

Стан неакліматизованого організму в умовах гірського та високогірного клімату*.

Проф. Н. Н. Сиротінін.

Інститут клінічної фізіології (директор — акад. О. О. Богомолець) Української академії наук.

У питанні про стан неакліматизованого організму в умовах гірського клімату є чимала література. Вона трактує, головне, діяльність серцево-судинної системи, дихання, гемопоезу і меншою мірою питання обміну речовин, біохімічних зрушень крові, нервової системи, стомлення на великих висотах і деякі інші сторони стану організму.

У цій статті ми зачепимо лише ті питання, які мають найбільше значення; вони вивчалися нашими експедиціями, починаючи з 1930 року **.

Згідно з більшістю дослідників, висота до 3.000 м не спричиняє патологічних явищ. До цього рівня організм досить легко пристосовується до браку кисню, зате посилюється дихання (в одних випадках дихання частішає, в інших стає глибшим) і кровообіг. Крім того, уже на висоті в 3.000 м і навіть нижче збільшується кількість еритроцитів крові. Така посилена компенсація веде до того, що на цій висоті у неакліматизованих осіб основний обмін підвищується (Zuntz, Loewy та інші), а в акліматизованих він лишається без змін (Barcroft і співробітники — дослідники над альпійськими стрільцями).

Посилення обміну, а можливо і велична картина та й інші фактори спричиняють у багатьох осіб збудження психіки, яке відзначається загостренням психічних функцій ***.

Уже на цій висоті починається порушення точності рухів ****.

Це явище значно посилюється на великих висотах.

Ми не раз вивчали працездатність неакліматизованого організму. Дослідження з допомогою ручного динамометра давали непевні результати; такі самі результати ми добули, вживаючи становий динамометр; та все ж тут досліджувані частіше витягували менше, ніж на висоті, близькій до рівня моря. Ця різниця була ще помітніша, коли ми змінили цей тест і почали реєструвати не тільки число витягнутих кілограмів, але й час, протягом якого досліджуваний міг витримати навантаження. Тест у вигляді 30 присідань на хвилину, який не становить

* Доповідь на I конференції Українського інституту експериментальної медицини в справі вивчення високогірного клімату 17 березня 1936 р. в Харкові.

** Перша експедиція на Ельбрус у 1930 році, друга — на Памір у 1931 році, третя — на Казбек у 1932 році, четверта — на Памір у 1933 році, п'ята — на Казбек в 1934 році і остання комплексна експедиція Української академії наук та Українського інституту експериментальної медицини — на Ельбрус у 1935 році.

*** Дані Ю. Н. Попова під час першої експедиції 1930 року.

**** Тест Торндайка в роботі Ю. Н. Попова.

труднощів для більшості осіб на рівні моря, спричиняв звичайно задишку на висоті в 3.000 м, і після такого втомлення, замість звичайного зрушення актуальної реакції крові в кислу сторону, в деяких випадках ми мали зворотне явище — схильність до алкалозу. Під час спокою Рн крові, кількість молочної кислоти й залишкового азоту не відрізнялись від звичайних нормальних показників (дані Брусіловської, Лауер і Пашаєва).

30-разове присідання на висоті в 3.000 м приводить до більшого прискорення пульсу, ніж на рівні моря. У таких випадках пульс не

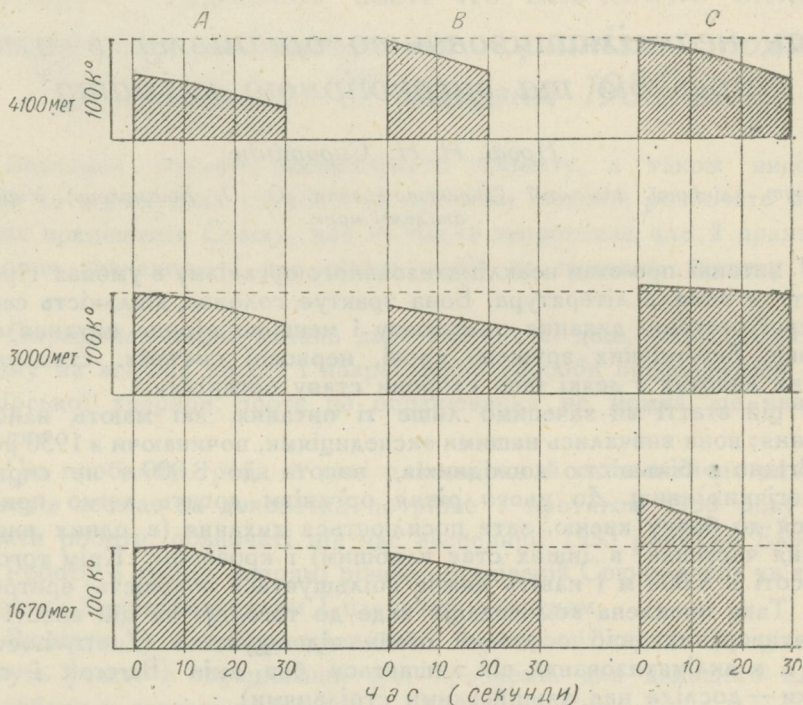


Рис. 1.

повертається до норми іноді навіть через 20 хвил. (Аксянцев). Уже таке навантаження в деяких випадках спричиняє виразні симптоми гірської хвороби, яка частіше виявляється в головних болях. У деяких осіб незначні симптоми хвороби можна спостерігати і на висоті нижче 3.000 м; вони найчастіше виявляються в сонливості.

Висота в 4.000 м у більшості неакліматизованих спричиняє патологічні явища. Компенсація дихання і кровообігу тут стає вже недостатньою. Наслідком цього розвивається деяка аноксемія (аноксична аноксемія за Barcroft'ом); в таких випадках часто виникають головні болі, „іскри в очах“ та інші симптоми незначного недокрів'я. Згідно з Loewy та ін., на цій висоті нагромаджуються недоокислені продукти обміну, які можуть спричинити гірську хворобу. Дослідження Брусіловської під час експедиції 1936 року показали, що рівень молочної кислоти в таких випадках — у межах норми; те ж саме стосується і до залишкового азоту. Рн крові лишається без змін, або має тенденцію до ацидозу (Сиротінін і Тімофєєва, 1936) або навіть підвищується (Пашаєв);

у випадках з виразною гірською хворобою уже на цій висоті виявляється алкалоз (Пашаєв).

Стомлення (30 присідань на хвилину) не спричиняє будьяких різкіших зрушень у вмісті молочної кислоти та залишкового азоту, ніж на рівні моря. Рн крові в такому разі найчастіше змінюється в лужну сторону; це, мабуть, треба пов'язати з гіпервентиляцією. Рідко коли така гіпервентиляція постає і без стомлення. Взагалі на висоті в 4.000 м спостерігаються аномалії дихання і кровообігу. Крім схильності до гіпервентиляції, іноді буває періодичне дихання, в якому можна вбачати деяку подібність Чейн-Стоківському типові. Кровообіг посилюється не тільки наслідком прискорення пульсу, але й наслідком збільшення об'єму уда-

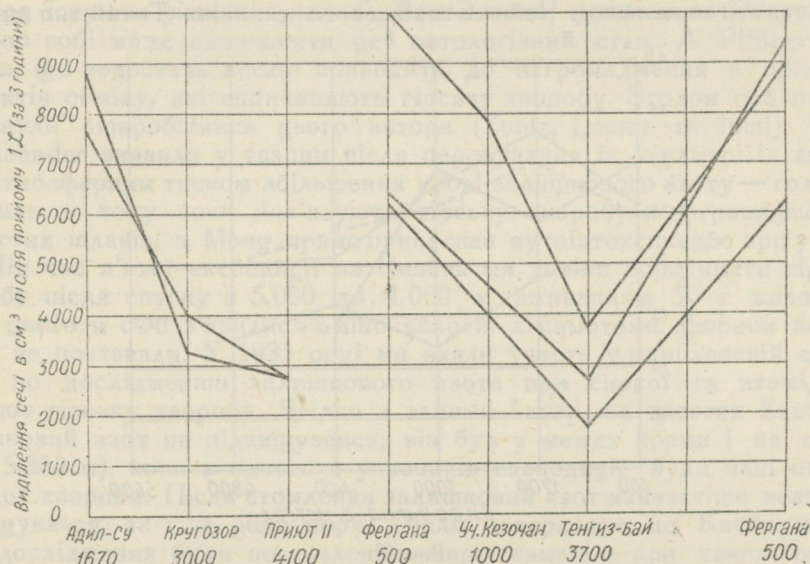


Рис. 2.

рів; деяке додаткове навантаження для серця часто приводить до аритмії і болів у ділянці серця.

Працездатність неакліматизованого організму на цій висоті явно пригнічується; 30-разове присідання спричиняє вже значне стомлення, а деякі особи не можуть цього виконати. Дослідження працездатності за становим динамометром у 1936 році на висотах Ельбруса показали виразне зниження, яке виявлялося, головне, у нетривалому витриманні витягнутого навантаження (рис. 1). Ергографія за Mosso теж показала швидше стомлення.

Під час експедиції 1933 року на Памір Самцов дослідив робітників, які працювали на будівництві памірського шляху на висоті 4.000 м (перевал Кзил - Арт). Майже всі робітники (40 чол.) свідчили, що в перші дні перебування на такій висоті вони могли виконати лише невеличку частину своєї норми (земляні роботи), після ж акліматизації вони навіть перевищили норму.

Із інших особливостей стану організму на цій висоті можна відзначити збільшення ретенції води, яке позначається на зменшенні сечовиділення після навантаження в 1 літр. Це явище, мабуть, пов'язане із збільшенням *perspirotio insensibilis*. При акліматизації спостерігається

протилежне явище — посилене сечовиділення (Sündstroem). З цього дехто доходить помилкового висновку, що на висотах буває посилене виділення сечі (рис. 2).

Починаючи з висоти в 4.000 м, спостерігається пригнічення майже всіх психічних функцій. Зокрема щодо точності рухів це можна виявити значно раніш (рис. 3).

Висота в 5.000—7.000 м спричиняє у всіх неакліматизованих гірську хворобу: постають ті ж самі симптоми, але вони значно виразніші: сильні головні болі, найчастіше в ділянці висків і лоба, нудотний стан, іноді блювота, часті кровотечі із слизових оболонок носа, кишок, повік, зникає апетит; у 2 вип. ми могли відзначити гематурію; майже завжди почуття ядухи; дихання стає частим і неправильним; у деяких випадках воно перебігає за типом Чейн-Стоківського дихання. Такий тип дихання

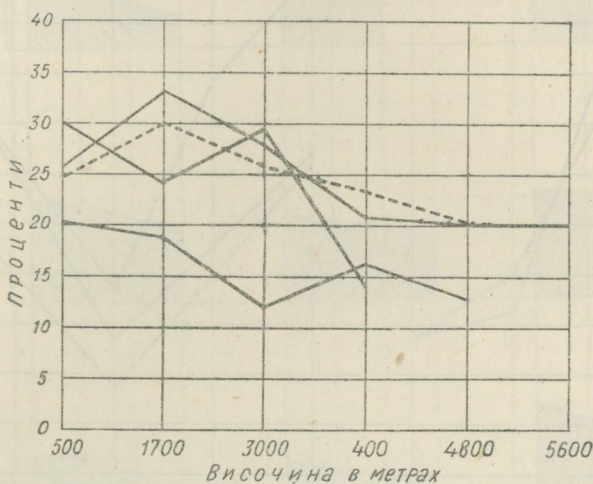


Рис. 3.

ми спостерігали на сідловині Ельбруса (5.300 м.). Ми виявили порушення функцій серцево-судинної системи: аритмію, венозні застої, болі в ділянці серця. Якщо перед сходженням на таку висоту була проведена велика робота, може настати смерть від параліча серцевої діяльності*. На цій висоті часто бувають крововиливи, звичайно властиві хворим на артеріосклероз**. Психіка на цій висоті різко пригнічується, дуже часто виявляється стан апатії, який часто становить причину нещасливих випадків у горах. У такому стані часто, недооцінюючи небезпеку, удаються до ризикованих вчинків, не вживаючи можливих заходів рятування.

Подаємо, як приклад, витяг із щоденника Гарріса, який повернувся в 1933 році з експедиції на пік Еверест:

„Я дуже втомився, мені щойно вдалося здійснити великий спуск, аж раптом я втратив здатність керувати своїми руками і полетів униз, бо я насміявся на прямий спуск, замість того, щоб розсудливо спуститись по діагоналі... Я спинився на маленькій відстані від смертельної небезпеки. Дивно подумати, що в цей момент я не відчув ніякого страху, а просто мене пройняло почуття цілковитої апатії. Ці почуття апатії, втоми — скільки разів ми відчували їх на гірських висотах“.

* У таких умовах настала смерть альпініста Гермогенова на сідловині Ельбруса. Перед тим він здійснив трудний перевал через головний хребет Кавказа.

** В результаті такого крововиливу в мозок умер один з учасників експедиції на Еверест.

А ось другий приклад учасника ельбруської альпінади 1933 року:

„Дихати стає важче; через кожні 20 — 30 кроків відпочиваємо. Гірська хвороба все-таки встигла прокрастися і в наш загін: у кількох товаришів постали сильні головні болі: їх відіслали вниз... Ідемо повільніше. Легка апатія, байдужість до всього — невіднятна ознака гір'янки (так ласкаво ми називаємо гірську хворобу). Туманить голову... У більшості з нас дуже болить голова, відчуваємо стук у висках, нудоту. Їсти аж зовсім не хочеться (а ми 12 годин нічого не їли)“. *Марк Айзерман.*

Раніш були сперечання: що саме спричиняє гірську хворобу — зниження атмосферного тиску чи парціального тиску кисню; тепер же всі спинилися на другому положенні. Що головним етіологічним фактором тут є недостача кисню — річ безперечна, але ж щодо патогенетичного фактора існують різні погляди. Р. Bert вважав, що кисневе голодування само по собі може спричинити цей патологічний стан. А Pflüger припускав, що недостача кисню приводить до нагромадження в організмі продуктів обміну, які спричиняють гірську хворобу. Згодом цей погляд розвинули співробітники цього автора (Zuntz, Loewy та інші). Moog и Laubender виявили у тварин після перебування їх у камері із зниженим атмосферним тиском збільшення крові залишкового азоту — головне, сечовини, а тому вони пов'язують гірську хворобу з нагромадженням азотистих шлаків, а Moog прямо припускає аутоінтоксикацію при уремії.

