

Про вплив високогірного клімату на серцево-судинну систему

М. В. Ільчевич і М. А. Кондратович

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

В горах на організм людини впливає комплекс факторів, які призводять до зміни ряду фізіологічних функцій. Система кровообігу, як тісно пов'язана з діяльністю різних систем організму, досить активно реагує на зміни навколишнього середовища. Отже, вивчення функцій апарата кровообігу в різних кліматичних умовах набуває важливого значення.

Кров'яний тиск, пульс і дихання в умовах гір були предметом вивчення багатьма вітчизняними і зарубіжними авторами (Третьяков, Годен, Уйгерс, Биков, Верещагін і Болдирев, Мінут-Сорохтіна, Грегг, Галжієв та ін.). Проведені дослідження привели до різних висновків. Деякі дослідники спостерігали зниження кров'яного тиску під час перебування в горах, інші — його підвищення при сходженні на висоту. Немає такої спільної думки в оцінці значення порушень рівня кров'яного тиску на висотах. Більшість дослідників, що спостерігали підвищення кров'яного тиску, вважають це зрушення одним з проявів компенсаторної реакції серцево-судинної системи на зниження парціального тиску кисню.

Значний інтерес становить експериментальне вивчення різних форм патології серцево-судинної системи в умовах гіпоксії. Цьому питанню присвячено небагато праць (Смирнов, Мітерев, Гуревич і Квітницька та ін.), які були проведені в лабораторних умовах. В сучасній літературі нам відома лише одна робота Алієва, виконана в умовах високогір'я. Автор вивчав вплив високогір'я (Киргизія) на розвиток і перебіг експериментальної ниркової гіпертонії, викликаної стискуванням нирковою капсулою. Автор зазначає, що перебування на висоті 1800 м і 3200 м позитивно впливає на перебіг гіпертонії. Так, у чотирьох собак в умовах висоти 1800 м, а у восьми собак в умовах висоти 3200 м високий артеріальний тиск знизився до норми і досить довго залишався на цьому рівні. Автор вважає, що чим більша висота, тим повільніше розвивається гіпертонія і швидше нормалізується рівень артеріального тиску.

Наші дослідження були проведені під час Ельбруської експедиції Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця Академії наук УРСР. Метою досліджень було вивчення в динаміці деяких показників функціонального стану серцево-судинної системи під впливом високогірного клімату у собак з експериментальною нирковою гіпертонією та експериментальною недостатністю вільцевого кровообігу. Ниркову гіпертонію викликали накладанням розрізних срібних кілець на ниркові артерії, а вільцеву недостатність — шляхом накладання лігатури на середню третину ниркової гілки лівої вільцевої артерії серця.

В дослідках були використані дві собаки — з вільцевою недостатністю кровообігу та з нирковою гіпертонією. В Києві (191 м над рівнем моря) експериментальну серцево-судинну недостатність сліджували чотири рази: до висотної бази (3900 м) і після сходження в Київ собаки знову встановили нормальний тиск (максимальний і мінімальний) і ритмичний синус.

У всіх піддослідних собак на висоту прискорювався ритм серця.

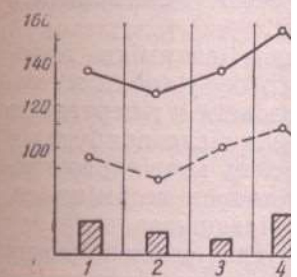


Рис. 1. Собака Жучка. Крива артеріального тиску та синусового ритму. 1 — в Києві; 2 — на висоті 2000 м; 3 — на висоті 3900 м; 4 — на висоті 2000 м. Лінійні графіки — максимальний тиск; пунктирні графіки — мінімальний тиск; стовпчик — середній тиск.

тварин мав свої особливості. Невелике прискорення ритму серця в умовах гіпоксії. Різка збільшення частоти серцевих скорочень з експериментальною гіпертонією у цих тварин спостерігалась із сходженням на висоту.

Вивчення динаміки артеріального тиску показало закономірне протікання процесів адаптації до нових особливостей середовища. Нам виявити не вдалося.

