хв. При циркуляторній гіпоксії уже тривалістю в 60 і 72 хв. реакція у відповідь на подразнення хеморецепторів була погано виражена і зовсім була відсутня при 90-хвилинній гіпоксії. Але, як видно з рис. 3, введення в умовах тривалої гіпоксії (95 хв.) подразника більшої концентрації — 1%-ного розчину — знову викликало чітко виражену реакцію артеріального тиску і дихання у відповідь на подразнення тих самих хеморецепторів. В даному випадку тиск знизився на 16 мм рт. ст. Зміна дихання, яка полягала в зменшенні амплітуди дихальних рухів, була короткочасною.

Отже, одержані нами дані дозволяють зробити висновок, що більш тривале виключення кровообігу, яке призводить до кисневого голодування тканин більш глибокого ступеня, пригнічує реакцію з хеморецепторів кінцівки на введенний подразник.

Наші дані показали, що при повній денервації кінцівки, якої досягали шляхом перерізання усіх нервових стовбурів, реакція-відповідь на введення подразника зовсім була відсутня (рис. 5). Навіть подразник 1%-ної концентрації в цих умовах не викликав будь-яких змін ні артеріального тиску, ні дихання.

Можуть виникнути деякі сумніви щодо рефлекторного характеру реакції-відповіді, чи не здійснює в наших дослідах подразник гуморального впливу безпосередньо на центри, проте це припущення спростовується рядом фактів: малим латентним періодом реакції-відповіді, відсутністю реакції на введення подразника при денервації кінцівки. Проведені досліди з перехресним кровопостачанням дають цілковите право вважати реакцію-відповідь рефлекторною.

На рис. 6 показано, що введення 2 мл молочної кислоти викликало реакцію артеріального тиску і дихання у собаки-реципієнта, тоді як у собаки-донора таке введення не викликало будь-яких помітних змін

артеріального
15 мл в арт
і дихання.



Рис. 5. Відс



Рис. 6. Дослід
хв

Отже, с
незначного с

артеріального тиску і дихання. Проте подразник, введений в кількості 15 мл в артерію собаки-реципієнта, викликав зміну кров'яного тиску і дихання, навпаки, у собаки-донора.

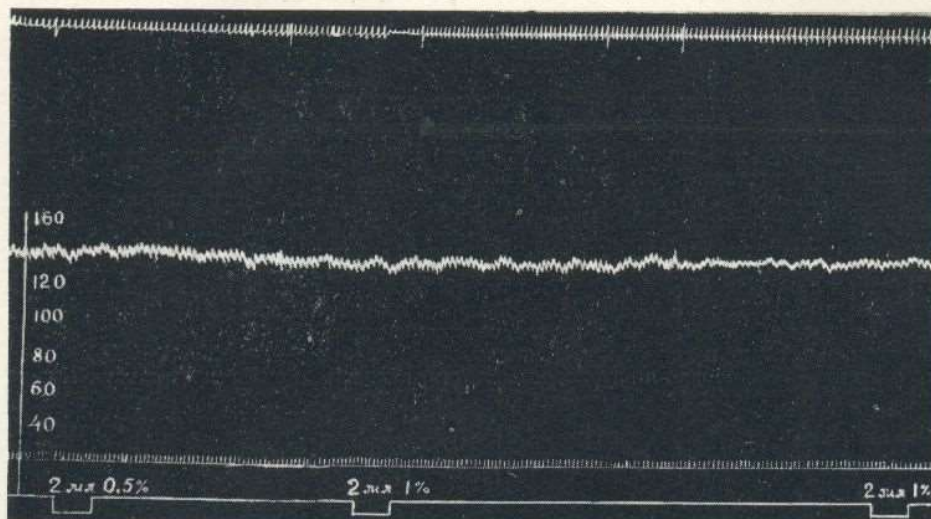


Рис. 5. Відсутність реакції-відповіді при подразненні інтероцепторів денервованої кінцівки.

