

## До питання про причинний механізм кровообігу і тиск атмосфери

В. І. Данилейко

Вплив атмосфери, яка оточує живі істоти, залежить від багатьох причин: по-перше, від її складу (парціального тиску  $O_2$ ,  $CO_2$ , водяної пари та інших газів); по-друге — від її барометричного тиску.

Питання про те, якому з цих двох факторів і за яких умов належить головна роль у генезисі фізіологічних реакцій, очевидно, має лише історичне значення.

У величезній кількості експериментальних праць — серед них провідне місце займають дослідження П. Бера (1878) і М. І. Сеченова (1880) — було показано, що реакція організму на вплив розрідженої атмосфери до висот у 9—13 км зумовлена зниженням парціального тиску кисню в атмосферному повітрі (гіпоксія) і, як наслідок, зниженням його тиску в альвеолярному повітрі, тобто в середовищі, де безпосередньо відбувається газообмін.

При поступовому зниженні барометричного тиску і наявності достатнього тиску кисню на висотах до 5 км можуть спостерігатись явища метеоризму; на висоті 8—10 км і вище відзначаються явища аероємболії. На більших висотах (18—19 км) неминучі декомпресійні порушення, етіологія і патогенез яких залежать від зниження загального барометричного тиску атмосфери (гіпобарія).

Ці положення були багаторазово підтверджені дослідженнями в галузі фізіології альпінізму, авіаційної медицини тощо, і тепер їх можна вважати загальноновизнаними (А. А. Сергєєв, 1926; Д. С. Холден і Д. Г. Пристлі 1937; В. Г. Миролюбов, 1938, 1941; А. П. Аполлонов, 1939; В. А. Спаський, 1940; Фултон, 1948; Родбард, 1947, і багато інших).

У свій час деякі дослідники твердили, що атмосфера, здійснюючи механічний тиск на поверхню організмів, є регулятором багатьох фізіологічних функцій, найбільш помітно впливаючи на систему кровообігу (Галлер, 1761; Сосюр, 1797; Вівенот, 1868; М. Гінзбург, 1875; В. С. Климов, 1945 і багато інших).

В яскравій, оригінальній формі положення так званої механічної теорії дістали свій дальший розвиток в працях видатного радянського патофізіолога академіка О. О. Богомольця (1929-а, 1929-б, 1934, 1935, 1936-а, 1936-б, 1938, 1940-а, 1940-б, 1941, 1947). Він, зокрема, твердив що діяльність серцево-судинної системи, рух крові по судинах можливі лише внаслідок тиску атмосфери на організм.

Якщо б це справді було так, як твердили прихильники механічної теорії, то логічно було б вважати, що зниження атмосферного тиску ви-

кличе порушення крові  
жень було встановлен  
теризують стан кров  
заянати невеликих ко  
нів, 1936; Є. С. Діліг  
1908, та ін.).

На висотах в 4—  
в'яний тиск у здоров  
хікардія і збільшенн  
шення виконуваної се  
рометричний тиск ат  
308 мм рт. ст. відпові

Описані зрушення в барокамерах і їхніх сходжень (М. І. В. Базилевич, 1937; В. Шешин, 1939; Ванвелл, 1925; Х. Ран і А. зміни в діяльності системи дихання газовими сумішми атмосферного типу. Е. Шнейдер, 1918; К. лер та ін., 1943; Е. Бе

І навпаки, вдиха в умовах перебування таким способом мож 12—13 км і на корот ров, 1933; С. Прикл 1938; Ф. Гирлінг і К. Ці факти, мабуть парціального тиску в невеликих перепадах

Далі, якщо визна-  
ся поза організмом,  
висотна акліматизація  
му до несприятливої  
судинної системи в  
В. Б. Болдирев, 1936;  
дер і К. Хедблум, 190

Важко пояснити зв'язок між патологічною фізіологією (зокрема, між інтенсивністю окиснення та його опірністю) та його опірністю до розмірів тіла.

О. О. Богомолец  
переході організму у  
вообігу, оскільки тис  
від кінцівок до серця.

Використовуючи  
вірити обґрунтовані  
нін у 1937 р. у дослі  
мірів і досить стійких

Під час дослідів на «висоту» 12 км над серця (тварини по

кличе порушення кровообігу. Однак в результаті численних спостережень було встановлено, що на висотах в 1—3 км показники, які характеризують стан кровообігу, можуть залишатись без будь-яких змін або зазнати невеликих коливань (А. А. Сергєєв, 1926, 1935; М. М. Сиротинін, 1936; Є. С. Ділігенська, 1937; Цунц, 1905; Е. Шнейдер і К. Хедблум, 1908, та ін.).

На висотах в 4—7 км, а у акліматизованих організмів і вище кров'яний тиск у здорових людей проявляє тенденцію до підвищення. Тахікардія і збільшення хвилинного об'єму призводять до різкого збільшення виконуваної серцем роботи незважаючи на те, що загальний барометричний тиск атмосфери зменшився майже вдвоє (з 760 до 462—308 мм рт. ст. відповідно).