У контрольній тварині після прибуття в Терскол зміни артеріального тиску на висоті (3900 м над рівнем моря) не відбулися. Після сходження на висоту тиск встановився на висотному рівні. Судинна система на різних етапах перебування адаптувалась до зниження. Водний баланс підвищився і зберігався.

Перев'язка нижніх кінцівок впливала на рівень артеріального тиску в різних умовах. У однієї тварини тиск на різних висотах змінювався.

В дослідках були використані шість собак, з яких три — з нирковою гіпертонією, два — з вінцевою недостатністю і один — для контролю. У всіх собак в шкірну петлю були виведені обидві спільні сонні артерії.

В Києві (191 м над рівнем моря) тварин досліджували двічі: до викликання експериментальної серцево-судинної патології та після операції. В експедиції тварин досліджували чотири рази: в Терсколі (2000 м), на Новому Кругозорі (3200 м), на Льодовій базі (3900 м) і після спуску в Терскольський табір. Через місяць після повернення в Київ собаки знову були досліджені. У піддослідних тварин вивчали кров'яний тиск (максимальний і мінімальний), пульс, дихання, рефлекс на зниження тиску в каротидному синусі й електрокардіограму.

У всіх піддослідних собак ритм серцевої діяльності з підйоманням на висоту прискорювався. Проте, характер змін ритму серця у різних

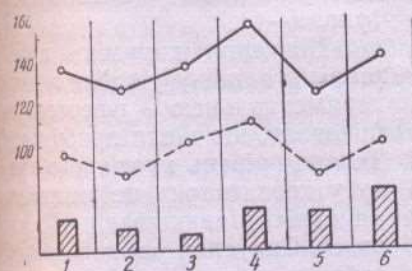


Рис. 1. Собака Жучка. Контроль. Динаміка артеріального тиску в мм рт. ст. і величини синусного рефлексу.

1 — в Києві; 2 — на висоті 2000 м; 3 — 3200 м; 4 — 3900 м; 5 — 2000 м; 6 — в Києві. Суцільна лінія — максимальний тиск; пунктирна — мінімальний тиск; стовпчики — величина синусного рефлексу.

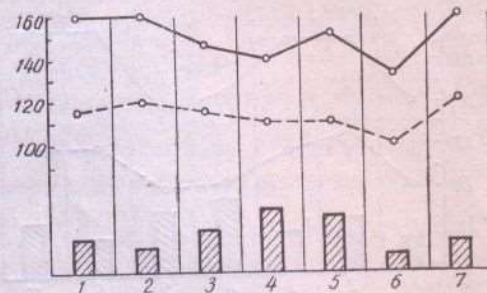


Рис. 2. Собака Тарзан. Вінцева недостатність. Динаміка артеріального тиску в мм рт. ст. і величини синусного рефлексу.

1 — до операції; 2 — після операції; 3 — на висоті 2000 м; 4 — 3200 м; 5 — 3900 м; 6 — 2000 м; 7 — в Києві. Інші позначення такі самі, як і на рис. 1.

тварин мав свої особливості. Так, у контрольного собаки спостерігалось невелике прискорення ритму, яке досягало найбільшої частоти на Льодовій базі (3900 м). У тварин з вінцевою недостатністю прискорення ритму серця в умовах гір було дещо більшим, ніж у контрольного тварини. Різке збільшення частоти скорочень серця відзначалось у собак з експериментальною нирковою гіпертонією. Досить виразна тахікардія у цих тварин спостерігалась уже в Терсколі, вираженість її збільшувалась із сходженням на Кругозір і на Льодову базу.

Вивчення динаміки частоти дихання при сходженні на Ельбрус показало закономірне прискорення його в усіх шести собак. Будь-яких істотних особливостей змін характеру дихання у тварин різних груп нам виявити не вдалося.