Під час п'ятої експедиції на Казбек ми хотіли спричинити гірську хворобу після спуску з 5.000 до 4.000 м вживанням 50 г желатини; після цього в сечі з'явилися амінокислоти, а симптоми хвороби висити все ж не поставали. У 1935 році ми взяли участь у комплексній експедиції по дослідженню залишкового азоту при спокої та втомі, яка посилює гірську хворобу. Згідно з даними Лауер, на висотах Ельбруса залишковий азот не підвищувався; він був у межах норми і на сідловині (5.300 м), коли в одного з учасників експедиції були явні ознаки гірської хвороби. Після стомлення залишковий азот найчастіше незначно підвищувався, як і на рівні моря. Після повернення до Києва аналогічні дослідження були поставлені в баро-камері — при таких розрядженнях, які відповідали атмосферному тискові на досліджених висотах Ельбруса. Тут ми мали підвищення залишкового азоту, яке на висоті в 4.500 м досягло 85 мг%, — проте, гірської хвороби ми тут не спостерігали. Відомо, що в баро-камері вона постає при більшому розрядженні, ніж на гірських висотах. Отож ми доходимо висновку, що в основі патогенезу гірської хвороби лежить не отруєння азотистими шлаками, як гадають цитовані вище автори.

Співробітники Pflüger'a (Zuntz, Loewy та інші) припускали, що на гірських висотах, в результаті недостачі кисню, нагромаджуються кислі продукти обміну, отож при гірській хворобі в організмі має бути ацидоз. Такої ж думки був Barcroft. Насправді ж при дослідженні молочної кислоти його експедиція спостерігала на гірських висотах наростання її в крові уже в спокійному стані; при роботі вона наростала інтенсивніше, ніж на рівні моря. Проте Ryffel, а потім Laquer спостерігали деяке її підвищення.

На підставі усного повідомлення Г. Е. Владімірова нам було відомо, що група Військово-медичної академії спостерігала навіть зменшення молочної кислоти при роботі на великих висотах. Щоб розв'язати це питання, ми вирішили дослідити молочну кислоту при стомленні на висотах Ельбруса, а потім у тих самих осіб при такому ж тиску в баро-камері. Явне підвищення вмісту молочної кислоти до 22,93 мг% виявлено лише на висоті в 4.100 м у 1 із 4 учасників експедиції, в якого відзначено найменшу кількість еритроцитів. На висоті в 5.300 м кіль-

кість молочної кислоти була незначно підвищена і після стомлення; на висоті в 4.100—5.300 м вона підвищилась не більше, ніж у Києві.

У баро-камері стомлення спричинило більше підвищення молочної кислоти. Раніш, на підставі відомого факта, що м'язова робота на великих висотах дуже сприяє постанню гірської хвороби, це можна було б пов'язати з нагромадженням молочної кислоти, а тепер виявляється, що молочна кислота, мабуть, не має значення в її патогенезі, бо в умовах високогірного клімату вона наростає незначно. В 1 вип. з явищами гірської хвороби вона була в межах норми.

Ще в минулому сторіччі Mosso дав таке пояснення патогенезу гірської хвороби; на великих висотах спостерігається посилене виділення карбонатної кислоти, яка має велике значення для регуляції дихання і кровообігу. Наслідком цього маємо розлад цих функцій; це й характеризує гірську хворобу. Цей погляд потвердився в роботах Henderson'a, Haldane і співробітників, які працювали на невеликих висотах Америки. Вони виявили алкалоз крові при різкому зменшенні кількості карбонатної кислоти. Проте більшість авторів при розрядженні виявила ацидоз (Fritz, Brehme і Gyorgy, Gigon). Sündstroem на висоті в 3.000 м констатував ацидоз, а на висоті в 4.000 м — нормальний рівень або зрушення в сторону алкалозу. Тимофеева в 1932 році під час нашої експедиції на Казбек констатувала на висоті в 4.000 м певну схильність до ацидозу; на висоті в 5.000 м ацидоз змінився алкалозом і разом з тим були явні ознаки гірської хвороби. На підставі цих дослідів ми дійшли висновку, що при сходженні на висоти спостерігається незначний ацидоз, який не спричиняє гірської хвороби, а відповідає її дуже легкій формі; на більшій висоті уже постає алкалоз, при якому вже настають явні ознаки гірської хвороби.

Отже, зіставляючи наші дані з даними інших авторів, ми бачимо, що розбіжність між „ацидотичним“ і „алкалотичним“ напрямками — лише позірна; ця розбіжність базується на тому, що різні автори досліджували різний стан організму на різних висотах^{*}. Проте для нас лишилося неясним, як ацидоз змінювався алкалозом і як алкалоз сполучався з гірською хворобою. Добре відомо (Dufour, Longstaff), що виникненню гірської хвороби сприяє м'язова робота; це нам не раз доводилося спостерігати на самих собі. Разом з тим м'язова робота на висоті, за Barcroft'ом, приводить до значного нагромадження молочної кислоти крові та до зміщення Рн в кислу сторону. Брусіловська в останній експедиції констатувала лише невелике наростання молочної кислоти після нетривалого стомлення на гірських висотах. Група проф. Владімірова в тих самих умовах виявила навіть зниження її. Мабуть, Barcroft мав справу з особами, що досить акліматизувалися; цим і можна пояснити згадані вище розбіжності.

Концентрацію водневих іонів крові до й після стомлення на різних висотах вивчав під час експедиції 1936 року Пашаєв. Він виявив, що в Києві після недовготривалого стомлення виникало незначне зрушення Рн в кислу сторону; на висоті 3.000 м і вище найчастіше після стомлення відзначалося зрушення в сторону алкалозу, яке пояснюється, мабуть, гіпервентиляцією, бо після такого стомлення наставало частіше і глибше дихання. Отож видно, що гостре м'язове стомлення в умовах високогірного клімату приводить не до ацидозу, а до алкалозу.

Отже, в світлі цих даних етіопатогенез гірської хвороби виявляється в такому вигляді: в результаті недостатчі кисню настає анوکсемія, при

^{*} Сиротинин и Тимофеева — Сборник работ Казанского медицинского института (1933).

якій Рн може звільнитися в кислу сторону; ця стадія аноксемії ще не веде до типових симптомів хвороби висоти; далі організм пристосовується до недостачі кисню в результаті гіпервентиляції; м'язова робота сприяє гіпервентиляції, і наслідком цього виникає алкалоз газової форми і постають звичайні симптоми гірської хвороби.

Отже, коли алкалоз є один із патогенетичних моментів гірської хвороби, то профілактику і лікування її можна базувати на введенні кислот. Таку спробу ми зробили в 1930 році під час експедиції на Ельбрус. Тоді ми поставили такий дослід: взяли двох учасників експедиції приблизно однакової сили і віку, які в 1929 році були на Ельбрусі; одному з них, який краще переносив попередні сходження на висоту, ми щодня давали по 15 г соди, а другому — по 15 г цитратної кислоти. У першого розвинулась гірська хвороба, а другий почував себе добре. Пізніше, в 1933 році, аналогічний дослід поставив Н. Н. Каліновський над учасниками зоряного походу на Ельбрус. Цей дослід дав результати приблизно однакові з нашими.

В наступних експедиціях ми не раз вживали цитратну кислоту не тільки з профілактичною, а й з лікувальною метою і завжди досягали позитивних наслідків.

Введенням кислот можна лише запобігти деяким симптомам гірської хвороби, але не уривати аноксемії, аноксемию можна ліквідувати лише з допомогою кисню. Кисневу профілактику і терапію давно вже вживають при висотних польотах. В умовах високогірного клімату цю профілактику вперше вжито англійською експедицією на пік Еверест в 1924 році, і тоді вона не дала бажаних наслідків. Це пояснюється тим, що для цього треба багато кисню, для вміщення якого потрібний важкий балон; а носити такий важкий балон з собою — значить провести чималу м'язову роботу, яка спричиняє гірську хворобу.

Отже, мабуть, в умовах піших переходів киснева профілактика — річ неможлива.

Інший вид профілактики хвороби висоти базується на тих змінах в організмі, які стаються при акліматизації. Основний фактор акліматизації — збільшення кількості еритроцитів. Раніш було спірно: чи маємо в такому випадку збільшення еритроцитів, чи вони переходять із судин внутрішніх органів у периферичні, а тепер уже немає сумніву, що уже в перші дні перебування на висотах ми маємо абсолютне збільшення їх. Експедиції Campbell'я, Лондона із співробітниками, Малкіної під час нашої першої експедиції виявили, що кількість еритроцитів збільшується однаково і в судинах внутрішніх органів (Малкіна досліджувала серце) і в периферичних. Barcroft виявив, що першим часом на висотах кількість еритроцитів збільшується тим, що вони виходять із селезінки, яка, становлячи депо їх, скорочується при аноксемії. У спленектомованих щурів ми такого наростання еритроцитів виявити не могли. Те саме відзначають Н. Д. Юдіна і О. А. Черняєва. Проте собаки й кролики при видаленні селезінки поведуться на висотах так само, як і неспленектомовані (Gabathuler, Loewy, Scheunert). Scheunert пояснює це тим, що в цих тварин потужнішим депо є печінка.

Крім цього явища, Barcroft в перші дні виявив на висотах нагромадження ретикулоцитів крові. Вилегжанін під час нашої третьої експедиції potwierдив це і констатував серед них зрушення вліво, а це свідчить за посилене кровотворення, а не за вимивання їх із кісткового мозку.

Разом із збільшенням кількості еритроцитів збільшується і глюта-
тійон крові — сильніше, ніж еритроцити. Це довели Gabbe і Gandowsky при вдиханні бідних на кисень сумішок, на гірських висотах — Deschwanden,

ми, Delrue і Vischer, а в наших останніх двох експедиціях — Малкіна і Пашаєв.

Можна припустити, що разом із збільшенням еритроцитів у перші дні перебування на висотах спостерігається розпад їх. Zuntz і Schumburg спостерігали при здійсненні на аеростаті дегенеративні зміни і зменшення числа їх. Те саме відзначила З. І. Малкіна в одного учасника нашої експедиції, такі самі дані ми знаємо і з літератури. Ми спостерігали зменшення кількості еритроцитів у свинок і щурів на висотах Кавказа й Паміра. Згодом це явище досліджувала О. А. Черняєва у щурів, які дихали бідною на кисень сумішкою. Як ознаку розпаду еритроцитів, ми спостерігали в 2 вип. гемоглобінурію, в 1 вип. сліди гемоглобіну в сечі і збільшення жовчних пігментів крові (А. Д. Адо). Sündstroem в перші дні перебування на висотах виявив від'ємний баланс заліза. Це, на його думку, теж свідчить за розпад еритроцитів. На думку О. О. Богомольця, такий розпад спричиняє активацію гемопоетичної системи. На висотах Паміра ми пробували таким шляхом посилювати кровотворення, вводячи розчин Na_2HPO_4 , і спостерігали значно більше наростання еритроцитів, ніж у нормі. Далі ми в цьому напрямі провадили експерименти на мишах. Одній групі мишей ми вводили 1% арсен, розведений в 100 і 1000 разів, а другій групі теж вводили арсен і ставили їх під купол із зниженим атмосферним тиском і, нарешті, третю групу ми теж ставили під купол, але не вводили арсену.

В результаті ми в першій групі спостерігали зменшення кількості еритроцитів, у другій — значне збільшення, яке явно перевищувало контроль (третя група).

Гемопоез при введенні арсену						Гемопоез при зниженому тиску без введення арсену		
При зниженому тиску			При нормальному тиску			Гемопоез при зниженому тиску без введення арсену		
Кількість еритроцитів (в тисячах)			Кількість еритроцитів (в тисячах)			Кількість еритроцитів (в тисячах)		
До дослід-ду	Після дослід-ду	Різниця	До дослід-ду	Після дослід-ду	Різниця	До дослід-ду	Після дослід-ду	Різниця
8.016	10.470	+ 2.454	8.870	8.670	— 200	8.170	9.210	+ 1.040
7.885	10.150	+ 2.265	8.710	7.530	— 1.140	9.230	9.570	+ 330
8.856	10.400	+ 1.544	7.470	6.230	— 1.240	8 040	8.190	+ 150
8.240	9.310	+ 1.070	7.590	6.130	— 1.460	6.930	7.090	+ 160
7.640	9.690	+ 2.050	8.710	7.380	— 1.330	—	—	—
7.880	10.988	+ 3.108	10.280	9.200	— 1.080	8,010	8.630	+ 620
8 800	11.650	+ 2.850	8.960	6.820	— 2.140	—	—	—
8.500	9.790	+ 1.290	7.530	4.575	— 2.955	—	—	—
7.240	7.580	+ 340	8.610	6.310	— 2.300	—	—	—
7.610	7.240	— 370	10.870	5.840	— 5.030	—	—	—
7.690	7.930	+ 240	8.960	6.820	— 3.938	—	—	—
9.070	6.810	— 2.280	10.350	5.786	— 4.570	—	—	—
6.670	7.110	+ 440	7.340	7.620	+ 280	—	—	—
—	—	—	7.840	8.340	+ 500	—	—	—
—	—	—	7.050	7.170	+ 120	—	—	—

Якщо добуті дані потвердяться, цей метод можна буде використувати для профілактичних заходів.