Описані зрушення відзначені під час польотів у літаках, перебування в барокамерах і особливо виразно проявляються під час високогірних сходжень (М. Жирмунський, 1885; М. М. Сиротинін, 1936, 1939; І. В. Базилевич, 1937; В. В. Стрельцов, 1938; І. П. Байченко та ін., 1939; В. Шешин, 1939; Ван-Лір, 1947; Б. Лютц і Е. Шнейдер, 1919; Х. Сомервелл, 1925; Х. Ран і А. Отіс, 1947, та ін.). Майже такі самі функціональні зміни в діяльності серцево-судинної системи можна спостерігати під час дихання газовими сумішами із зниженим вмістом кисню при звичайному атмосферному тиску (А. А. Сергєєв, 1935; П. Єгоров, 1937, 1939; Е. Шнейдер, 1918; К. Грін, 1919; Е. Гельхорн і Е. Ламберт, 1939; І. Ерслер та ін., 1943; Е. Берд та ін., 1953).

І навпаки, вдихання кисню сприяє нормалізації серцевої діяльності в умовах перебування в розрідженій атмосфері. Як вперше показав Бер, таким способом можна підняти висотну «стелю» людини і тварин до 12—13 км і на короткий час навіть до 14 км (П. Єгоров і А. Александров, 1933; С. Прикладовицький, 1936; А. Аполлонов і В. Миролюбов, 1938; Ф. Гирлінг і К. Махе, 1952, та ін.).

Ці факти, мабуть, дуже переконливо підтверджують провідну роль парціального тиску кисню у вдихуваному повітрі і другорядне значення невеликих перепадів барометричного тиску атмосфери.

Далі, якщо визнати, що головна рухова сила кровообігу знаходиться поза організмом, то зовсім не піддаються поясненню такі явища, як висотна акліматизація, під час якої відбувається пристосування організму до несприятливих умов газового середовища, а діяльність серцево-судинної системи в значній мірі нормалізується (Н. К. Верещагін і В. Б. Болдирев, 1936; Г. П. Конрад, 1947; Н. А. Гаджієв, 1956; Е. Шнейдер і К. Хедблум, 1908; Х. Сомервелл, 1925; Б. Балк і Г. Уелс, 1958).

Важко пояснити також явища, спостережувані під час досліджень з патологічної фізіології, коли цілком виразно проявляється залежність між інтенсивністю обмінних процесів в організмі (отже, і потребою в кисні) та його опірністю щодо впливу розрідженої атмосфери незалежно від розмірів тіла (М. М. Сиротинін, 1940, 1950; Б. Мец, 1951, та ін.).

О. О. Богомолець висловив припущення, що на великій висоті при переході організму у вертикальне положення можливі порушення кровообігу, оскільки тиск атмосфери буде недостатнім, щоб підняти кров від кінцівок до серця.

Використовуючи цю конкретну вказівку, нібито можна було перевірити обгрунтованість висунутих положень, що й зробив М. М. Сиротинін у 1937 р. у дослідях на полозах — тваринах порівняно великих розмірів і досить стійких до несприятливого впливу гіпоксії.

Під час дослідів тиск атмосфери всередині барокамери при підйомі на «висоту» 12 км наближався до тиску стовпця крові від кінчика хвоста до серця (тварини перебували в ортостатичному положенні). І все ж усі

десять полозів після 60-хвилинної експозиції лишилися живими. Вони загинули значно пізніше з інших причин, і лише внаслідок непорозуміння факт їх загибелі був використаний О. О. Богомольцем як підтвердження його висновків (1940-а, 1941, 1947).

Робота М. М. Сиротиніна тоді не була опублікована. В зв'язку з невинним підвищенням інтересу до висотної фізіології ми вважали за доцільне повторити ці дослід з електрокардіографічним дослідженням серцевої діяльності у полозів.

### Методика досліджень

Дослиди були проведені на 11 полозах (*Coluber jugularis* і *Ptyas mucosus*) в барокамері. Піднімання на «висоту» 12 км тривало 22 хв. з п'ятихвилинними «площадками» на висоті 3,6 і 9 км. Тривалість перебування на «висоті» 12 км становила одну годину «Спуск» тривав 10 хв.

У першій серії дослідів тварин піддавали впливу розрідженої атмосфери, коли вони перебували в лежачому положенні, в другій серії — у вертикальному положенні. Це давало можливість віддиференціювати зміни в ЕКГ, що відбуваються під впливом гіпоксії, від змін, викликаних гіпоксією та ортостатикою.

Полозів у витягнутому положенні фіксували до станка за допомогою лігатур і лейкопластиру, прикріпленого до шкіри тварини таким чином, щоб в міру можливості обмежувати дихальні рухи її грудної клітки.