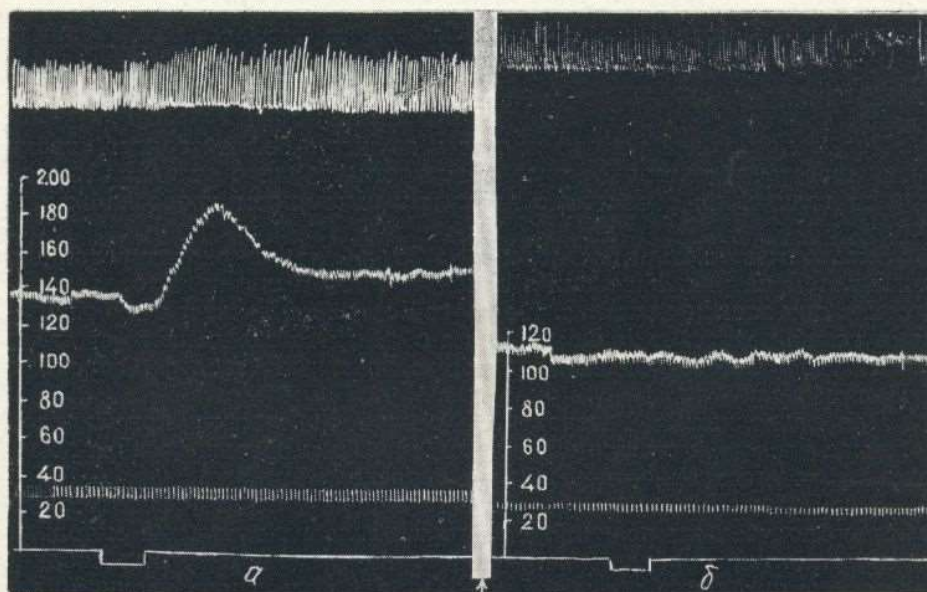


Рис. 6. Дослід з перехресним кровообігом. Рефлекторна зміна артеріального тиску і дихання при подразненні інтероцепторів «ізолюваної» кінцівки:

а — собака-реципієнт, б — собака-донор.

Отже, одержані під час дослідів результати показали, що гіпоксія незначного ступеня супроводжується посиленням інтероцептивних реф-

лексів, тимчасом як більш глибока гіпоксія, навпаки, призводить до пригнічення реакції з інтероцепторів.

Ми вважаємо, що в основі цих порушень лежить зміна чутливості самих інтероцепторів до введених подразників в умовах кисневого голодування.

ЛІТЕРАТУРА

- Айрапетьянц Э. Ш. и Зворыкин В. Н., в кн. «Вопросы физиологии и интероцепции», Изд-во АН СССР, М. — Л., 1952, с. 37.
 Гедевановишвили М. Д., Труды кафедры операт. хирургии и топогр. анатомии, Грузмедгиз, 1956, т. I, с. 227.
 Дымшиц Р. А. и Машкевич Л. С., в кн. «Кислородная терапия и кислородная недостаточность», Изд-во АН УССР, 1952, с. 71.
 Попова Т. В., Бюлл. exper. биол. и мед. № 6, 1955, с. 32; в кн. «Вопросы физиологии интероцепции», Изд-во АН СССР, в. I, 1952, с. 469.
 Павлов И. П., Полн. собр. соч., Изд-во АН СССР, т. II, 1946, с. 73.
 Черниговский В. Н., Интероцепторы, Медгиз, 1960.
 Чиркин М. Д., Тезисы докладов научной конф. по физиологии и патологии дыхания, гипо- и гипероксии и кислородной терапии, Изд-во АН УССР, 1955, с. 217; в кн. «Физиология и патология дыхания, гипоксия и оксигенотерапия», Изд-во АН УССР, 1958, с. 126.

Надійшла до редакції
22. VI 1961 р.

О влиянии гипоксии на интероцептивные рефлексы

Р. З. Позднякова

Лаборатория физиологии и патофизиологии высокогорья Института краевой медицины Академии наук Киргизской ССР, г. Фрунзе; Лаборатория сравнительной и возрастной физиологии Института физиологии им. А. А. Богомольца Академии наук УССР, Киев

Резюме

Целью настоящей работы является изучение рефлекторного ответа при раздражении интероцепторов конечности собаки в условиях кислородного голодания, вызванного полным исключением кровоснабжения конечности.

Эксперименты были поставлены на 20 собаках, наркотизированных тиопенталом натрия. У собаки с одной стороны вскрывали бедренную артерию для записи давления. На другой задней конечности производили круговую перерезку кожи и мышц в области тазобедренного сустава. Сохранялись неповрежденными основные нервные стволы, бедренная артерия и вена.

Для раздражения интероцепторов этой конечности применялась молочная кислота, которую вводили в бедренную артерию в норме и на фоне ишемии, созданной пережатием бедренной артерии.

В другой серии опытов преследовалась цель показать рефлекторный характер полученных реакций. Для этого была использована методика перекрестного кровообращения. При этом изучаемая конечность собаки-реципиента питалась кровью собаки-донора. Отток использованной крови от изолированной конечности происходил также ко второй собаке.

Полученные нами результаты показали, что незначительная степень гипоксии вызывает усиление интероцептивных рефлексов, в то время как более глубокая стадия гипоксии, наоборот, приводит к угнетению реакции с интероцепторов.

Про вплив

Лабораторія ком-
і дихання Інст-

Ознайомле-
декортикації н-
зує, що це пит-
ного досліду,
були застосова-
сон, 1954, 1958
судинної систе-
специфічних на-
Раніше пр-
датко, 1959) по-
тикації не завя-
ми поставили с-
системи і диха-
ликих півкуль
зону компенса-
долі гіпофіза -
1958, та ін.), х-

Досліди були
тварин до операці-
ний тиск. Кров'яні
встановлювали ви-
венно вводили піт-
дихання визначали
після ін'єкції горм-
на 1 кг ваги). Дея-
раніше описаною
дослідів на 45 твар-
ликів, яких обслі-
тій серії — 9 норм-
ного тиску і дихан-
бічну і двобічну де-
кість кроликів з

Введення
од. на 1 кг ваг-
щення артеріал-
кров'яний тиск
випадків вихідн-
Далі кров'яні
максимальної
Підвищення ар-
тварин було о-