Состояние неакклиматизированного организма в условиях горного и высокогорного климата*.

Проф. Н. Н. Сиротинин.

*Институт клинической физиологии (директор — акад. А. А. Богомолец)
Украинской академии наук.*

Поставив задачей изучение состояния неакклиматизированного организма в условиях горного климата, мы предприняли в разное время шесть экспедиций: в 1930 году — на Эльбрус, в 1931 году — на Памир, в 1932 году — на Казбек, в 1933 году — на Памир, в 1934 году — на Казбек и комплексную экспедицию Украинской академии наук и Украинского института экспериментальной медицины на западную вершину Эльбруса (1935 г.).

Согласно литературным данным и нашим собственным исследованиям, высоты до 3000 м в громадном большинстве случаев не вызывают патологических явлений. Организм здесь приспособляется к недостатку кислорода за счет усиления легочной вентиляции и кровообращения, причем у различных лиц характер этой компенсации сильно варьирует: у неакклиматизированных при этом наблюдается усиление обмена. Согласно данным первой экспедиции, такая компенсация может сопровождаться усилением психических функций. Точность движения, регистрируемая тестом Торндайка, уже на этой высоте часто уменьшается. Данные о работоспособности по динамометру не дают ничего характерного.

Работоспособность, регистрируемая эргографом, несколько снижается. Биохимическое зеркало крови в отношении молочной кислоты, остаточного азота и глютиона не дает каких-либо изменений в сравнении с таковым при работе на уровне моря. После кратковременного физического утомления может наступать сдвиг R_n крови в сторону алкалоза, что, повидимому, следует связать с выраженной гипервентиляцией (данные Украинской комплексной экспедиции). После такого утомления обычно появляются слабые признаки горной болезни.

Высота в 4000 м у большинства неакклиматизированных вызывает патологические явления, как следствие наступающей аноксической аноксемии. Остаточный азот крови и молочная кислота при этом не выходят за пределы нормы (данные Украинской экспедиции); R_n крови остается без изменения или имеет тенденцию к ацидозу; в случаях с явно выраженной горной болезнью наблюдается алкалоз (данные третьей и шестой экспедиций). Глютион крови резко повышается с наступлением акклиматизации, до этого он повышается незначительно. Кратковременное физическое упражнение в виде 30 приседаний в минуту не вызывает каких-либо более резких сдвигов в содержании молочной кислоты и остаточного азота крови в сравнении с таковыми на уровне моря; R_n крови при этом в большинстве случаев смещается в щелочную сторону, что, повидимому, следует связать с гипервентиляцией. В редких случаях такая гипервентиляция возникает и без утомления. Работоспособность неакклиматизированного организма на высоте 4000 м явно подавляется; 30-кратное приседание в минуту вызывает уже довольно сильное утомление, а для некоторых становится невыполнимым. На

* Доклад на I конференции по изучению высокогорного климата, созванной УИЭМ'ом 17 марта 1936 г. в Харькове.

этой высоте у неакклиматизированных наблюдается увеличение ретенции воды, что сказывается на уменьшении мочеотделения после нагрузки в один литр. При акклиматизации наблюдается противоположное явление — усиление мочеотделения.

На высоте свыше 4000 м имеет место резкое угнетение всех психических функций.

Пребывание не менее суток на высоте в 5000 м вызывает у неакклиматизированных лиц горную болезнь. При этом всегда имеются нарушения в дыхании и кровообращении, которые выражаются в гипервентиляции, в наклонности к Чейн-Стоксовскому дыханию, аритмии, венозному застою и в других патологических признаках. Если организм до этого проделал тяжелую работу, может наступить смерть от паралича сердца. Остаточный азот и молочная кислота крови не представляют характерных изменений. Тридцатикратные приседания дают примерно такие же изменения крови в отношении этих веществ, как и на уровне моря. Нагрузка в виде 50 г желатина может обусловить появление аминокислот в моче, но это не ведет к появлению горной болезни. Рн крови имеет явную тенденцию к алкалозу. После физической работы этот алкалоз усиливается. Прием 15 г лимонной кислоты ослабляет симптомы горной болезни и может ее предотвратить.

Исследование остаточного азота, молочной кислоты, Рн и глутатиона крови, проведенное до и после утомления в баро-камере на участниках Украинской высокогорной экспедиции при атмосферном давлении, соответствующем таковому на высотах Эльбруса, дало принципиально такие же результаты, однако после утомления нарастание остаточного азота и молочной кислоты в этом случае было больше; вместе с тем явления болезни высоты были значительно слабее, а в некоторых случаях отсутствовали вовсе. На этом основании в связи с вышеприведенным можно полагать, что накопление этих веществ не стоит в патогенетической зависимости с горной болезнью.

Третья и четвертая экспедиции обнаружили на больших высотах распад эритроцитов в виде появления гемоглобина и желчных пигментов в крови. В первые дни пребывания на горных высотах у крыс и свинок удалось установить абсолютное уменьшение эритроцитов. Весьма возможно, что перед увеличением эритроцитов на высотах наступает их распад. Согласно ряду авторов продукты распада эритроцитов стимулируют кроветворение. Введение раствора natr. arsenici , обуславливающего гемолиз, ведет у мышей при пониженном давлении к усиленному нарастанию числа эритроцитов.

Etat d'un organisme non acclimaté dans les conditions d'un climat de montagnes et à de grandes altitudes.*

Prof. N. N. Sirotinine.

Institut de physiologie clinique (directeur — acad. A. A. Bogomoletz) de l'Académie des Sciences d'Ukraine.

Nous étant proposé d'étudier le comportement de l'organisme dans les conditions d'un climat de montagnes, nous avons entrepris six expéditions:

* Communiqué à la 1-ère Conférence consacrée aux recherches sur le climat de montagnes convoquée par l'UIEM le 17 Mars 1936 à Kharkov.

en 1930 sur l'Elbrouz, en 1931 — sur le Pamir, en 1932 — sur le Cazbek, en 1933 — sur le Pamir, en 1934 — sur le Cazbek, et une expédition organisée en commun par l'Académie des sciences et de l'Institut de médecine expérimentale d'Ukraine sur le sommet ouest de l'Elbrouz (1935).

D'après les documents de la littérature et les observations que nous avons pu faire, les altitudes ne dépassant pas 3000 m. ne causent pas de phénomènes pathologiques dans la majorité des cas. L'organisme s'adapte ici au manque d'oxygène au prix d'une plus grande activité de la ventilation pulmonaire et de la circulation; le caractère de cette compensation varie d'une personne à l'autre, chez les personnes non acclimatées le métabolisme devient beaucoup plus actif. La première expédition a montré qu'une telle compensation peut être accompagnée d'une plus grande activité des fonctions mentales. La précision des mouvements, mesurée à l'aide du test de Thorndyke diminue sensiblement déjà à cette altitude. Ce test de la capacité de travail, mesurée au dynamomètre, ne donne rien de particulier. La capacité de travail, enregistrée à l'aide de l'ergographe, est un peu diminuée. Le tableau biochimique du sang sous le rapport du taux d'acide lactique, d'azote résiduel et de glutathion n'a pas de différence sensible avec celui dans le travail au niveau de la mer. Après une fatigue physique de courte durée une modification du P_H du sang dans le sens de l'alcalose peut se produire, ce qui est lié, selon toute évidence, à une hyperventilation marquée (résultats de l'expédition Ukrainienne mixte). Une telle fatigue est généralement suivie de symptômes légers du mal de montagne.

Une altitude de 4000 m. cause chez la plupart des personnes non acclimatées des phénomènes pathologiques comme conséquence d'une anoxémie commençante. L'azote résiduel et l'acide lactique restent dans les limites normales (résultats de l'expédition Ukrainienne mixte); le P_H du sang n'est pas modifié, ou dévie légèrement vers l'alcalose; dans le cas du mal de montagne nettement exprimé une alcalose se manifeste (résultats de la 3-e et 6-e expéditions). Le glutathion du sang augmente considérablement avec l'acclimatisation; avant celle-ci il n'augmente que très faiblement. Un exercice physique de courte durée sous forme de 30 flexions des genoux par minute ne provoque pas de modifications brusques du taux d'acide lactique et de celui d'azote résiduel par comparaison avec celui au niveau de la mer; le P_H du sang dans ce cas se déplace vers l'alcalose, ce qui, selon toute évidence, peut être pris en rapport avec l'hyperventilation. Dans de rares cas une telle hyperventilation peut avoir lieu sans qu'il y ait fatigue. La capacité de travail d'un organisme non acclimaté à une hauteur de 4000 mètres baisse visiblement; 30 flexions des genoux par minute provoquent une fatigue très appréciable et chez certains sujets deviennent une tâche impossible. Dans ces altitudes chez les sujets non acclimatés on peut noter une augmentation de la rétention d'eau, ce qui se traduit par une diminution de la quantité d'urines évacuées après l'absorption de litre d'eau. L'acclimatisation produit l'effet contraire — une augmentation de la quantité d'urines.

A des altitudes dépassant 4000 m. il se manifeste une inhibition brusque de toutes les fonctions mentales.

Un séjour de 24 heures à une hauteur de 5000 m. provoque le mal de montagnes chez les personnes non acclimatées accompagné de troubles dans la respiration et la vascularisation qui se manifestent par une hyperventilation, une respiration de Cheyne-Stoke, une arythmie, une stase veineuse et d'autres symptômes pathologiques. Si l'organisme avait fourni préalablement un travail physique exténuant, la mort par paralysie cardiaque peut survenir. L'azote résiduel et l'acide lactique dans le sang ne pré-

sentent pas de modifications particulières. Trente flexions des genoux par minute ont pour suite des mêmes modifications dans le sang relativement à ces substances qu'au niveau de la mer. L'ingestion de 50 gr. de gélatine peut amener l'apparition d'acides aminés dans les urines, sans toutefois provoquer le mal de montagnes. Le P_H du sang témoigne d'une tendance très nette vers l'alcalose. Celle-ci augmente considérablement après un travail physique. Une ingestion de 15 gr. d'acide citrique calme les symptômes du mal de montagnes et peut même le prévenir.

Le dosage de l'azote résiduel, de l'acide lactique, du P_H et du glutathion du sang, fait avant et après un travail fatigant dans une chambre à essais barométrique chez les participants de l'expédition alpestre d'Ukraine dans les conditions de pression barométrique analogues à celles d'Elbrouz, donna les résultats sensiblement les mêmes; cependant l'augmentation d'azote résiduel et d'acide lactique dans ce cas était plus considérable et, de ce fait, les symptômes du mal d'altitude étaient plus faibles ou même manquaient totalement. Ces constatations permettent de conclure que l'accumulation de ces substances n'est pas en corrélation pathogénique avec le mal de montagnes.

La troisième et la quatrième expéditions révélèrent à de grandes altitudes une désagrégation d'érythrocytes sous forme d'apparition d'hémoglobine et de pigments biliaires dans le sang. On a réussi de constater chez les rats et des cobayes, pendant les premiers jours passés à de grandes altitudes, une diminution du nombre absolu d'érythrocytes. Il est possible qu'une désagrégation d'érythrocytes précède l'augmentation de leur nombre à de grandes altitudes. Plusieurs auteurs affirment que les produits de désagrégation d'érythrocytes stimulent les fonctions hémopoïétiques. Une injection de la solution de Natri arsenici qui provoque l'hémolyse, aboutit chez les souris, avec une plus basse pression, à une forte augmentation du nombre d'érythrocytes.

Вплив сходження на Ельбрус на рівень молочної кислоти крові*.

Г. Є. Владіміров, І. М. Дедюлін, З. А. Райко.

Кафедра біохемії (зав.— проф. І. М. Дедюлін) Кримського медичного інституту.

Вивчити зміни кількості молочної кислоти крові при високогірних сходженнях дуже цікаво. Знижений атмосферний тиск спричиняє істотні зрушення в газово-електролітній рівновазі крові. В результаті цих зрушень слід очікувати на наростання молочної кислоти в організмі, а значить, і в крові.

Недостатнє постачання тканинам кисню, за дослідженнями багатьох авторів (Аракі, 1892—1895; Саїкі і Ванаіама, 1901; Ієрвелл, 1928, та ін.), спричиняється, як правило, до збільшення молочної кислоти крові. Уже на висоті 4330 м насичення гемоглобіну киснем становить звичайно 85—88% (Баркрофт). При великих висотах (5000—5500 м) насичення гемоглобіну киснем може знижуватись до 70—75%. Брак кисню, посилюючи вентиляцію легенів, спричиняє зниження парціального тиску вуглекислоти в альвеолярному повітрі. А зниження напруження CO_2 в альвеолярному повітрі спричиняється, згідно з рівнянням Гендерсон-Гассельбаха, до зрушення реакції крові в лужному напрямі.

У високогірних місцевостях, як правило, спостерігається зниження лужного резерву, тобто зменшення кількості бікарбонатів крові (Абдергальден, Кочнева, Лондон, Леві, 1927 року; Биков і Мартінсон, 1933 р.; Сиротінін і Тімофєєва, 1934 р.), а втім, на більших висотах (понад 4000 метрів) зниження напруження CO_2 так різко виявлене, що перекидає зворотний вплив зменшення бікарбонатів на реакцію крові.

На висотах у 4330 м—5015 м зрушення Рн звичайно становить 0,1—0,25 в напрямі підвищення (Баркрофт, Сиротінін, Тімофєєва, 1933 р.). Подібні значніші зрушення Рн крові в лужному напрямі, як показали праці Анрепа, Кеннена, Еглетона і Л. Еванса 1930 року та ін., також можуть бути причиною збільшення молочної кислоти крові.