У контрольного тварини (рис. 1) рівень артеріального тиску після прибуття в Терскол змінився мало. І тільки при піднятті на значну висоту (3900 м над рівнем моря) було констатовано деяке підвищення кров'яного тиску. Після повернення в Терскол максимальний і мінімальний тиск встановився на вихідному рівні. Рефлекторна відповідь серцево-судинної системи на зниження тиску в каротидному синусі на початкових етапах перебування тварини в умовах високогір'я проявила тенденцію до зниження. Водночас на Льодовій базі величина синусного рефлексу підвищилась і залишалась на такому рівні протягом тривалого часу.

Перев'язка низхідної гілки лівої вінцевої артерії істотно не впливала на рівень артеріального тиску у піддослідних собак в лабораторних умовах. У однієї тварини (Альма) з вінцевою недостатністю кров'яний тиск на різних висотах не змінювався. У другої — Тарзана (рис. 2)

в міру піднімання на висоту спостерігалась виразна тенденція до зниження як максимального, так і мінімального артеріального тиску. Після повернення в Київ кров'яний тиск досяг вихідного рівня.

Дослідження, проведені нами раніше, як і літературні дані, свідчать про зниження рефлекторної збудливості серцево-судинної системи після перев'язки великої гілки кровоносної системи серця (Аронова, Козак та Ільчевич, Фролькіс) (рис. 2—1, 2). Під час перебування на висотах тварини з вінцевою недостатністю динаміка синусного рефлексу відрізняється від аналогічних показників у нормальної тварини. Так у собаки Тарзана при сходженні на висоту величина синусного рефлексу збільшувалась, досягаючи найвищого рівня на висоті 3200 м, а після

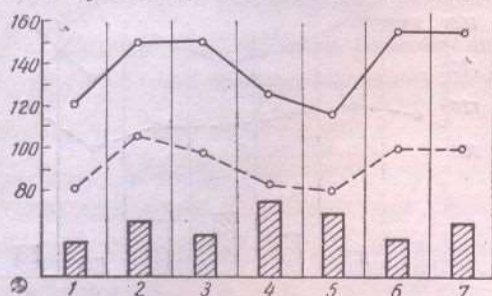


Рис. 3. Собака Пальма. Ниркова гіпертонія. Всі позначення такі самі, як і на рис. 2.

вою гіпертонією спостерігалось зниження кров'яного тиску на 25—40 мм рт. ст. Водночас значно (в 1,5—2 рази) збільшилась величина рефлексу на зниження тиску в каротидному синусі (рис. 3—4). На Льодовій базі кров'яний тиск у собак ще більше знизився. Синусний рефлекс на цій висоті (рис. 3—5) зменшився, наближаючись до величин, виявлених у Терсколі.

Після спуску в Терскол у всіх собак з нирковою гіпертонією рівень кров'яного тиску досягав величин, близьких до одержаних під час першого вимірювання в Терсколі.

Слід підкреслити, що вимірювання кров'яного тиску на висотах проводилось двічі: через годину після підняття на висоту і наступного дня. Результати цих вимірів істотно відрізняються між собою. В усіх собак зразу ж після підняття на Льдову базу (3900 м) спостерігалось підвищення кров'яного тиску, що, можливо, зв'язано з надмірним фізичним навантаженням, якого зазнають тварини під час важкого високогірного підйому. Особливо різко підстрибнув кров'яний тиск у собак з експериментальною нирковою гіпертонією. Так, у собаки Пальми артеріальний тиск підвищився до 180 мм рт. ст., проте наступного дня рівень його знизився до 120 мм рт. ст. (рис. 3). В інших собак кров'яний тиск, виміряний на завтра після підняття, був значно нижчим, ніж при першому вимірюванні (через годину після підняття). Ураховуючи можливу роль важкого фізичного навантаження в розходженні величин кров'яного тиску при дворазовому вимірюванні на тій самій висоті, ми орієнтувались на показники, одержані при вимірюванні на завтра після прибуття на задану висоту. Ці дані наведені в рисунках.