Щоб уникнути різкого опору під час дослідів, тварину попередньо протягом приблизно двох місяців в процесі штучної годівлі привчали до обмеженої рухливості, фіксації в станку, тощо.

Функціональні зміни в діяльності серця реєстрували за допомогою вектороелектрокардіоскопа ВЕКС-01. ЕКГ в обох серіях дослідів у III відведенні знімали на рівні моря; наприкінці «площадок» на «висоті» 3,6 і 9 км; на «висоті» 12 км — відразу ж після досягнення цієї «висоти», через 15, 30, 45, 60 хв. і негайно після «спуску». В двох дослідів другої серії на «висоті» 12 км полози перебували у вертикальному положенні протягом 90 і 120 хв. В окремих випадках під час перебування тварини на «висоті» неї відзначалась аритмія, тому частоту серцевих ударів контролювали шляхом візуального підрахунку протягом однієї хвилини.

### Результати досліджень

Усі тварини після дослідів залишились живими. Співвідношення величини тиску атмосфери, вираженої в сантиметрах водяного стовпця, тиску стовпця крові від кінчика хвоста до серця під час ортостатичного положення полозів наведено на рис. 1.

Незважаючи на те, що барометричний тиск атмосфери був у п'ять разів менший, ніж звичайний, і лише незначно (на 76—30 см водяного стовпця) перевищував тиск стовпця крові, а парціальний тиск кисню становив близько 30 мм рт. ст., хоч самі тварини були зовсім не пристосовані до тривалого перебування у вертикальному положенні, серце більшості полозів протягом зазначеного часу справлялось з величезним фізичним навантаженням, яке виникло внаслідок несприятливого положення тіла щодо вектора прискорення сили земного тяжіння, і виконувало значно більшу роботу, ніж при таких самих умовах у горизонтальному положенні. Відзначено тахікардію, різке підвищення вольтажу і лабільність зубців ЕКГ.

У шести тварин з одинадцяти такі зрушення спостерігались протягом усіх 60 хв. перебування у вертикальному положенні на «висоті» 12 км, в тому числі один з цих полозів (№ 7) в останні 30 хв. знаходився на «висоті» 13 км без видимих порушень серцевої діяльності; у інших (№ 1) у тривалішому досліді порідшення ударів серця настало лише через 90—120 хв.

У трьох тварин задовільні результати спостерігались протягом 45 хв., але після цього у двох полозів з'явилися виражена брадикардія

порушення серцевої скороченнях випали ясним.

У решти полозів «висоті» 3—6 км. Як шень серцевої діяльності грудної клітки туго. З одним із цих полозів через півмісяця із зтом.

Одержані дані, зють, що у полозів, як тальному положенні, ту» до 12 км істотни скорочень не виявля положенні — спочатку в процесі піднімання ння пульсу. На «вицевих скорочень змін  $\pm 3,0$  скорочення на  $\pm 6,5$  наприкінці спос

Ми свідомо виділи полозів (одного з них мері двічі) з невдало. Як можна бачити з та умовах їх реакція на положення значно ві Для більшої наоч скорочень у полозів п



Рис. 2. «Плоцевих скорочень в горизонтальному положенні»

На рис. 3 наведено і вертикальному положенні зубця R, що спостерігались у тварин, «піднятих» на про відсутність значних

и. Вони  
розумін-  
підтвер-

ску з не-  
жали за  
дженням

и) в баро-  
щадками»  
годину.

и, коли во-  
женні. Це  
ливом гі-

атур і лей-  
сивості не

агом при-  
ставості, до

роелектро-  
рівні мо-  
ж після  
двох до-  
положенні  
«висоті» в  
візуаль-

шення ве-  
стовця, і  
статичного

и у п'ять  
водяного  
кисню  
е присто-  
ні, серце  
личним  
ого поло-  
і викону-  
горизонталь-  
альтажу і

протягом  
і 12 км,  
одився на  
у іншого  
ало лише

протягом  
икардія і

порушення серцевої провідності, а в одного при інтенсивних м'язових скороченнях випали електроди, і остаточний результат дослідів став неясним.

У решти полозів (дві тварини) брадикардія була відзначена вже на «висоті» 3—6 км. Як було встановлено після «спуску», причиною порушень серцевої діяльності була асфіксія, викликана стисненням шії і грудної клітки туго накладеними лігатурами. З одним із цих полозів дослід був повторений через півмісяця із значно кращим результатом.

Одержані дані, зібрані в таблиці, показують, що у полозів, які перебувають у горизонтальному положенні, при підніманні на «висоту» до 12 км істотних змін частоти серцевих скорочень не виявляється: в ортостатичному положенні — спочатку виражена тахікардія, в процесі піднімання відзначено деяке сповільнення пульсу. На «висоті» 12 км частота серцевих скорочень змінювалась незначно:  $36,5 \pm \pm 3,0$  скорочення на хвилину спочатку і  $31,6 \pm \pm 6,5$  наприкінці спостереження.