Безпосередні експерименти Баркрофта, Кеміс, Маттісон, Робертс і Ріффель (1914 р.), Лакера (1924 р.), Бойченка (1933 р.) і Крестовнікова (1933 р.), нарешті, великий матеріал, зібраний нами 1934 року (Владіміров і Райко), справді показали значне наростання молочної кислоти як в стані спокою, так і при м'язовій роботі. Як показав наш матеріал, підвищення її таке значне, що це має спричинити велике зниження резервної лужної крові, а, значить, і зменшити зрушення реакції крові. Молочна кислота наближено відбиває і рівень її в тканинах, а тому нагромадження молочної кислоти в крові свідчить про збільшення в кисло-лужному господарстві організму того доданку, який зумовлює зрушення реакції в кислому напрямі.

* Доповідь на I конференції Українського інституту експериментальної медицини в справі вивчення високогірного клімату 17 березня 1936 р. в Харкові (за матеріалами експедиції на Ельбрус 1934 і 1935 рр. і кафедри біохемії Кримського медичного інституту).

Стан кислотно - лужного господарства організму, впливаючи на дихальну функцію крові, тим самим повинен мати істотне значення для виявлення або відсутності симптомів гірської хвороби. Оптимальні умови кислотно - лужної рівноваги для постачання тканинам кисню ще не можна вважати за з'ясовані, хоча деякі автори твердять, що зрушення в напрямі алкалозу є для цього несприятливе.

Отже, підвищення рівня молочної кислоти крові є, з одного боку, симптомом аноксемії і акапнії, з другого — є причиною істотно важливих зрушень кислотно - лужної рівноваги. Змінам молочної кислоти при м'язовій роботі під час високогірного сходження досі віддавалось дуже мало уваги. А втім дуже цікаво з'ясувати, як в умовах розрідженої атмосфери впливає на баланс продукції молочної кислоти та її ресинтезу м'язова робота і як швидко нагромаджена молочна кислота зникає під час стану м'язового спокою. Практично дуже цікаве чергування сходження і відпочинку, що здійснюється під керівництвом досліджених альпіністів та інструкторів у гірському поході. А тому ми взялися дослідити за етапами, на рівні різної висоти (від 2200 до 5595 метрів), вплив сходження на Ельбрус в умовах гірського походу.

Експерименти поставлено на учасниках альпініади. Першу серію визначень молочної кислоти проведено в Терсколі (висота 2200 м) у таборі, де учасники альпініади відпочивали після свого зірчастого переходу до підніжжя Ельбруса. Кров зібрано на передодні виступу колони до вершини. Експериментальні особи перед забиранням крові були в стані відносного спокою, тобто не виконували ніякої значної м'язової роботи (дозволялось стояння і повільне пересування з місця на місце). Кров забиралося з м'якуша пальця після уколу голкою Франка. Забирання 1 куб. см крові звичайно тривало 3-4 хвилини. Час забирання крові — від 5 до 7 годин вечора 22 серпня.

Наступний етап забирання крові — „Кругозор“ (висота 3200 м). У кожного з експериментальних осіб при цьому взято три проби крові: зараз же після сходження на „Кругозор“, через 15 хвилин і через 30 хвилин. Кров забиралося приблизно о 7 годині вечора 23 серпня.

Третій етап — це „Притулок 11“ (висота 4200 м). Кров забиралося так само, як і на „Кругозорі“. Час забирання крові — приблизно 11 годин дня 24 серпня.

Четвертий етап — „Сідловина“ Ельбруса на висоті 5300 метрів. Кров забиралося об 11-12 годині дня 26 серпня.

Нарешті, у двох експериментальних осіб кров забрано того ж дня, о 2-3 годині дня на східній вершині Ельбруса — на висоті 5595 метрів.

На „Сідловині“ брати кров було дуже важко. Через різкий холодний вітер оголені кисті рук в експериментаторів дубіли. Кров брати з пальця було важко, вона замерзала в піпетці. При забиранні крові експериментальні особи лягали на спеціально взятий для цього спальний мішок. На вершині був протягнений плащ для захисту від вітру. Помічник експериментатора власними руками зогрівав піпетку.

Зібрану кров переводилось у пробірку з 5 куб. см сумішки (3 куб. см води + 1 куб. см 4,5% розчину цинк - сульфату + 1 куб. см 0,1 N 0,2 розчину NaOH). І цією сумішкою піпетку ретельно споліскувалось. Пробірка з кров'ю транспортувалась на „Кругозор“, де цю кров аналізувалось.

Білки крові осаджувались цинк - гідроксидом при нагріванні, як це запропонували Владіміров, Дмитрієв і Урінсон (1932). За цією методикою аналіз провадиться з 1,5 куб. см крові. Значно вищий рівень молочної кислоти крові в людей, які перебувають на горах, дає змогу з не меншою точністю робити визначення в 1 куб. см і навіть в 0,5 куб. см. А тому, як правило, ми забирали 1 куб. см крові, переводили її в пробірку з 5 куб. см згаданої суспензії цинк - гідроксиду. В лабораторії цю сумішку з кров'ю кількісно переводили в 12 куб. см сумішки, яка складалася з 4 куб. см 0,1 N 0,2% розчину NaOH і знаходилася в Гагедорнівській пробірці. Гагедорнівські пробірки ставилося на 5 хвилин у кип'ячий водяний огрівник. Після осадження білків рідину

відфільтровувалось у вимірні циліндри; пробірки і фільтри два рази промивалось 3-4 куб. см води. Для осадження вуглеводів до фільтрату додавалось 4 куб. см 8% розчину мідь II-сульфату і 4 куб. см суспензії СаО у воді в пропорції 1:3. Після осадження вуглеводів вимірену кількість фільтрату аналізувалось на молочну кислоту за методом Фрідемана і Котоніо (1927 р.). Повітря через апарат і одночасно вода через холодильник проходили за принципом сифону і системи двох десятилітрових бутлів. Вода, вживана для приготування реактивів і проведення аналізу, привозилась з льодовні. Як показали контрольні визначення, ця вода була цілком задовільна і в сліпому експерименті дає незначні і сталі величини.

Перша серія визначення рівня молочної кислоти в експериментальних осіб, які перебували в Терсколі, мала бути вихідним пунктом для оцінки даних, здобутих на інших етапах. Висота Терскола (2200 м) недостатня для виявлення виразних зрушень у газово-електролітній рівновазі крові, особливо в умовах без значної м'язової роботи. Кров в експериментальних осіб бралась в стані відносного м'язового спокою. Після закінчення мертвої години експериментальні особи приходили до намету, де й бралась кров. Здобуті дані подано в табл. 1.

Табл. 1. Молочна кислота крові (в м%) в експериментальних осіб в стані спокою на висоті 2200 м (Терскол, 22 серпня).

Прізвище	Молочна кислота	Прізвище	Молочна кислота
А.	23,5	Є.	22,8
Б.	21,9	К.	18,6
Б.	16,3	К.	18,0
В.	28,7	Л.	22,9
Г.	25,8	М.	23,5
Г.	22,1	П.	19,7
Д.	26,5	С.	21,4
		С.	22,5

З цієї таблиці видно, що рівень молочної кислоти в обслідуваних 15 чол. коливався від 16,3 до 28,7 мг%. Зважаючи на те, що експериментальні особи не були в стані абсолютного спокою і що подані цифри лише трохи перевищували цифри, здобуті в аналогічних умовах на рівні моря, ми не маємо підстав твердити, що перебування на висоті 2200 м підвищує молочну кислоту при м'язовому спокої.

Дальшу серію експериментів проведено на „Кругозорі“ (висота 3200 м). Віддаль між Терсколом і „Кругозором“—4 км, різниця по вертикалі—1000 м, крутість для сходження на останніх 800 м дуже велика і рівномірна. Шлях—добре торована стежка.

У цьому сходженні брали участь 6 експериментальних осіб. З них двоє прийшли на 2 год. дня. Решта (4 експериментальних осіб), у складі колони, підійшли під вечір. Час, витрачений на сходження в обох груп, був різний. Перша група витратила на сходження 4 години, друга, яка йшла у складі колони,—приблизно 3 $\frac{1}{2}$ години. Обидві групи підіймались в альпійському спорядженні з рюкзаками і спальними мішками (загалом 14—16 кг ваги). Кров забиралось зараз же, через 15 хвилин і через 30 хвилин після прибуття на „Кругозор“. Результати дослідження крові подано в табл. 2.

Табл. 2. Молочна кислота крові (в м^г%) при сходженні з висоти 2200 м (Терскол) на висоту 3200 м („Кругозор“).

Прізвища	Зараз же	Через 15 хв.	Через 30 хв.	Примітка
П.	51,1	61,3	40,2	Сходження протягом 2 год.
В.	51,2	48,1	64,2	Те ж саме
В.	18,6	18,4	18,0	Сходження протягом 3 ¹ / ₂ год.
Г.	25,6	17,4	19,8	Те ж саме
К.	18,6	25,8	23,1	
Л.	17,5	19,3	23,6	

Цифри табл. 2 показують різницю в хемії крові між двома групами: першою, яка сходила самостійно, і другою, яка сходила у складі колони під керівництвом інструктора. В першій групі осіб спостерігалось значне підвищення рівня молочної кислоти крові. Це підвищення зберігається протягом 15 хвилин і навіть 30 хвилин і свідчить про те, що процеси ресинтезу молочної кислоти вже на висоті „Кругозора“ помітно порушені. У другій групі, навпаки, цифри молочної кислоти не виходять за межі тих, які здобуто на Терсколі. Отже, досвідчене керівництво маршем у горах на інтервалі 2200—3200 м, яке полягає насамперед в правильно взятому темпі сходження і правильному чергуванні періодів сходження і зупинок, дає дуже показові результати щодо взятого нами біохемічного критерію.

Третій етап досліджень — це експерименти, проведені на „Притулку 11“ (висота 4200 м).

Віддаль між „Кругозором“ і „Притулком 11“ — приблизно 7 км, а по вертикалі — 1000 м, при чому круті піднесення чергуються з положистими; шлях — почасти моренами, почасти льодовиком, почасти сніжними схилами — увесь час торованою стежкою. Друга частина шляху була важка, особливо вдень, бо ноги на сніжному схилі іноді ковзаються, іноді провалюються. Сходження проведено протягом 7 годин. Під експериментом було 2 чол. Результати зведено в табл. 3.

Табл. 3. Молочна кислота крові (в м^г%) при сходженні з висоти 3200 м („Кругозор“) до висоти 4200 м („Притулок 11“).

Прізвища	Зараз же	Через 15 хв.	Через 30 хв.
А.	35,8	33,5	38,5
Е.	34,4	35,8	30,9
Д.	46,6	—	—
О.	48,1	36,2	42,3

Відмінно від даних, здобутих на „Кругозорі“, на цьому етапі шляху всі експериментальні особи дають значне підвищення рівня молочної кислоти крові. При цьому високий рівень молочної кислоти залишається і через 15 хвилин і через 30 хвилин відпочинку після сходження.

Четверту серію експериментів проведено далі на „Сідловині“ (висота 5315—5340 м). Сходження від „Притулку 11“ до „Сідловини“ по вертикалі становить понад 1100 м, віддаль — приблизно 5 км. Крутість піднесення рівномірна на всьому шляху. Проте, коли на „Сідловині“ йдуть у халупку „Інтуриста“, останні 500 м доводиться пройти по горизонталі і навіть з невеличким спуском. Халупка знаходиться на висоті

5315 м. Сходження з „Притулку 11“ починається вночі. Воно триває $9\frac{1}{2}$ год. Шлях дуже важкий через крутість схилів, через те, що ноги провалюються в сніг і, що дуже істотно, через значне розрідження атмосфери. У двох експериментальних осіб (у В. і П.), які підіймалися разом з нами, кров взято в халупці „Інтуриста“ і не зразу після закінчення сходження на висоту 5300 м, а після $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ км ходьби без підймання. Перший раз кров взято через 5 хвилин після приходу, другий — через 30 хвилин. Слід при цьому відзначити, що в одній з експериментальних осіб (В.) при цьому у виразній формі виявились симптоми гірської хвороби (головний біль, нудота). В експериментальних осіб другої групи, які підіймалися у складі колони альпініади, кров взято зараз же після досягнення їх на „Сідловину“ із сходженням на 2-3 десятки метрів на схил східної вершини Ельбруса. Кров бралось на розісланих на снігу спальних мішках.

Результати експериментів подано в табл. 4.

Табл. 4. Молочна кислота крові (в м^г/%) при сходженні з висоти 4200 („Притулок 11“) до висоти 5300 („Сідловина“).

Прізвища	Зараз же	Через 15 хв.	Через 30 хв.	Примітка
В.	35,2	—	29,2	Кров взято в халупці „Інтуриста“, першу пробу взято через 5 хв.
П.	33,1	—	—	
Б.	73,3	38,6	45,0	—
В.	60,0	42,5	53,2	
Є.	50,6	73,7	65,0	

Цифри табл. 4 знов таки, як і цифри табл. 2, дають нам різку різницю між двома групами експериментальних осіб, але вже в зворотному співвідношенні. У перших двох експериментальних осіб, які перед взяттям крові, крім сходження, ще пройшли півкілометра до халупки „Інтуриста“ без підймання, молочна кислота крові підвищена незначно. У другої групи з 3 чол., які йшли у складі колони і спинялися на постійку зараз же на схилі вершини, рівень молочної кислоти доходить дуже великої висоти. Слід відзначити, що в цьому разі високий рівень молочної кислоти довго зберігається, проте, в ньому помітні незакономірні коливання в обох напрямках.

Останні експерименти на вершині проведено того ж дня через 3 години. Для цього нам довелося випередити колону і на вершині розбити бівак для взяття крові. Сходження на східній вершині круте, іти доводилось почасти глибоким снігом, почасти скелями. Сходження від „Сідловини“ до східної вершини Ельбруса по вертикалі становить приблизно 300 м. Значне розрідження повітря дуже утруднює сходження на цю частину Ельбруса і дуже уповільнює його. Темп сходження тут повільний і через кожні 4—10 кроків доводилось робити короткі зупинки.