При розгляді рис. 3 привертає увагу такий цікавий факт: з підняттям на висоту 3200—3900 м величина синусного рефлексу збільшується, а рівень кров'яного тиску знижується. Зміни синокаротидного, як і ряду інших судинних рефлексів, в динаміці розвитку ниркової гіпертонії детально описані М. М. Горевим при дослідженні тварин у лабораторних

умовах. При цьому були судинних рефлексів доз рухового центра піддосл судинорухового центра тного тиску в них змінюю щуючись у ранні періоди тому місяці перебігу ни між цими показниками. чається за величиною без а рівень кров'яного тиску збудження судинорухово ходження пояснюється ти бувається стійке включе ває і надалі в напрямі п

В наших дослідах із бачити, що з піднімання центра, який визначався як збудливість судинорунокоротидних пресорних

Виявлені дані безпер гірного клімату. Їх не м витку гіпертонії, оскільки ною гіпертонією, коли вж нем кров'яного тиску і в

Підвищення збудлив люють судинний тонус і свідчить про те, що зниж пертонією в умовах висс функціонального стану ц ливості судинорухового і сприяти підвищенню кро ним припущення про пер кров'яного тиску у собак

Вивчення конкретної інтерес і потребує дальш

Алєєв М. А., Матеріа гии, Баку, 1958.

Аронова Г. Н., Булл. е Верещагин Н. К., Бс и ВИЭМ в 1934 и 1935 гг., М.—

Гаджиев Н. А., Матер логи, Баку, 1958.

Горев Н. Н., Очерки изу Гуревич М. И. и Кс логи и патологии дыхания, 19

Козак В. А. і Ільче Минут-Сорохтина бiol. наук, 58, 3, 1940, с. 99.

Митерев Ю. Г., Терап. Смирнов А. И., Сб. «Гі Фролькіс В. В., Реф системи, К., 1959.

Theilen E. O., Gregg

умовах. При цьому було встановлено, що зміни величини безумовних судинних рефлексів дозволяють судити про стан збудливості судинорухового центра піддослідних тварин. Виявлено також, що збудливість судинорухового центра тварин з нирковою гіпертонією і рівень кров'яного тиску в них змінюються в одному напрямі, особливо різко підвищуючись у ранні періоди розвитку гіпертонії. Тільки на четвертому-п'ятому місяці перебігу ниркової гіпертонії спостерігається розбіжність між цими показниками. Збудливість судинорухового центра, яка визначається за величиною безумовних судинних рефлексів, дещо знижується, а рівень кров'яного тиску, з показників якого можна судити про ступінь збудження судинорухового центра, продовжує підвищуватись. Це розходження пояснюється тим, що на даному етапі розвитку гіпертонії відбувається стійке включення ниркового пресорного фактора, який впливає і надалі в напрямі підвищення кров'яного тиску.

В наших дослідях із собаками з нирковою гіпертонією можна було бачити, що з підніманням на висоту рівень збудження судинорухового центра, який визначався величиною кров'яного тиску, знижується, тоді як збудливість судинорухового центра, яка визначалась величиною синотриггерних рефлексів, збільшується.

Виявлені дані безперечно являють собою результат впливу високогірного клімату. Їх не можна поставити в залежність від строку розвитку гіпертонії, оскільки досліди провадилися на тваринах з двомісячною гіпертонією, коли вже створюються зовсім інші відношення між рівнем кров'яного тиску і величиною безумовних судинних рефлексів.

Підвищення збудливості центральних нервових апаратів, які регулюють судинний тонус при сходженні піддослідних тварин на висоту, свідчить про те, що зниження кров'яного тиску у собак з нирковою гіпертонією в умовах високогір'я не можна пояснити тільки змінами функціонального стану центральної нервової системи. Збільшення збудливості судинорухового центра у собак з нирковою гіпертонією мало б сприяти підвищенню кров'яного тиску, а не навпаки. Тому стає вірогідним припущення про певну роль периферичних механізмів у зниженні кров'яного тиску у собак з нирковою гіпертонією в умовах високогір'я.