Ми свідомо виділили окремо групу з двох полозів (одного з них «піднімали» в барокамері двічі) з невдало накладеними лігатурами. Як можна бачити з таблиці, навіть у звичайних умовах їх реакція на перехід у вертикальне положення значно відрізняється від реакції більшості інших тварин.

Для більшої наочності дані, що характеризують частоту серцевих скорочень у полозів під час дослідів, відображені на рис. 2.

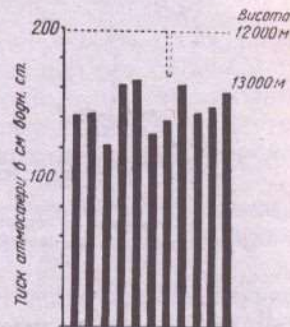


Рис. 1. Співвідношення між тиском атмосфери і висотою стовпця крові від серця до кінчика хвоста (чорні стовпці) у тварин, що перебувають у вертикальному положенні.

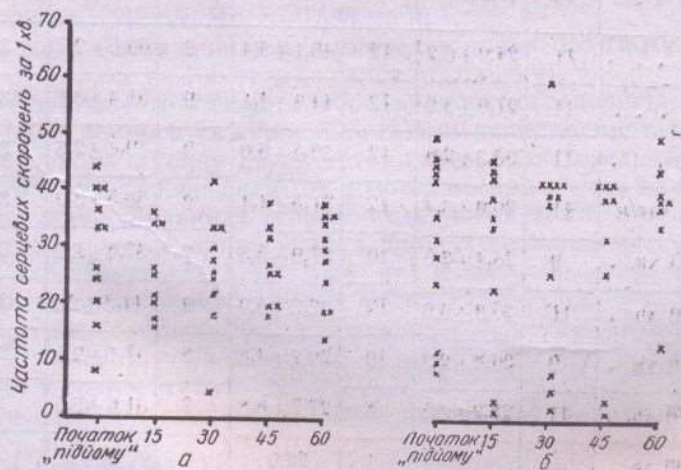


Рис. 2. «Площадка» на висоті 12 000 м. Зміна частоти серцевих скорочень у полозів, що перебувають під час дослідів в горизонтальному (а) і вертикальному (б) положеннях.

На рис. 3 наведені ЕКГ полоза № 3, записані при горизонтальному і вертикальному положеннях тварини на різних етапах дослідів. Збільшення зубця R, що спостерігається як у цієї, так і у більшості інших тварин, «піднятих» на «висоту» у вертикальному положенні, свідчить про відсутність значних розладів у системі кровообігу.

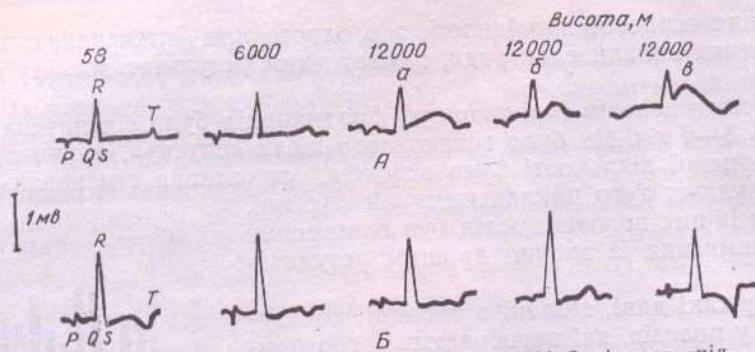


Рис. 3. Зміни електрокардіограми у тварини № 3 під час «підйому» в барокамері:

А — тварини в горизонтальному положенні, Б — тварини у вертикальному положенні, а — негайно після підйому, б — через 30 хв., в — через 60 хв.

Вплив вертикального положення на частоту скорочень серця у полозів в звичайних умовах і при «підніманні» в барокамері (контроль — ті самі показники у тварин, що перебувають у горизонтальному положенні)