Результати визначення молочної кислоти крові, взятої на вершині, подано в табл. 5.

Табл. 5. Молочна кислота крові (в м^г/%) при сходженні з висоти 5315 м („Сідловина“) до висоти 5595 м (східна вершина Ельбруса).

Прізвища	Зараз же	Через 15 хв.	Через 30 хв.
Г.	48,0	52,0	34,4
А.	39,1	71,6	—

Рівень молочної кислоти знов таки високий, при чому при 15-хвилинному відпочинку він не тільки не падає, а навіть зростає.

Частину здобутих нами даних можна було б передбачити на підставі вказівок літератури; деякі ж здобуті нами результати були несподіваними, а тому вимагають до себе особливої уваги. Відсутність підвищення або невиразна зміна молочної кислоти крові в умовах м'язового спокою на висотах 2200—3200 м (Терскол і „Кругозор“) узгоджуються з літературними даними. Такі ж результати здобув Ріффль в експедиції Баркрофта на висоті 3000 м (Баркрофт та ін., 1915 р.). Навпаки, важко було очікувати, що сходження на „Кругозор“ у складі колони учасників альпінади не дасть ніякого зрушення молочної кислоти крові. Тут же в умовах значного розрідження атмосфери підтвердився цей факт, який у праці Владімірова, Дмитрієва і Урінсон (1933 р.) був доведений в лабораторних умовах, а саме: тривала розмірена м'язова робота, навіть значна своєю величиною, яка навіть спричиняє значне м'язове стомлення, може не дати збільшення молочної кислоти крові, якщо експериментальна особа досить тренувана. Результати експерименту на „Кругозорі“ свідчать, поперше, про те, що учасники альпінади були добре тренувані на час сходження, подруге, про те, що сходження на „Кругозор“ проведено під керівництвом досвідченого інструктора. Не зважаючи на аналогічне попереднє тренування, гарним контролем є дані на двох експериментальних особах (В. і П.), які самостійно підіймалися і трохи поспішали під час сходження. В цьому випадку ми маємо різке піднесення молочної кислоти крові з різко затриманим ресинтезом.

На висоті 4200 м („Притулок 11“) розрідження атмосфери так різко виявлене, що, не зважаючи на ще більш уповільнений темп сходження, рівень молочної кислоти підноситься від 35 до 40 мг%. При цьому спостереження протягом 15—30 хвилин після сходження показує, що це підвищення залежить не так від м'язової роботи, як від переходу організму в новий стан, у зв'язку з більшою висотою. У своїй праці Гартман і Муралт (1934) відзначають також із здивуванням, що тривала м'язова робота на висоті 3460—4100 м спричиняє незначне підвищення молочної кислоти відповідно до рівня цієї кислоти під час спокою. Ці взаємовідношення ще гостріш виявлені в експериментах на більшій висоті на „Сідловині“ і на „Вершині“.

Рівень молочної кислоти крові на цих висотах ще вищий і відпочинок часто не тільки не дає зниження, а й іноді навіть підвищує молочну кислоту крові. Підвищення рівня молочної кислоти на цих висотах таке значне, що цим можна пояснити чималою мірою зниження лужного резерву.

Щодо співвідношення між рівнем молочної кислоти і виявленням симптомів гірської хвороби, то наші спостереження недостатні. Проте, слід звернути увагу, що на „Сідловині“ в П. і особливо в В. були виразні вияви гірської хвороби при низькому рівні молочної кислоти. Це спостереження не суперечить поширеній думці про бажаність введення в організм органічних кислот.

Цікаві зміни молочної кислоти в В. і П.—відносно низькі цифри її. Особливість забирання крові в них полягає в тому, що перед забиранням крові вони приблизно $\frac{1}{2}$ км йшли без підймання. Число експериментів надто незначне, щоб на підставі їх можна було робити будь-які висновки. Але як припущення, яке треба перевірити, можна висловити ось що. В деяких випадках, а саме тоді, коли зараз же за інтенсивнішою м'язовою роботою слідує менш інтенсивна, рівень молочної кислоти крові може знизитися навіть більше від тих величин, які спостерігаються в горах при м'язовому спокої. На користь цього припущення свідчить

те, що аналогічні співвідношення можна було спостерігати в експериментах з собаками: при повторній м'язовій роботі рівень молочної кислоти після роботи поступово знижувався до цифр нижчих, ніж ті, які визначалося до початку роботи (Владіміров, Дмитрієв і Урінсон, 1933). В експериментах з людьми (Владіміров, Дмитрієв, Некрасов, Савченко, Урінсон — 1934) цей феномен виявляється значно менш виразно і закономірно, але все таки вдається не тільки його виявити, а й одночасно відзначити зміну величини дихального коефіцієнту.

Незначність зрушень рівня молочної кислоти в крові при тривалій і розміреній м'язовій роботі є фактор парадоксальний. Якщо в стані спокою наростання молочної кислоти в крові пов'язано безпосередньо або посередньо з браком кисню, то при м'язовій роботі цей брак повинен поглибитися, а значить, має спостерігатися різке збільшення кількості молочної кислоти в крові. Проте, цього нема. Таку поведінку молочної кислоти важко зрозуміти, якщо не припустити, що у високогірному кліматі в організмі при м'язовій роботі відбуваються зрушення в хемічній динаміці загального обміну, зрушення, які полягають або в посиленні зникнення молочної кислоти або в меншому утворенні молочної кислоти. Але в якій мірі це правильно і в якій мірі це залежить від м'язів, в якій мірі від печінки, крові та інших тканин, — усе це потребує додаткових як лабораторних експериментів, так і експериментів з високогірними сходженнями.

*Влияние восхождения на Эльбрус на уровень молочной кислоты крови **

Г. Е. Владимиров, И. М. Дедюлин, Э. А. Райко.

Кафедра биохимии (зав. — проф. И. М. Дедюлин) Крымского медицинского института.

Изучение уровня молочной кислоты в крови на различных этапах подъема на Эльбрус (опыты Г. Е. Владимирова и И. М. Дедюлина на такой высоте) приводит к следующим соотношениям.

Содержание молочной кислоты при мышечном покое на высоте до 3000 м включительно не увеличивается. На высоте 4200 м и выше наблюдается значительное повышение ее. При мышечной работе на больших высотах прирост молочной кислоты незначителен.

Этот незначительный прирост как при кратковременной (одноминутной) напряженной, так и, в особенности, при продолжительной умеренной мышечной работе (восхождение) является фактом парадоксальным, не укладывающимся в рамки Hill - Meyerhof'ской схемы. Исходя из этой схемы, можно было ожидать, что при пониженной скорости поступления кислорода в ткани после однородной работы в горах должен быть бо́льший «кислородный долг», чем на равнине. Ресинтез гликогена из молочной кислоты также замедлен. Все это должно вызывать значительное накопление молочной кислоты в крови, которое, однако, не наблюдается.

Эти результаты позволяют отвести точку зрения Баркрофта, считавшего повышение в горах молочной кислоты крови следствием изменений физико-химического порядка, и выдвинуть наиболее вероятное объяснение этим изменениям — меньшее образование ее при мышечной работе в горах, чем на равнине.

* Доклад на I конференции по изучению высокогорного климата, созванной УИЭМ'ом 17 марта 1936 года в Харькове.

Наконец, анализ полученных данных приводит к заключению, что уровень молочной кислоты крови при мышечном покое и после мышечной работы, отражая состояние различных систем органов и тканей, может зависеть от сложных физиологических соотношений.

Influence de l'ascension sur l'Elbrouz sur le taux d'acide lactique dans le sang.*

G. E. Vladimirov, I. M. Déduline, Z. A. Rayko.

Chaire de biochimie (chef — prof. I. M. Déduline) de l'Institut de médecine de Crimée.

Les recherches sur les taux d'acide lactique dans le sang aux différentes étapes de l'ascension sur l'Elbrouz (expériences, faites par G. E. Vladimirov et I. M. Déduline) ont fourni les résultats suivants.

Le taux d'acide lactique à l'état de repos musculaire à une altitude jusqu'à 3000 m. n'augmente pas; à partir de 4200 mètres il augmente sensiblement. Le travail musculaire à de grandes altitudes produit une légère augmentation d'acide lactique. Cette augmentation insignifiante de la teneur en acide lactique à la suite d'un travail intense de courte durée et surtout pendant un travail musculaire prolongé et régulier (ascension) est un fait paradoxal qui ne rentre pas dans les cadres du schéma de Hill-Meyerhof.

D'après ce schéma on pouvait s'attendre qu'avec la diminution de l'approvisionnement des tissus en oxygène un travail régulier dans les montagnes créerait une plus grande dette d'oxygène que dans la plaine. La resynthèse du glycogène avec l'acide lactique est également ralentie. Tout ceci aurait dû provoquer une accumulation considérable d'acide lactique dans le sang, ce qui en réalité n'a pas lieu.

Ces observations permettent de réfuter l'opinion de Barcroft qui voyait dans l'augmentation du taux d'acide lactique dans le sang à de grandes altitudes un résultat de modifications d'ordre physico-chimique et d'avancer une explication plus plausible de ce fait par une formation moins active d'acide lactique après un travail physique dans les montagnes que dans la plaine.

Enfin, l'analyse des résultats permet de conclure que le taux d'acide lactique dans le sang à la suite d'un travail physique et à l'état de repos, reflétant l'état de différents systèmes d'organes et de tissus, peut être fonction de corrélations physiologiques complexes dans l'organisme.

* Communiqué à la 1-ère Conférence consacrée aux recherches sur le climat de montagnes convoquée par l'UIEM le 17 Mars 1936, à Kharkov.

Вплив стрибків з парашутом на деякі хемічні складові частини крові й сечі*.

І. М. Дедюлін, А. С. Корнеев, А. І. Степанова і
Р. М. Бродська.

Кафедра біохемії (зав.— проф. І. М. Дедюлін) Кримського медичного інституту.

Парашутний стрибок пов'язаний із значним нервово-психічним напруженням. Усі етапи навчання стрибкам, починаючи з першого польоту для ознайомлення, далі—одержання парашута, чекання черги на літаку і кінчаючи стрибком з наступним приземленням, супроводяться характерною емоціональною реакцією у формі почуття тривожного очікування і напруженості. Особливо великий тривожний стан буває в деяких осіб в момент чекання черги перед стрибком. В деяких випадках він виявляється в депресії, а в деяких—у підвищеній збудливості. Це дуже часто супроводиться прискоренням пульсу до 140 ударів на 1 хвилину, підвищенням кров'яного тиску як максимального, так і мінімального. Нерідкі випадки появи почуття жару й ознобу, серцебиття, іноді бувають болі в ділянці серця, запаморочення тощо. Перед самим стрибком пульс ще більше прискорюється, виявляється загальне підвищення збудливості вегетативної нервової системи. Під час стрибка криві дихальних рухів, записані спеціально сконструйованим Лебединським приладом для автоматичного запису дихання при парашутному стрибку, свідчать про затримку дихання до розгортання парашута. Після розкриття парашута, під час плавного парашутування, дихання нерівномірне. Нерівномірність дихального ритму наростає особливо перед самим приземленням. Поруч з тимчасовими затримками дихання відзначається й різке прискорення дихального ритму. Ці зміни дихального ритму пояснюються переважно емоціональними переживаннями.

У момент приземлення реакція серцевосудинної системи виразно виявлена: пульс різко прискорюється (150 і більше ударів на 1 хвилину), артеріальний тиск підвищується до 150 мм, а в деяких випадках до 200 мм. Діастолічний тиск так само часто підвищений. Тут, мабуть, позначається фізичний вплив стрибка. Після приземлення більшість парашутистів перебувають у своєрідному збудженому стані, підвищеному самопочутті, вони стають балакучі. Усі ці явища, як правило, швидко минають.

У зв'язку з парашутним стрибком відзначались і зміни в лейкоцитарній формулі крові. Після стрибка число сегментованих лейкоцитів доходило 79%, відзначалась лімфопенія (15%), зменшувались або зовсім зникали еозинофіли й моноцити. Неврогенні впливи могли зумовити

* Доповідь на І конференції Українського інституту експериментальної медицини з справи вивчення високогірного клімату 17 березня 1936 року в Харкові.

перерозподіл формених елементів і спричинитись до відзначених змін в лейкоцитарній формулі.

З великим емоціональним збудженням звичайно пов'язується і відзначуваний іноді високий рівень цукру крові як до, так і після стрибка (до 200 мг%).

У сечі після стрибка досить часто виявляється білок, в окремих випадках — гіалінові циліндри і еритроцити. Ці явища нестійкі; вони звичайно зникають наступного дня.

Більшість авторів, які робили спостереження над впливом стрибків з парашутом на організм людини, доходять таких висновків: парашутні стрибки при правильній їх організації і належному виконанні не впливають шкідливо на організм; зміни, які спостерігаються на перших етапах навчання, звичайно не бувають стійкими і надалі сходять до мінімуму.

Вказівок на дослідження складових хемічних частин крові й сечі нема, а тому ми, не зважаючи на очевидні труднощі експериментування, поставили собі за завдання провести ряд експериментів з кров'ю та сечею, взятою в парашутистів до і після стрибка. Це було особливо цікаво, бо наші дані вивчення впливу високогірного клімату на організм, здобуті під час експедиції на Ельбрус 1934 року (Владіміров, Дедюлін, Райко) і під час експедиції 1935 року (Владіміров, Дедюлін, Кудрявцев, Оппель, Райко), нарешті, висотний політ на 5800 метрів для вивчення поведінки молочної кислоти (Дедюлін, 1935), стосувались тільки впливу зниженого парціального тиску кисню на організм.

Першу серію експериментів проведено на 4 міцних тренуваних парашутистах. Потрібна була попередня роз'яснювальна робота і наполегливість експериментаторів (Дедюлін, Степанова) для відсунення багатьох труднощів, щоб забезпечити успішність експерименту.