Вивчення конкретної ролі цих механізмів становить незаперечний інтерес і потребує дальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

- Алиев М. А., Материалы 1-й Кавказской конфер. по проблемам пат. физиологии, Баку, 1958.
Аронова Г. Н., Бюлл. exper. биол. мед., 35, 4, 1953, с. 20.
Верещагин Н. К., Болдырев В. Б., Труды Эльбурской экспед. АН СССР и ВИЭМ в 1934 и 1935 гг., М.—Л., 1936.
Гаджиев Н. А., Материалы 1-й Кавказской конфер. по проблемам пат. физиологии, Баку, 1958.
Горев Н. Н., Очерки изучения гипертонии, 1959.
Гуревич М. И. и Квитницкий М. Е., Тезисы докл. на конфер. по физиологии и патологии дыхания, 1955.
Козак В. А. і Ільчевич М. В., Фізіол. журн. АН УРСР, V, 4, 1959.
Минут-Сорохтина О. П., Раева Н. В. и Степанов И. Н., Архив биол. наук, 58, 3, 1940, с. 99.
Митерев Ю. Г., Терап. архив, 4, 1953.
Смирнов А. И., Сб. «Гипоксия», 1958.
Фролькис В. В., Рефлекторная регуляция деятельности сердечно-сосудистой системы, К., 1959.
Theilen E. O., Gregg D. E., Circulation, 12, 3, 1955, 383.

Надійшла до редакції
18.I 1960 р.

О влиянии высокогорного климата на сердечно-сосудистую систему

Н. В. Ильчевич и М. А. Кондратович

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

Резюме

Цель настоящего исследования заключалась в изучении влияния высокогорного климата на состояние сердечно-сосудистой системы у собак с экспериментальной почечной гипертензией, вызванной наложением сдавливающих колец на почечные артерии, и экспериментальной недостаточностью коронарного кровообращения, вызванной перевязкой нисходящей ветви левой венечной артерии в средней ее трети. Животные были исследованы в Киеве дважды — до и после операции по вызыванию экспериментальной патологии сердечно-сосудистой системы, многократно на разных высотах Эльбруса и по возвращении в Киев.

Изучение кровяного давления и синусового рефлекса у собак с экспериментальной почечной гипертонией показало, что в Терсколе (2000 м над уровнем моря) уровень артериального давления у двух собак не изменился, а у одной повысился на 10 мм рт. ст. Синусный рефлекс несколько уменьшился.

С подъемом на Новый Кругозор (3200 м) у всех трех собак с почечной гипертензией кровяное давление снизилось на 25—40 мм рт. ст. В это же время значительно увеличивался рефлекс на понижение давления в каротидном синусе (в 1,5—2 раза).

На Ледовой базе (3900 м) кровяное давление у собак с гипертонией еще более снизилось, а синусный рефлекс продолжал оставаться увеличенным.

У одной собаки с коронарной недостаточностью кровяное давление на разных высотах почти не изменялось, у другой наблюдалась слабо выраженная тенденция к понижению кровяного давления по мере подъема на высоту и нормализация его уровня после спуска.

После возвращения в Терскол у всех собак с почечной гипертензией уровень кровяного давления достигал величин, близких к полученным при первом измерении в Терсколе.

У контрольной собаки проявилась некоторая тенденция к снижению уровня кровяного давления в Терсколе, однако на Ледовой базе (3900 м) кровяное давление у нее значительно повысилось.

По мере подъема на высоту пульс у всех подопытных собак учащался, переходя в резкую тахикардию на Ледовой базе.

Каких-либо закономерных изменений дыхания выявить не удалось.

Effect of Mountain Climate on the Cardiovascular System

N. V. Ilchevich and M. A. Kondratovich

Laboratory of Circulatory Physiology of the A. A. Bogomoletz Institute of Physiology
of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev

Summary

Three dogs with hepatic hypertension, two dogs with experimental coronary insufficiency and one control dog were investigated under laboratory conditions in Kiev, and then at various altitudes of Mt. Elbrus.

At an altitude of 2000 m, blood pressure was unchanged in two dogs and rose by 10 mm Hg. The constricting the carotid arteries at 3200—3900 m a fall in blood pressure and a diminution of the sinus reflex hypertension.

The blood pressure Mt. Elbrus in one of there was a slight tendency to increase.