ш. переубавлять у Горт

| «Рисота» підйому         |                | Горизонтальне положення |                                    | Вертикальне положення |                                    |                    |                                    |                    |                                    |          |
|--------------------------|----------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|----------|
|                          |                |                         |                                    | Всього                |                                    | Перенесли добре    |                                    | Не перенесли       |                                    |          |
|                          |                | Кількість випадків      | Частота скорочень серця на хвилину | Кількість випадків    | Частота скорочень серця на хвилину | Кількість випадків | Частота скорочень серця на хвилину | Кількість випадків | Частота скорочень серця на хвилину |          |
| До дослідів 58 м .       |                | 11                      | 27,6±2,8                           | 12                    | 53,1±3,4                           | 9                  | 55,3±3,1                           | 3                  | 36,0±5,0                           |          |
| підйом у барокамері      | 3 км . . . . . | 11                      | 24,0±3,2                           | 12                    | 49,1±3,4                           | 9                  | 53,5±2,7                           | 3                  | 38,0±5,0                           |          |
|                          | 6 км . . . . . | 11                      | 27,6±3,9                           | 12                    | 44,6±4,1                           | 9                  | 51,4±3,1                           | 3                  | 24,3±1,0                           |          |
|                          | 9 км . . . . . | 11                      | 33,3±2,6                           | 12                    | 39,5±5,0                           | 9                  | 49,4±2,3                           | 3                  | 12,0±1,0                           |          |
|                          | 12 км          | п чаток                 | 11                                 | 29,0±3,4              | 12                                 | 31,5±4,4           | 9                                  | 36,5±3,0           | 3                                  | 10,0±1,0 |
|                          |                | 15 хв. .                | 9                                  | 25,4±2,5              | 10                                 | 27,9±5,3           | 7                                  | 37,8±2,9           | 3                                  | 4,6±0,5  |
|                          |                | 30 хв. .                | 11                                 | 25,9±3,0              | 12                                 | 32,2±5,0           | 9                                  | 41,3±2,9           | 3                                  | 5,0±0,5  |
|                          |                | 45 хв. .                | 9                                  | 26,8±2,3              | 10                                 | 29,2±4,8           | 8                                  | 37,1±2,3           | 2                                  | 1,7±0,5  |
|                          |                | 60 хв. .                | 11                                 | 28,2±2,5              | 8                                  | 27,7±6,8           | 7                                  | 31,6±6,5           | 1                                  | 1,0      |
|                          |                | 90 хв. .                | —                                  | —                     | 1                                  | 22,0               | —                                  | —                  | —                                  | —        |
|                          |                | 120 хв. .               | —                                  | —                     | 1                                  | 7,0                | —                                  | —                  | —                                  | —        |
| Відразу ж після «спуску» |                | 10                      | 26,5±3,6                           | 8                     | 32,8±8,0                           | 7                  | 34,4±8,0                           | 1                  | 22,0                               |          |

Зміна величини об'єктивно відбивається (В. Г. Мирон, М. Я. Ар'єв і Є. П. Незважаючи на те, що спостерігалися відсутність істотної зміни. Почастішали кардіограми відбачувальності.

Така компенсація хоча і не позбавляє, як і в інших положеннях. Слід мати на увазі, що було виконувати статичного тиску, що призводить до векторного зміщення.

Наші дослідження рії. Ці погляди, також не були підтверджені на тваринах Сулівен і Джена. Барометричні вимірювання прихильні.

Тиск середовища рішучому середовищу (В. В. Пашутін, 1940). Саме тому ж в 0,6 атм. (в горах) впливом сили земного тяжіння опосередкованом обстоїть справа, коли ваги утруднюють.

У багатьох робились компенсації при переїзді, компенсації не відбувається розвантаження положення в горизонтальному положенні різної значно меншою.

Ряд патологічних вообіг при сприйнятті звичайно позначатись і при порушенні залежності в умовах кисневої недостатності, але не в інших.

О. О. Богомолов, лічнина земних об'єктів у периферії вертикалі (1940).

## Обговорення одержаних результатів

Зміна величин, що характеризують електрокардіограму, досить об'єктивно відбиває ступінь порушень, викликаних гіпоксією та аноксемією (В. Г. Миролюбов і І. А. Черногоров, 1934 і М. Я. Ар'єв та ін., 1941; М. Я. Ар'єв і Є. П. Карцева, 1947).

Незважаючи на зниження атмосферного тиску в п'ять разів, зміни, що спостерігались у 9 з 11 вертикально фіксованих полозів, свідчили про відсутність істотних порушень циркуляції, які можуть викликати аноксемію. Почастішання пульсу, збільшення вольтажу зубців *R* в електрокардіограмі відбивали включення компенсаторних механізмів серцевої діяльності.

Така компенсація виявилась можливою протягом усього досліду, хоч полози, як і інші плазуни, не пристосовані до існування у вертикальному положенні.

Слід мати на увазі, що в такому положенні серце тварин змушено було виконувати значно більшу фізичну роботу внаслідок зміни гідростатичного тиску крові, викликаной таким положенням організму по відношенню до вектора прискорення сили земного тяжіння.

Наші дослідні не підтвердили поглядів прихильників механічної теорії. Ці погляди, які суперечать закону фізики про нестисливість рідини, також не були підтверджені іншими авторами в дослідженнях, проведених на тваринах, досить стійких до впливу гіпоксемії (Пуазель, 1835; Сулівен і Дженаро, 1853).

Барометричний тиск атмосфери не відіграє тієї ролі, яку йому приписують прихильники механічної теорії.

Тиск середовища іззовні врівноважується протитисненням у внутрішньому середовищі організму. На це вказували численні дослідники (В. В. Пашутін, 1881; А. Моссо, 1898, та ін.).