Кров забиралися на аеродромі до і після стрибка з вени ліктьового згину шприцем у три пробірки; у двох з цих пробірок була сумішка з натрій-оксалату і натрій-флуориду рівними частинами з розрахунку приблизно 3 мг на 1 куб. см крові. В одну з них кров бралася під парафінову олію. У третю пробірку (без антикоагулянта) кров забиралося для здобуття сироватки. Крім того, кров бралася з пальця для визначення числа і формули лейкоцитів та цукру за мікрометодом Гагедорн-Ієнсена. Сечу збиралося двома порціями — до і після стрибка.

Здобуту кров і сечу зараз же приставлялося до лабораторії для цілої серії аналізів крові: на цукор — за методом Гагедорн-Ієнсена, молочну кислоту — за методом Фрідемана, Котівіо, Шаффера, неорганічний фосфор — за методом Брігоса, Рн — колориметрично за Кулленом, резервну лужність — за Ван-Сляйком (газометрична модель апарату), залишковий азот — за Ківальдаем (напівмікромодифікація); визначалося число лейкоцитів і формулу за Шідлінгом. У сечі визначалося питому вагу, кислотність, робилося пробу на білок (дав. таблиці).

Табл. 1. Кількість в крові цукру, молочної кислоти, фосфатної кислоти, залишкового азоту в м% до і після стрибка з парашутом.

Порядк. №№	Прізвища	Ц у к о р		Молочна кислота		Фосфатна кислота		Залишковий азот	
		До	Після	До	Після	До	Після	До	Після
1	К.	87	90	11,70	12,15	2,89	—	—	28,2
2	Р.	101	88	27,90	27,90	3,82	2,50	29,7	—
3	К.	93	90	12,15	14,40	2,10	2,03	—	30,8
4	Р.	110	101	12,15	16,65	3,01	2,33	—	29,3

Табл. 2. Рн і резервна лужність крові до і після стрибка в парашутом.

Порядк. №№	Прізвища	Порядковий стрибок	Тривалість	Дихання до стрибка	Дихання після стрибка	Рн		Резервна лужність	
						До	Після	До	Після
1	К.	4	1'42"	15	22	7,31	7,36	54,5	49,0
2	Р.	3	1'58"	14	24	7,36	7,49	45,8	42,0
3	К.	3	1'45"	16	23	7,41	7,51	—	42,0
4	Р.	4	2'13"	16	29	7,36	7,41	47,7	48,7

Табл. 3. Питома вага, кислотність і проба на білок у сечі до і після стрибка в парашутом.

Порядк. №№	Прізвища	Питома вага сечі		Титр. кисл. в куб. см $\frac{1}{10}$ N NaOH на 100 см ³ сечі		Проба на білок	
		До	Після	До	Після	До	Після
1	К.	1,027	1,025	30	25	—	—
2	Р.	1,027	1,027	15	9	—	Слиди
3	К.	1,025	1,025	32	33	—	—
4	Р.	—	1,025	27	27	—	—

Табл. 4. Кількість лейкоцитів і формула за Шіллінієм до і після стрибка в парашутом.

Порядк. №№	Прізвища	Кількість лейкоцитів		Еозинофіли		Ю н і		Паличкоподібні	
		До	Після	До	Після	До	Після	До	Після
1	К.	7950	6850	3	1	1	1	10	9
2	К.	—	—	1	—	—	—	6	3
3	Р.	5175	5600	4	4	—	—	5	4
4	Р.	8600	6100	—	—	—	—	9	12

Табл. 4 (закінчення).

Порядк. №№	Прізвища	Сегментовані		Лімфоцити		Моноцити		Клітини Тюрка	
		До	Після	До	Після	До	Після	До	Після
1	К.	44	53	33	31	9	5	—	—
2	К.	60	55	29	29	4	12	—	1
3	Р.	66	59	22	30	3	3	—	—
4	Р.	70	60	17	22	4	6	—	—

Розгляд здобутих результатів показує відсутність істотних зрушень в напрямі біохемічних показників крові й сечі при парашутних стрибках тренуваних людей. Деяке зниження концентрації водневих іонів (зрушення Рн крові в напрямі лужному на 0,05—0,1 порівняно з Рн крові до стрибка) пояснювалось „вимиванням“ CO_2 через збільшення легеневої вентиляції.

Число експериментів невеличке, щоб робити остаточні висновки про характер впливу на організм стрибків з парашутом. Проте, беручи до уваги відсутність в літературі вказівок на подібні дослідження, ця перша орієнтовна серія експериментів є вкладкою в арсенал засобів лікарського контролю над парашутистами.

Висновки.

1. Кількість молочної кислоти в крові при м'язовому спокої до висоти 2000 м включно не збільшується. На висоті 4250 м і вище спостерігається значне підвищення рівня молочної кислоти в крові.

2. При м'язовій роботі на великих висотах приріст кількості молочної кислоти незначний. Найімовірнішим поясненням цього зростання є менше утворення молочної кислоти при м'язовій роботі в горах порівняно з утворенням її при м'язовій роботі на рівнині.

3. Одним із зрушень дедалі більшої акліматизації є збільшення молочної кислоти в крові.

4. Кількість фосфатної кислоти на великих висотах не змінюється.

5. Рн крові в результаті безпосереднього впливу висоти зрушується в лужному напрямі, а в результаті акліматизаційних змін зрушується у зворотному напрямі.

6. На великих висотах Рн крові відрізняється лабільністю, що є фактором, який сприяє постачанню тканинам кисню.

7. Застосування кислотних еквівалентів у високогірному харчовому режимі має своє наукове уґрунтування.

8. Перехід в атмосферу із зниженим парціальним тиском кисню при вилученні фактору напруженої м'язової роботи (піднесення на літаку) супроводиться, мабуть, наростанням рівня молочної кислоти крові.

9. В польоті на висоті 4200—5800 м над рівнем моря молочна кислота зростає більш ніж в $1\frac{1}{2}$ рази в людей і більш ніж в 2 рази в кроликів, порівняно з вихідними цифрами.

10. При стрибках з парашутом з висоти 800 метрів у тренуваних людей істотних зрушень у багатьох біохемічних показниках крові та сечі і в морфології крові не відзначається.

11. Деяке зрушення Рн крові після стрибка в лужному напрямі на 0,05—0,1 пояснюється „вимиванням“ CO_2 через гіпервентиляцію.

Влияние прыжков с парашютом на некоторые химические составные части крови и мочи.*

И. М. Дедюлин, А. С. Корнеев, А. И. Степанова и Р. М. Бродская.
Кафедра биохимии (зав.—проф. И. М. Дедюлин) Крымского медицинского института.

Отсутствие в литературе данных об исследовании ряда составных химических частей крови и мочи при прыжках с парашютом выдвинули задачу,

* Доклад на I конференции по изучению высокогорного климата, созванной УИЭМ'ом 17 марта 1936 г. в Харькове.

несмотря на очевидную трудность экспериментирования, провести ряд таких опытов.

Это представлялось особенно интересным, так как наши данные по изучению влияния высокогорного климата на организм, полученные в экспедиции на Эльбрус в 1934 г. (Владимиров, Дедюлин, Райко) и в экспедиции 1935 г. (Владимиров, Дедюлин, Кудрявцев, Оппель, Райко), наконец, высотный полет на 5800 м в целях исследования поведения молочной кислоты крови (Дедюлин, 1935 г.) касались влияния пониженного парциального давления кислорода и тем самым освещали некоторые стороны условий авиационной работы.

Анализ полученных результатов показывает, что при прыжках с парашутом с высоты 800 м у тренированных людей не отмечается существенных сдвигов со стороны биохимических показателей крови и мочи и морфологии крови. Некоторый сдвиг R_n крови после прыжка в щелочную сторону находит свое объяснение в „вымывании“ CO_2 в силу гипервентиляции.

Незначительное число опытов не дает нам оснований делать окончательные выводы о характере влияния на организм прыжков с парашутом. Однако, в виду отсутствия в литературе указаний на подобные исследования, эта первая ориентировочная серия опытов принесет свою пользу.

Influence de descentes avec le parachute sur certains éléments chimiques du sang et de l'urine.*

I. M. Déduline, A. S. Kornéev, A. I. Stépanova et R. M. Brodskaya.

Chaire de biochimie (chef — prof. I. M. Déduline) de l'Institut de médecine de Crimée.

L'absence dans la littérature de données sur l'influence des descentes avec le parachute sur la composition chimique du sang et de l'urine a rendu nécessaire une étude de cette question, malgré toute la difficulté d'expériences de cette sorte.

Cette étude présentait un intérêt tout particulier car les données que nous avons obtenues sur l'influence du climat de montagnes sur l'organisme lors de l'expédition sur l'Elbrouz en 1934 (Vladimirov, Déduline, Rayko) et de l'expédition de 1935 (Vladimirov, Déduline, Koudriavtzev, Oppel, Rayko) et, enfin, à la suite d'une ascension en aéroplane à une hauteur de 5800 m, faite dans le but d'étudier le comportement de l'acide lactique du sang (Déduline, 1935), se rapportaient à l'influence de la diminution de la pression partielle d'oxygène et jetaient par là quelque lumière sur les conditions de travail de l'aviateur.

L'analyse des résultats obtenus montre qu'un saut avec le parachute de la hauteur de 800 m. n'entraîne pas, chez les personnes entraînées, de

* Communication faite à la 1-ère Conférence consacrée aux recherches sur le climat de montagnes, convoquée par l'UIEM le 17 Mars 1936 à Kharkov.

modifications notables dans le biochimisme du sang et de l'urine et dans la morphologie du sang. Un certain changement du P_n du sang dans le sens de l'alcalose s'explique par le „rinçage“ du CO_2 par suite de l'hyperventilation.

Le nombre insuffisant d'expériences ne nous permet pas de tirer de conclusions définitives sur l'influence des sauts avec le parachute sur l'organisme.

Cependant, étant donné l'absence de documents littéraires sur cet sujet, cette première série d'expériences peut avoir son utilité.

Вплив висотного польоту (5800 м) на рівень молочної кислоти в крові людей і кроликів*.

І. М. Дедюлін.

Кафедра біохемії (зав.— проф. І. М. Дедюлін) Кримського медичного інституту.

Вивчення молочної кислоти крові при висотних польотах дуже цікаве, особливо при зіставленні з вивченням молочної кислоти крові при високогірних сходженнях.

За дослідженнями багатьох авторів (Аракі, 1892 — 1895; Саікі і Ванаіама, 1901; Ієрвелл, 1928 та ін.) знижене постачання тканинам кисню спричиняється, як наслідок, до наростання молочної кислоти в крові. Знижений атмосферний тиск спричиняє ряд зрушень в газово-електролітній рівновазі крові і, як результат цих зрушень, дає збільшення молочної кислоти в організмі, а, значить, і в крові.

Експерименти Баркрофта, Кемісс, Маттісон, Роберта і Ріффель (1914), Лакера (1924), Бойченка (1933), Крестовнікова (1933), нарешті, великий матеріал, зібраний під час експедиції на Ельбрус 1934 року (Владіміров, Дедюлін і Райко), показали значне наростання молочної кислоти в стані спокою, а також підвищення її рівня в крові при м'язовій роботі. Проте, ми відзначили такі співвідношення: поруч із значним зростанням рівня молочної кислоти в крові людей, які перебували в стані спокою на великих висотах, при виконанні короткочасної (однохвилинної) напруженої роботи збільшення кількості молочної кислоти в крові було незначне, а в деяких випадках цього збільшення не спостерігалось.

З другого боку, тривала м'язова робота (сходження); яку експериментальні особи суб'єктивно сприймали як дуже тяжку роботу, спричиняла також незначне підвищення рівня молочної кислоти в крові.

За Баркрофтом підвищення рівня молочної кислоти розглядається не як результат складної регуляторної реакції організму, а як наслідок фізично-хімічних законів. Рівність між швидкістю утворення молочної кислоти і швидкістю її видалення уможливає сталість рівня молочної кислоти в крові.

Швидкість видалення молочної кислоти, за уявленнями Баркрофта, пропорційна добуткові концентрації кисню в крові на концентрацію молочної кислоти, тобто процес підпорядковується законові діючих мас. Припущення такої залежності вимагає наростання кількості молочної кислоти в крові при зниженні кількості кисню в крові і при тій самій швидкості утворення молочної кислоти. І далі, погляди Баркрофта повинні були привести до уявлення про особливо різке зростання кількості молочної кислоти в крові при м'язовій роботі в умовах зниженого постачання організму кисню.

Проте, наші дослідження під час експедиції на Ельбрус 1934 року (Владіміров, Дедюлін, Райко) показали, навпаки, дуже незначну зміну в рівні молочної кислоти крові як при короткочасній напруженій роботі,

* Доповідь на I конференції Українського інституту експериментальної медицини в справі вивчення високогірного клімату 17 березня 1936 року в Харкові.

так особливо і при тривалій роботі. Відзначені нами факти найлегше пояснюються при припущенні деякого зрушення в інтермедіарному обміні до алактацидного обміну — обміну, не пов'язаного із значним утворенням молочної кислоти. Роботи Владімірова, Дмитрієва, Урінсон 1933 року встановили алактацидний обмін у тренуваних людей і показали можливість зрушення до алактацидного обміну при повторних роботах в собак.

Існування такого алактацидного обміну в людини при обмеженому споживанні кисню відзначають у своїх дослідженнях Edwards, Dill і Margaria 1934 року.

Зважаючи на те, що наші експерименти на різних етапах висоти Ельбруса давали матеріал, де гострий вплив дальшого розрідження атмосфери поєднувався з впливом деякої акліматизації, досягнутої перебуванням на попередньому етапі висоти, було дуже цікаво вивчати вплив висоти на рівень молочної кислоти в крові при вилученні можливих акліматизаційних зрушень в організмі і впливу тривалої напруженої м'язової роботи, пов'язаної із сходженням на черговий етап висоти.