The control dog displayed a normal arterial blood pressure at an altitude of 10,000 ft. A decrease in blood pressure was noted however, when

After a descent to an altitude of 10,000 ft, the party attained a level close to the base of the mountain.

The heart beat increased to 120 beats per minute, and acute tachycardia at an a

Зміна коливань електричних потенціалів активної точки шкіри і слизової оболонки шлунка при його моторній діяльності

Н. Л. Резнікова

Лабораторія вищої нервової діяльності і трофічних функцій Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця Академії наук УРСР, Київ

В раніше опублікованих роботах (1955—1959) нами було встановлено, що зміни електричних потенціалів в активних точках шкіри, зв'язаних з шлунком, дванадцятипалою кишкою та сечовим міхуром у собак, залежать від швидкості наповнення цих органів.

У людини електричний потенціал активної точки шкіри, зв'язаної із сечовим міхуром, по-різному змінюється при його випорожненні та наповненні.

Крім цього, було відзначено, що електричний потенціал в точці, зв'язаній з шлунком, у собак має різну активність коливань під час періодичної роботи і в стані спокою шлунка. При лужній реакції шлунка коливання електричного потенціалу шкіри значно відрізняються від коливань його при кислій реакції.

Наведені дані свідчать про те, що функціональний стан різних внутрішніх органів і, зокрема, шлунка міцно пов'язаний із зміною електричного потенціалу в активних точках шкіри.

Вивчення зв'язку між секреторною і моторною діяльністю шлунка та характером коливань електричного потенціалу в активній точці шкіри становить значний теоретичний і клінічний інтерес.

В даній статті висвітлені результати вивчення коливань електричних потенціалів слизової оболонки шлунка й активної точки шкіри під час зміни скоротливої діяльності шлунка.

Методика досліджень

Дослідження провадилися на трьох собаках натще з фістулами шлунка. Запис скорочень шлунка провадили за допомогою гумового балончика, введенного в шлунок і з'єднаного повітряною передачею з капсулою Маррея. Балончик в шлунок розтягували до 50 см³ повітря. Для відведення електричного потенціалу з активної точки шкіри, яка знаходиться на спині в місці прикріплення 12-го ребра ліворуч від хребта на 2—3 см, на ній укріплювали один з неполяризованих електродів, а другий встановлювали на лівій передній кінцівці. Для відведення електричного потенціалу від слизової оболонки шлунка в нього вводили неполяризований електрод разом з гумовим балончиком. Другий електрод фіксували на правій передній кінцівці. Отже, електроди, якими відводили електричні потенціали, знаходились: один у самому шлунку, а другий на шкірі тулуба тварини. Парні до них електроди прикріплювали відповідно на правій і лівій передніх кінцівках тварини. Вимірювання електричних потенціалів провадили двома дзеркальними гальванометрами, чутливість яких становила $2 \cdot 10^{-9}$ А.

Результати досліджень

Електричний потенціал, який відводили від слизової оболонки шлунка та від активної точки шкіри, до певної міри залежить від сили скоротливої діяльності шлунка.

На кривих фолонки шлунка і ш тобто в період його великої амплітуди ченнях шлунка ко. (рис. 1, А, В; рис. 2)

В період робот коливань електричн і на шкірі. Проте а вої оболонки шлун активній точці шкі

При порівнянні ки шлунка й актив

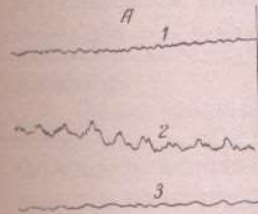


Рис. 1. Собака Марсик. ної точки шкіри т. 1 — коливання електричного ціалу слизової оболонки шлунка, Б — в

шлунка стає ціли нях відзначається ричного потенціалу електричного потен пиняються.

При сильних с зареєстрованій на ф ричного потенціалу точці шкіри такого но збільшується і (рис. 1, Б).

Отже, під час коливання електри якого збігаються з точці шкіри відзна прямок електрично

В раніше вико ціалу активної точ шлунка ми спостер окремими скорочен досить значне збіл

Зміна електри ріодичної скоротли лями перистальтич гляді різних колів ного вивчення.