Саме тому життя можливе в умовах зовнішнього тиску на організм в 0,6 атм. (в горах) і в 100 атм. (в глибинах океану).

Тиск зовнішнього газового або водного середовища зумовлений впливом сили земного тяжіння. Організми успішно протистоять цьому опосередкованому прояву дії гравітаційного поля землі. Трохи інакше обстоїть справа з безпосередньою дією на організм сили ваги. Вплив сили ваги утруднює діяльність серцево-судинної системи.

У багатьох видів живих істот в процесі еволюційного розвитку виробились компенсаторні механізми, які дозволяють підтримувати кровообіг при переході у вертикальне положення. Проте можливості такої компенсації не безмежні. Час від часу серцево-судинна система потребує розвантаження, здійснюваного шляхом переходу з вертикального положення в горизонтальне. В цих умовах робота серця, виконувана на подолання різниці гідростатичного тиску в системі кровообігу, буде значно меншою.

Ряд патологічних станів організму супроводиться порушенням кровообігу при спробі перейти у вертикальне положення. Такі порушення, звичайно позначувані як явища «гравітаційного шоку», можуть спостерігатись і при перебуванні в розрідженому газовому середовищі. Але ці порушення залежатимуть від додаткового навантаження на серце, яке в умовах кисневої недостатності викликає декомпенсацію серцевої діяльності, але не від зміни механічного тиску атмосфери.

О. О. Богомолець цілком обгрунтовано відзначав, що гранична величина земних організмів обмежена можливістю підтримувати кровообіг у периферичних судинах при великому їх віддаленні від серця по вертикалі (1940).

звичайних  
тварин,

перенесли

Частота  
ск рочень  
серця на  
хвилину

36,0 ± 5,0

38,0 ± 4,2

24,3 ± 1,9

12,0 ± 1,2

10,0 ± 1,2

4,6 ± 2,8

5,0 ± 0,9

1,7 ± 0,9

1,0

22,0

У найбільших істот, які будь-коли існували на землі, земноводних *Diplodocus* (Верхньоюрський період), за нашими вимірами, виконаними на 26-метровому кістяку тварини, відстань від серця до голови приблизно дорівнювала 7—8 м. Якщо у таких тварин і виникали будь-коли порушення кровообігу при намаганні витягнути голову вгору, то вони за лежали не від тиску атмосфери, а від впливу сили земного тяжіння. Отже, граничні розміри земних організмів залежать від впливу земної гравітації.

К. Е. Ціолковський (1882) і ряд інших дослідників також підкреслювали таку залежність. Але якщо сила ваги утруднює діяльність однієї з найбільш важливих функціональних систем організму — системи кровообігу, то усунення впливу цієї сили лише полегшить діяльність серця.

Справді, спостереження, проведені на тваринах, які протягом тривалого часу перебували в стані динамічної невагомості на штучних супутниках землі, показали, що кровообіг не зазнає при цьому порушень. Ці дані дозволяють відзначити, що до цих експериментів ряд вчених вважав неможливим життя земних організмів в умовах невагомості в зв'язку з порушенням кровообігу, яке, на їх думку, в цих умовах виникне.

Наше дослідження виконано на невеликій кількості тварин. Все порівняно однорідний характер результатів більшості наших дослідів літературних даних дає нам право твердити, що в разі усунення причин, які викликають кисневу недостатність або декомпресійні порушення, перебування організму у вертикальному положенні в умовах гіпобарії не викликає порушення серцевої діяльності. Це твердження має на увазі, головним чином, організми, які пристосувались в процесі еволюції до тривалого перебування у вертикальному положенні. Наші дані ще раз підтверджують необґрунтованість тверджень про залежність функції кровообігу від механічного тиску атмосфери.

### Висновки

1. Наведені дані можна розглядати лише як невелику ланку широкій програмі філогенетичних досліджень, які, на думку автора, слід організувати для вивчення еволюції пристосувальних реакцій серцево-судинної системи різних тваринних організмів до дії гравітаційного поля землі як при звичайному стані організму і середовища, так і при змінених умовах.

2. Визнання того факту, що рух крові в організмі здійснюється за допомогою серця і ряду допоміжних факторів самого організму, а не є результатом тиску атмосфери на поверхню організму, дає можливість пояснити і передбачити багато явищ висотної фізіології.