Для розв'язання поставленого завдання 24 червня 1935 року ми зробили висотний політ на висоту 5800 метрів.

Експерименти поставлено на двох людях і двох кроликах. Першу серію експериментів проведено на землі (225 метрів над рівнем моря) під час старту літака на аеродромі. Експериментальні особи і тварини були в стані відносного м'язового спокою. Експериментаторові і льотчикові удалось сісти в одномісцевому гнізді льотчика-спостерігача, позаду місця пілота. Спереду сидіння розміщено два експериментальні столики з прив'язаними до них кроликами. Кров забиралося в людей з м'якуша пальця, у кроликів — з вен вуха після уколу голкою Франка на зважені на аналітичних терезах фільтр і в бюксу в кількості приблизно 1 куб. см.

Другу серію експериментів проведено під час польоту на висоті 4200 — 4400 метрів, якої літак досяг через 35 хвилин після початку підймання. Не зважаючи на низьку температуру (0°C), сильний вітер (кров у кроликів замерзала і доводилось штучно зігрівати вуха кроликів), кров взято в потрібній кількості.

Третю серію експериментів проведено на висоті 5600 — 5800 метрів, якої літак, протримавшись приблизно 10 хвилин на попередньому етапі висоти, досяг ще через 35 хвилин — усього через 1 год 20 хв. після початку польоту. Температура навкружного повітря була — 15°C . Знижений парціальний тиск O_2 гостро дався взнаки, спричиняючи задишку при незначних рухах рук і поворотах тіла, пов'язаних з виконанням експерименту. Відзначалась деяка психічна в'ялість, утруднення в зосередженні уваги, необхідність перемогти деяке порушення координації рухів, дрижання рук, відчуття стиску в ділянці серця. Не зважаючи на надзвичайно утруднені умови експерименту, і на цій висоті експерименти проведено повно — взято 5 проб крові, з них 2 проби паралельні. Протримавшись на висоті 5820 метрів приблизно 10 хвилин, літак швидко пішов на зниження і через 30 хвил. спустився на аеродром, пробувши в польоті загалом 2 год.

Здобутий експериментальний матеріал зараз же приставлено до лабораторії. Наважки крові визначено на аналітичних терезах, вміст бюкс з фільтром кількісно переведено в колби Ерленмейера місткістю на 100 куб. см з сумішкою 15 куб. см 0,1 N розчину NaOH, 7,5 куб. см 4,5% розчину ZnSO_4 і 7,5 куб. см дистильованої води. Потім колби ставилось на 5 хвилин у кип'ячий водяний огрівник. Отже, білки осаджувались не за Фоліном, а цинк-гідроксидом при нагріванні, як це було запропоновано Владіміровим, Дмитрієвим і Урінсон 1932 року і застосовувалось нами в практиці (Владіміров, Дедюлін, Райко) при визначенні молочної кислоти під час експедиції на Ельбрус 1934 року. Після осадження білків рідину відфільтровувалось у вимірні циліндри та колби і фільтри промивалось чотири рази по 3-4 куб. см води. Фільтрат

доводилося до об'єму 50 куб. см. Для осадження вуглеводів фільтрат з циліндрів переводилося в колби Ерленмейера місткістю на 200 куб. см, циліндри споліскувалось двома порціями 8% розчину CuSO_4 , по 5 куб. см кожна. Обидві порції 8% розчину CuSO_4 (усього 10 куб. см) доливалися до фільтрату, добавлялося приблизно 1 г. сухого CaO до появи інтенсивно блакитного забарвлення, сумішку час від часу збовтувалось і залишалось стояти одну годину. Після осадження вуглеводів виміряна кількість фільтрату окиснювалася перманганатом, утворений ацет-альдегід відфільтровувалося і уловлювалося 1% розчином бісульфіту в звичайній моделі апарата Фрідемана, Котоніо, Шаффера.

Досвід забирання 1 куб. см крові піпеткою з м'якуша пальця в умовах низької температури (до $10-15^\circ\text{C}$) під час експедиції на Ельбрус 1934 року (див. забирання крові на східній вершині — кров у піпетці замерзала, доводилось зогрівати піпетку руками експериментатора) зумовив прагнення апробувати швидший і в даних умовах зручніший спосіб забирання крові на зважені фільтр і в бюксу з наступним ваговим визначенням взятої проби крові. Для апробування цієї методики забирання крові проведено дві серії експериментів. Перша серія — п'ять паралельних проб крові, взятих в одного й того самого експериментального суб'єкта піпеткою (за об'ємом) і на зважені фільтр і в бюксу (за вагою) для з'ясування коливань у визначенні молочної кислоти крові, взятої двома цими способами.

В другій серії експериментів ми ставили собі за завдання провести паралельні визначення молочної кислоти крові, взятої в 5 кроликів з вен вуха, після уколу голкою Франка, піпеткою (за об'ємом) і на зважені фільтр і в бюксу (за вагою) для одержання порівняльних даних визначення молочної кислоти залежно від способу забирання на кількох експериментальних тваринах (табл. 1).

Табл. 1. Порівняння результатів визначення молочної кислоти крові одного і того самого експериментального суб'єкта (в мг %) залежно від способу забирання крові.

Порядкові №№	Кров взято піпеткою	Кров взято на зважені фільтр і в бюксу	Різниця в мг %
1	25,2	22,1	— 3,1
2	25,5	21,6	— 3,9
3	25,6	23,0	— 2,6
4	25,2	22,1	— 3,1
5	25,3	22,1	— 3,2

Табл. 2. Порівняння результатів визначення молочної кислоти крові (в мг %) в кроликів залежно від способу забирання крові.

Порядкові №№	Кров взято піпеткою	Кров взято на зважені фільтр і в бюксу	Різниця в мг %
1	10,2	9,3	— 0,9
2	12,1	10,9	— 1,2
3	11,3	9,8	— 1,5
4	13,2	12,1	— 1,1
5	10,5	9,7	— 0,8

Розгляд результатів обох серій експериментів вказує на відсутність або незначну розбіжність у визначеннях молочної кислоти при забиранні крові на зважені фільтр і в бюксу від одного і того самого експериментального суб'єкта (табл. 1) і трохи знижені цифри молочної кислоти в мг % порівняно з цифрами визначення молочної кислоти при забиранні крові піпеткою (табл. 1 и 2). Зважаючи на те, що розбіжності в обох серіях експериментів були невеличкі (не більш 1—4 мг % і в усіх випадках в одному і тому ж напрямі, в напрямі зменшення), стало можливим застосувати цей спосіб забирання крові для вивчення впливу висотного польоту на рівень молочної кислоти крові в людей і кроликів.

Результати визначення впливу висотного польоту на рівень молочної кислоти в людей і кроликів зведено у табл. 3 і 4.

Табл. 3. Кількість молочної кислоти в крові (в мг %) у кроликів під час висотного польоту на 5800 метрів.

Порядкові №№	Кролики	Земля	В польоті	В польоті
		225 м над рівнем моря	Висота — 4200 — 4400 м	Висота — 5600 — 5800 м
1	Кролик білий	7,9	16,5	18,5
2	Кролик чорний	9,5	18,2	20,4

Табл. 4. Кількість молочної кислоти в крові (в мг %) у людей під час висотного польоту на 5800 метрів.

Порядкові №№	Прізвища	Земля	В польоті	В польоті
		225 м над рівнем моря	Висота — 4200 — 4400 м	Висота — 5600 — 5800 м
1	Д.	16,4	24,2	28,6
2	П.	18,5	22,3	30,2

Число експериментів невеличке, щоб робити остаточні висновки. Але, як показують вже ці орієнтовні дані, здобуті в експериментах на людях і кроликах, все ж, мабуть, ми маємо наростання молочної кислоти в крові в умовах відносно швидкого переходу (піднесення на літаку) в атмосферу із зниженим парціальним тиском кисню. Це підвищення відзначається на висоті 4200—4400 м виразно в кроликів, трохи менше в людей, на висоті 5600—5800 метрів—зовсім виразно і в людей і в кроликів. Рівень молочної кислоти зростає більше, ніж в $1\frac{1}{2}$ рази в людей і більш ніж в 2 рази—в кроликів порівняно з вихідними цифрами.

Чи не є ці результати підтвердженням поглядів Баркрофта, за якими швидкість зникнення молочної кислоти пропорційна добутковій концентрації кисню в крові на концентрацію молочної кислоти? Чи не підлягає процес законові діючих мас? Тим то зниженні кількості кисню в крові при одній і тій самій швидкості утворення молочної кислоти в крові має наростати кількість молочної кислоти. Ці погляди Баркрофта, які розглядають підвищення рівня молочної кислоти не як результат складної регуляторної реакції організму, а як результат фізично-хімічних законів, були спростовані фактичним матеріалом, зібраним нами (Владіміров, Дедюлін, Райко) під час Ельбурської експедиції 1934 року.

Дослідження останніх двох років дали змогу розшифрувати й той парадоксальний факт, який був підтверджений і ще раз встановлений під час нашої другої експедиції на Ельбрус 1935 року (Владіміров, Дедюлін, Кудрявцев, Оппель, Райко), а саме: відсутність значного новоутворення молочної кислоти при м'язовій роботі у високогірних місцевостях і різке підвищення її кількості в крові в умовах м'язового спокою.

Ебок і Hurt у працях 1933 року, L. Ewans і Joung у працях 1934 року показали, що коливання рівня молочної кислоти в крові залежать від гліколізу, який відбувається в крові. Збільшення кількості бікарбонатів або зниження кількості вільної карбонатної кислоти в крові (зрушення Рн в лужному напрямі) спричиняє підвищення гліколізу. Ginty (1931), L. Ewans (1934) та інші автори показали, що органом, який знижує рівень молочної кислоти в крові, є серце і особливо печінка (Hirwide, Koskoff і Nahedn, Eggleston і Ewans, 1930 р.; Bollman і Mann, 1932 та ін.). Крім того, давно встановлено (Loewy, 1932), що в тварин, переведених у розріджену атмосферу, порушується функціональна здатність печінки і відбувається ряд хемічних змін в печінці (збільшення кількості жиру, зменшення кількості глікогену).

На підставі цих досліджень підвищення рівня молочної кислоти в експериментальних суб'єктів, які перебувають в стані м'язового спокою, в атмосфері із зниженим парціальним тиском O_2 , пояснюється підвищенням гліколізу в крові і зниженням ресинтезуючої функції печінки. Кількість молочної кислоти в крові при м'язовому спокої відбиває процеси крові і печінки, приріст молочної кислоти після м'язової роботи — хемію працюючих м'язів. Отже, у ці процеси, які нашаровуються один на один в умовах високогірних сходжень, втягаються різні системи органів.

Відсутність вказівок на експерименти з вивченням поведінки молочної кислоти при висотних польотах у світлі згаданих літературних даних підкреслює все теоретичне і практичне значення проведених нами досліджень, які виключали вплив акліматизаційних зрушень і фактору попереднього тривалого м'язового напруження.

Для підтвердження й поглиблення здобутих результатів потрібне нагромадження більшого експериментального матеріалу, тривалішого експерименту в точніше окреслених умовах.

Влияние высотного полета (5800 м) на уровень молочной кислоты в крови у людей и кроликов.*

И. М. Дедюлин.

Кафедра биохимии (зав.—проф. И. М. Дедюлин) Крымского медицинского института.

Изучение молочной кислоты в крови при высотных полетах представляет большой интерес, в особенности при сопоставлении с изучением ее при высокогорных восхождениях.

В виду того, что наши опыты, проведенные во время экспедиции 1934 г., давали материал, в котором острое воздействие дальнейшего разрежения атмосферы сочеталось с влиянием некоторой акклиматизации, достигнутой пребыванием на предыдущем этапе подъема на

* Доклад на I конференции по изучению высокогорного климата, созванной УИЭМ'ом 17 марта 1936 г. в Харькове.

Эльбрус, представлялось весьма интересным изучить влияние высоты на уровень молочной кислоты крови при исключении возможных акклиматизационных сдвигов в организме и влияния связанной с восхождением длительной напряженной мышечной работы.

Для решения поставленной задачи нами, после серии опытов с разработкой методики забора проб крови в условиях полета был совершен в июне 1935 г. высотный полет (5800 м) и проведены опыты на людях и на кроликах. В виду незначительного числа проведенных опытов мы не можем делать окончательных выводов, но на основании уже этих ориентировочных данных можно заключить, что в условиях относительно быстрого перехода в атмосферу с пониженным парциальным давлением кислорода, повидимому, имеет место нарастание молочной кислоты в крови. Это повышение на высоте 4200—4400 м отчетливо отмечается у кроликов, менее отчетливо у людей, на высоте 5600—5800 м совершенно отчетливо и у людей и у кроликов. Уровень молочной кислоты по сравнению с исходным уровнем возрастает в полтора раза у людей и более чем в два раза у кроликов.

Influence du vol de hauteur (5800 m.) sur le taux d'acide lactique dans le sang de l'homme et du lapin.*

I. M. Déduline.

Chaire de biochimie (chef — prof. I. M. Déduline) de l'Institut de médecine de Crimée.

Les recherches sur le taux d'acide lactique dans le sang dans les vols de hauteur présentent un très grand intérêt, surtout comparées aux recherches analogues, faites pendant les ascensions dans les montagnes.

Comme les résultats que nous avons obtenus lors de l'expédition en 1934 ont fourni des documents, où une action brusque de la raréfaction de l'air était combinée avec l'influence d'une certaine acclimatation, obtenue lors d'une ascension précédente sur l'Elbrouz, il était d'un grand intérêt d'étudier l'influence de l'altitude sur le niveau d'acide lactique dans le sang dans les conditions d'où seraient exclues toutes modifications, dues à l'acclimatation et au travail musculaire accompli pendant l'ascension.