### ЛІТЕРАТУРА

- Аполлонов А. П., Миролюбов В. Г., Военно-сан. дело, 7, 1938, 16.  
Аполлонов А. П., в кн. «Основы авиамедицины», М., Медгиз, 1939, 30.  
Арьев М. Я. и др., Клин. мед., 19, 9, 1941, 26.  
Карцева Е. П., Клин. мед., 25, 2, 1947, 35.  
Базилевич И. В., Клин. мед., 15, 8, 1937, 943.  
Байченко И. П. и др., Клин. мед., 17, 11, 1939, 99.  
Богомолец А. А., «Артериальная гипертензия», М., Госмедиздат, 1929, Мед. биол. журн., 1, 1929, 61; Терап. архив, 12, 6, 1934, 135; Мед. журн. УАН, 5, 2, 1935, 245; а) в кн. «Основы патофизиологии», К., Вид-во УАН, 3, 1936, 282; б) Мед. журн. УАН, 6, 3, 1936, 675; в) в кн. «Недостатность кровообращения», К., Вид-во АН УРСР, 1938, 5; а) Мед. журн. АН УРСР, 10, 1, 1940, 23; б) Врач. дело, 7—8, 1940, 485; в кн. «Сб. посв. 50-летию научно-пед. деят. В. В. Воронина», Тб. Грузмедгиз, 1941, 79; Архив патол., 9, 3, 1947, 3.  
Ван-Лир, «Аноксия», Медгиз, 1947, 76.  
Верещагин Н. К., Болдырев В. В., в кн. «Труды Эльбрусской экспедиции 1934—1935 гг.», М., Изд-во АН СССР, 1936, 419.

- Гаджиев Н. А.  
Гинзбург М. О.  
в артериальной и венозной  
Дилигенская Е.  
Егоров П. И. и  
1, 1933, 20.  
Егоров П. И., В.  
1937; в кн. «Основы авиамедицины»,  
Жирмунский М.  
СПб., Дисс., 1885, 62.  
Климов В. С., Кл.  
Конради Г. П.,  
Миролюбов В.  
1938, 70; в кн. «Авиамедицина»,  
Миролюбов В.  
Пашутин В. В.,  
Прикладович  
Сергеев А. А.,  
М., 1935, 73.  
Сеченов И. М.,  
Сергеев А. А.,  
человеческий организм, М.  
Сиротинин М.  
«Життя на висотах і хвороби»,  
УРСР, К., 10, 5, 1940, 141.  
Спаский В. А.  
М., Медгиз, 1940, 12.  
Стрельцов В.  
Фултон, в кн. «Висота і життя»,  
Холден Д. С. и  
Циолковский  
301—311.  
Шешин В., Воен.  
Balk B. a. Wels.  
Beard E. F. a. oth.  
Bert P., La pressi.  
Ershler J. a. oth.  
Gellhorn E. a.  
xia, Urbana, 1939.  
Girling F. a. M.  
Green C. W., Am.  
Lutz B. R. a. S.  
Metz B., J. Aviat.  
Mosso A., Life  
Rodbard S., An.  
Rahn H. a. Oth.  
Schneider E.  
Schneider E. C.  
Somervel H., J.  
Sullivan B. J.  
Zuntz N., Höher.  
schen, Berlin, 1905, 337.

Проведено електрокардіографію 11 осіб в горизонтальній та вертикальній положеннях в атмосфері та в розрідженій атмосфері на висоті 12 тис. м.

- Гаджиев Н. А. Азерб. мед. журн., 7, 1956, 59.  
 Гинзбург М., О влиянии сжатого и разреженного воздуха на давление крови в артериальной и венозной системах и на сердцебиение. Дисс., Харьков, 1875.  
 Дилигенская Е. С., Клини. мед., 15, 8, 1937, 1018.  
 Егоров П. И. и Александров А., в сб. трудов секции авиамедицины, Л., 1, 1933, 20.  
 Егоров П. И., Влияние высотных полетов на организм летчика, М., Воениздат, 1937; в кн. «Основы авиамедицины», М.—Л., Медгиз, 1939, 52.  
 Жирмунский М., О влиянии разреженного воздуха на человеческий организм, СПб. Дисс., 1885, 62.  
 Климов В. С., Клини. мед., 23, 1—2, 1945, 73.  
 Конради Г. П., Тезисы докладов научн. сессии Тадж. мед. ин-та, 1947, 8.  
 Миролубов В. Г., в кн. «Физиол. и гигиена высотного полета», М., Биомедгиз, 1938, 70; в кн. «Авиамедицина», М.: Медгиз, 1941, 42.  
 Миролубов В. Г., Черногоров И. А., Клини. мед., 12, 8, 1934.  
 Пашутин В. В., Лекции общей патологии, СПб, 2, 1881, 187.  
 Прикладовицкий С., Военно-сан. дело, 2—3, 1936, 31.  
 Сергеев А. А., в кн. «Труды Всесоюзной конфер. по изучению стратосферы», М., 1935, 73.  
 Сеченов И. М., Врач, 43, 1880, 703.  
 Сергеев А. А., Механическое и химическое влияние разреженного воздуха на человеческий организм. М., Авииздат, 1926, 79.  
 Сиротинин М. М., в кн. «Основы пат. физиол.», К. Вид-во УАН, 3, 1936, 385; «Життя на висотах і хвороба висоти», К., Вид-во АН УРСР, 1939, 162; Мед. журн. АН УРСР, К., 10, 5, 1940, 1415; Там же, 20, 6, 1950, 25.  
 Спасский В. А., Физиолого-гигиеническое обеспечение полетов в стратосфере», М., Медгиз, 1940, 12.  
 Стрельцов В. В., в кн. «Вопросы авиамедицины», М., 5—6, 1938, 60.  
 Фултон, в кн. «Вопросы авиамедицины», М. Изд. АН Литвы, 1954, 105.  
 Холдэн Д. С. и Пристли Д. Г., Дыхание, М., Биомедгиз, 1937, 174.  
 Циолковский К. Э., в кн. «Путь к звездам», М., Изд-во АН СССР, 1960, 301—311.  
 Шешин В., Военно-сан. дело, I, 1939, 32.  
 Balk B. a. Wels G., J. Aviat. Med., 29, I, 1958, 40.  
 Beard E. F. a. oth., J. Aviat. Med., 24, 6, 1953, 494.  
 Bert P., La pression barométrique, Paris, 1878.  
 Ershler J. a. oth., Am. J. Physiol., 138, 4, 1943, 593.  
 Gellhorn E. a. Lambert E. N., The vasomotor system in anoxia and asphyxia, Urbana, 1939.  
 Girling F. a. Maheux G., J. Aviat. Med., 23, 3, 1952, 216.  
 Green C. W., Am. J. Physiol., 49, I 1919, 118.  
 Lutz B. R. a. Schneider E. C., Am. J. Physiol., 50, 2, 1919/1920, 228.  
 Metz B., J. Aviat. Med., 22, 2, 1951, 132.  
 Mosso A., Life of man on the high Alps, London, 1898, 51, 237.  
 Rodbard S., Am. J. Physiol., 150, I, 1947, 133.  
 Rahn H. a. Otis A. B., Am. J. Physiol., 150, I, 1947, 202.  
 Schneider E. C. a. Hedblom C. A., Am. J. Physiol., 23, 2, 1908/1909, 90.  
 Schneider E. C., J. Am. Med. Ass., 71, 17, 1918, 1384.  
 Somervell H., J. Physiol., 60, 4, 1925, 282.  
 Sullivan B. J. a. Gennaro L. D., J. Aviat. Med., 24, 2, 1953, 131.  
 Zuntz N., Höhenklima und bergwangerungen in ihrer wirkung auf den Menschen, Berlin, 1905, 337.

Надійшла до редакції  
24.VI 1960 р.

## К вопросу о причинном механизме кровообращения и давление атмосферы

В. И. Данилейко

Резюме

Проведено электрокардиографическое исследование сердечной деятельности 11 взрослых полетов, находившихся в течение длительного времени в горизонтальном и в вертикальном положениях в обычной атмосфере и в разреженной, барометрическое давление которой соответствовало высоте 12 км.

Отсутствие у большинства животных во время «подъема» в вертикальном положении выраженных расстройств сердечной деятельности дает основание отрицать правомерность утверждения, согласно которому функция кровообращения является следствием механического давления атмосферы, окружающей организм.

Наш вывод подтверждается результатами экспериментальных работ других авторов.

### On the Causal Mechanism of Blood Circulation and the Pressure of the Atmosphere

V. I. Danileiko

#### Summary

The author carried out an electrocardiographic investigation on eleven adult snakes (*Coluber jugularis* and *Ptyas mucosus*) which were kept for a long time in a horizontal and a vertical position under conditions of ordinary and rarefied atmosphere: the barometric pressure in the chamber corresponded to an altitude of 12 km.

The absence of pronounced deterioration of heart activity in most animals subjected to vertical-positioned «elevation» enables us to refute the view that the blood circulation function is a consequence of mechanical pressure exerted by the atmosphere surrounding the organism.

Our conclusion is confirmed by the results of experimental studies carried out by other authors.

### Хіміопрофілакти

Лабораторія

Науково обгрунтовано, що гострої променевої хвороби можна уникнути за умови профілактики.

Якщо теорія «теоретичних передумов» антипроменевої хвороби виникла на противагу практиці променевої терапії, то патогенезу променевої хвороби присутності кисню в середовищі непрямою допомогою засобом, що змінює його концентрацію, має бути властивим для організму в екстремних умовах. Слідження і було в ряді амінокислот тирозину; їх амінів: середньо знижують рівень нітриту натрію, м'якше тощо. Захищають з окислювача коза, деякі спиртні напої (триптофан та ін.).

Незважаючи на захисних препаратів, ефекту. Така ж зменшує вихід інтенсивність обміну речовин, систем і всього організму.

Що ж до прямих впливів непрямого впливу будь-яких відпрацьованих молекул, очевидно, може бути використано, на полегшення роботи. Результатом променевої пошкодження є...