Dans ce but, après une série d'expériences préalables, où une méthode de prélèvement de sang dans les conditions de vol avait été élaborée, nous avons entrepris en 1935 un vol de hauteur (5800 m.), pendant lequel des observations ont été faites sur des hommes et des lapins. Vu le nombre restreint de ces observations, nous nous abstenons de toute conclusion définitive, mais les résultats préliminaires obtenus permettent déjà d'affirmer, qu'une augmentation du taux d'acide lactique dans le sang a lieu dans les conditions d'un passage relativement rapide dans une atmosphère avec une pression partielle d'oxygène diminuée. A une hauteur de 4200—4400 m. cette augmentation est plus sensible chez le lapin que chez l'homme; à la hauteur de 5600—5800 m. cette augmentation est très nette chez l'homme comme chez le lapin. Le taux d'acide lactique augmente de 50 p. 100 de sa valeur initiale chez l'homme et du plus du double de celle-ci chez le lapin.

* Communication faite à la 1-ère Conférence, consacrée aux recherches sur le climat de montagnes, convoquée par l'UIEM le 17 Mars 1936 à Kharhov.

Вплив акліматизації до високогірного клімату на лужно-кислотну рівновагу в крові людей*.

Г. Є. Владіміров, І. М. Дедюлін, Н. А. Кудрявцев, В. В. Оппель
і З. А. Райко.

Кафедра біохемії (зав.—проф. І. М. Дедюлін) Кримського медичного інституту.

Вивчення причин гірської хвороби (Р. Belt, 1878; Douglas і співр., 1913; Barcroft і співр., 1915 та ін.) показало, що основна причина її — це недостатнє постачання організму, зокрема центральній нервовій системі, кисню. Проте, різноманітність симптомів гірської хвороби, різні вияви її в різних людей, величезна відмінність в чутливості їх до перебування на висоті — усе це свідчить про те, що для поглиблення наших знань про гірську хворобу треба всебічно досліджувати як функціональну діяльність різних систем органів, так і зміни хемічного складу і хемічні процеси в різних тканинах.

Одним з найважливіших шляхів біохемічного дослідження змін в організмі на висоті є вивчення кислотно-лужної рівноваги в організмі. Зміни в кислотно-лужній рівновазі можуть значно вплинути на хемічні процеси в тканинах, з одного боку, а з другого — цей вплив може здійснитися через зміну дихальної функції крові.

Вплив високогірного клімату на кислотно-лужну рівновагу в організмі, зокрема в крові, вивчали багато дослідників (Barcroft і співр., 1915; Abderhalden, Kotschneva, London, Loewy та ін., 1927; Brehme u. Gyorgy, 1927; Winterstein u. Gollwitzer, 1928; Sündstroem, 1919; Малкіна, 1930; Биков і Мартісон, 1935; Шатенштейн, Чиркін, Косяков, Котов, 1933; Сиротінін і Тимофєєва, 1934; Бойченко і Крестовніков, 1933; Hartmann u. Müralt, 1934; Ewis u. Hinsberg, 1931). Проте, всі ці дослідження або хибують на те, що недосить бралось до уваги вплив акліматизації, або кислотно-лужну рівновагу вивчалось недосить широко, або, нарешті, не досліджувалось впливу дуже великих висот.

Особливе значення має вплив акліматизації. У процесі акліматизації організм пристосовується до розрідженої атмосфери не тільки підвищенням кількості гемоглобіну в крові, а й безперечно різноманітними біохемічними змінами в крові й тканинах, при чому по суті це перебудування має бути пов'язане із зміною в кислотно-лужній рівновазі. А тому безпосереднє визначення Р_н крові, як результатної кислотно-лужної рівноваги, а також компонентів, які беруть участь у встановленні цієї рівноваги на спостережуваному рівні (карбонатна кислота, молочна кислота, фосфатна кислота, бікарбонати) в різні етапи акліматизації — це завдання першорядної ваги.

* Доповідь на І конференції Українського інституту експериментальної медицини в справі вивчення високогірного клімату 17 березня 1936 року в Харкові.

При вивчанні впливу акліматизації на кислотно-лужну рівновагу в крові ми виходили, окрім літературних даних, з тих результатів, що ми їх здобули під час попередньої Ельбруської експедиції 1934 р. (Владіміров і Райко, Владіміров, Дедюлін і Райко).

Вивчаючи кількість молочної кислоти крові на великих висотах у стані спокою і при м'язовій роботі, ми спостерігали такі співвідношення. Рівень молочної кислоти в крові людей, які перебували в стані спокою, на великих висотах значно зростає. При виконанні короточасної (однохвилинної) напруженої роботи збільшення кількості молочної кислоти в крові було незначне, а іноді його зовсім не було. Тривала м'язова робота (сходження на гору), не зважаючи на те, що суб'єктивно сприймалась експериментальними особами як дуже тяжка робота, спричиняла так само незначне підвищення рівня молочної кислоти в крові, при чому автори вважають, що в деяких випадках це підвищення можна було пояснити не м'язовою роботою, а переходом в розрідженішу атмосферу.

Стійке підвищення кількості молочної кислоти в крові людей, які знаходяться в стані м'язового спокою, можна розглядати як компенсаторне явище для регуляції активної реакції крові (R_n).

На великих висотах, через чималу вентиляцію легенів, як правило (Barcroft „Atmungskfunktion des Blütes“), знижується парціальний тиск вуглекислого газу в альвеолярному повітрі, а значить, і в артеріальній крові, що повинно спричинитися до зменшення числівника у співвідношенні Гассельбах-Гендерсона. Надходження молочної кислоти у кров, зменшуючи кількість бікарбонатів у крові, зменшує у співвідношенні Гассельбах-Гендерсона знаменник, тобто діє компенсаторно на R_n крові при зниженні в крові парціального тиску карбонатної кислоти. Подібне збільшення кількості молочної кислоти при зниженні кількості вуглекислого газу спостерігалось при штучній гіпервентиляції (Anrep і Caunaу, 1923; Eggleton і L. Ewans, 1930). Barcroft намагається пояснити підвищення рівня молочної кислоти не як результат складної регуляторної реакції організму, а фізично-хімічними законами. Сталість рівня молочної кислоти в крові можлива лише при умові рівності між швидкістю зникнення молочної кислоти і швидкістю її утворення. На думку Barcroft'a, швидкість зникнення молочної кислоти пропорціональна добутковій концентрації кисню в крові на концентрацію молочної кислоти, тобто так, як повинно бути, якщо процес підпорядковується закономірностям діючих мас. Припускаючи таку залежність при зниженні кількості кисню в крові при тій самій швидкості утворення молочної кислоти в крові, ми повинні спостерігати наростання кількості молочної кислоти.

Погляд Barcroft'a приводить нас до висновку, що при загостренні недостатності постачання організму кисню, наприклад, при м'язовій роботі, зростання кількості молочної кислоти в крові має бути особливо різким. Наші експерименти під час експедиції 1934 року показали, навпаки, дуже незначні зміни в рівні молочної кислоти крові як при короточасній напруженій роботі, так особливо при тривалій роботі. Найлегше пояснюють це спостережені нами факти, якщо припустити можливість деякого зрушення в проміжному обміні в напрямі алактацидного обміну, тобто обміну, не пов'язаного із значним новоутворенням молочної кислоти.

На існуванні такого алактацидного обміну в людини при обмеженому споживанні кисню наполягають Edwards, Dill і Margaria (1934). Незалежно від них Владіміров, Дмитрієв і Урінсон (1933) встановили алактацидний обмін у тренуваних людей і показали можливість зрушення до алактацидного обміну при повторних роботах у собак.

Доконечна потреба твердо встановити факт незначності зрушень рівня молочної кислоти в крові на можливо більшому числі експериментальних осіб і в можливо суворіших умовах експерименту вимагала від нас повторити експерименти з визначенням молочної кислоти в крові.

Брак в літературі даних про поведінку фосфатної кислоти крові у горах змусив нас долучити до програми досліджень і визначення неорганічного фосфору в крові. Фосфатна кислота крові для нас дуже цікава, з одного боку, як один з компонентів, які впливають на стан кислотно-лужної рівноваги, а з другого — як речовина, яка бере безпосередню участь в хемічних процесах, цих істотних ланках в інтермедіарному обміні.

Особливо цікаве для нас було визначення R_n . Дані літератури про зміни R_n на різних висотах мізерні й суперечливі (Barcroft і співр., 1915 р.; Sündstroem, 1919 р.; Brohme і Gyorgy, 1927 р.; Winterstein і Gollwitzer-Meier, 1928 р.; Ewig і Hinsberg, 1931 р.; Сиротінін і Тимофєєва, 1934).

Подавані різними дослідниками величини важко зіставляти, бо їх здобуто на різних висотах і при різному ступені акліматизації. А тому систематичне дослідження з визначенням R_n в одних і тих самих експериментальних осіб на різних етапах висоти з обліком ступеня акліматизації було дуже бажаним.

Для характеристики ступеня розрідженості атмосфери, як агента, який впливає на кислотно-лужну рівновагу крові, ми доповнимо наше дослідження вивченням складу альвеолярного повітря.

Нарешті, надзвичайно цінна для нас є можливість зіставляти здобуті дані про кислотно-лужну рівновагу з газовим складом крові. Це зіставлення стало можливим завдяки комплексуванню роботи нашої групи з роботою групи Всесоюзного інституту експериментальної медицини, яка одночасно перебувала на Ельбрусі.

Робота експедиції Військово-медичної академії провадилась на південному схилі Ельбруса в липні 1935 року. Учасники експедиції прибули 4 липня до Терсколу (висота 2200 м); 6 липня разом з усім експедиційним майном зійшли на „Кругозор“ (3000 м), де і була розгорнута біохемічна лабораторія. „Кругозор“ був основним табором, з якого учасники експедиції робили однократне або двократне сходження у вищі табори — на „Притулок 9“ (4250 м) і на „Сідловину“ (5315 м).

Експерименти поставлено на таких етапах висоти і в такій послідовності. Першу серію експериментів проведено на „Кругозорі“ (3000 м), другу — на „Притулку 9“ (4250 м), третю — на „Сідловині“ (5315 м), четверту — знову на „Кругозорі“, п'яту — в Ленінграді. Якщо три перші серії експериментів повинні були показати вплив поступового збільшення висоти місцеперебування, а значить, і розрідженості повітря на хемію крові, то четверта серія експериментів, при зіставленні з першою, повинна була відбити вже вплив на хемію крові тривалого перебування на висоті. На кожному етапі висоти, вище від „Кругозора“, експериментальні особи перебували від 2 до 4 діб. На „Сідловині“ троє з експериментальних осіб не були. Експерименти ставилось після сходження на кожний етап висоти на другий — четвертий день (сходження), а тому вплив великої м'язової роботи, виконаної при сходженні, усувалось відпочинком не менше доби. Повторні експерименти на „Кругозорі“ проведено в інтервалі між 24 і 28 липня. Отже, загальна тривалість перебування експериментальних осіб на висоті 2200 м і вище дорівнювала 24 дням. Останню серію експериментів проведено в Ленінграді через 3 місяці після повернення з експедиції. Строк у 3 місяці ми вважаємо за цілком достатній, щоб організм встиг цілком повернути свою кислотно-лужну рівновагу в крові до тих рівнів, які звичайні для рівнинних умов. Отже, ця серія експериментів є контрольною серією експериментів на Ельбрусі і правитиме нам за вихідні величини для зіставлення з ними результатів решти серій експериментів.

За експериментальних осіб були учасники експедиції Військово-медичної академії і Всесоюзного інституту експериментальної медицини (вік експериментальних осіб коливається від 24 до 37 років). Крім того, кілька експериментів проведено на особах, які перебували на значній висоті довгий час, а саме на провідниках, які часто сходили від Терскола на „Притулок 9“, на одному теслі, який працював більше як півмісяця на „Притулку 9“, і на одному червоноармійцеві, який перебував на „Сідловині“ понад два тижні.

Кров бралася: 1) в умовах м'язового спокою і 2) через 1-2 хвилини після стандартної м'язової роботи.

Як показав досвід попередньої експедиції, на великих висотах (понад 400 м) роботу з 30 піднімань на 40 см і опускань протягом однієї хвилини можуть виконати тільки міцні і добре треновані люди. А тому під час експедиції 1935 року ми взяли за стандартну роботу ту саму роботу, але розтягнули її в часі на $1\frac{1}{2}$ хвилини. Цю роботу порівняно легко виконували в Ленінграді. Вона була дуже тяжка для всіх експериментальних осіб на „Притулкові 9“ і майже граничною на „Сідловині“.

Кров забиралася шприцем з вени передпліччя, при чому частину крові бралася в пробірку з сумішшю натрій-оксалату з натрій-флуоридом (приблизно 3 куб. см сумішки на 1 куб. см крові) для аналізу на молочну кислоту, частину в центрофузну пробірку (від ручної центрофуги) для здобуття сироватки, яку бралася на визначення неорганічного фосфору крові, і частину крові бралася в центрофузну пробірку з оксалатною сумішкою під парафінову олію. Останню пробірку заповнювалось парафіновою олією до верху, щільно затулялося пробкою, після чого кров центрофугувалось. У здобутій плазмі визначалось P_n .

Молочну кислоту визначалось за Friedemann'ом, Cotonio і Schaffer'ом (1927 р.). Білки вилучалось цинк-гідроксидом так, як це описано Владіміровим, Дмитрієвим і Урінсон (1933). Ацетальдегід переганялось у звичайній моделі апарату Friedemann'a, Cotonio і Schaffer'a. Холодна течія повітря входила через холодильник, повітря втягалось з допомогою системи, описаної в нашій праці (Ельбурська експедиція 1934 р.).

Фосфатну кислоту визначалось після вилучення білків трихлорацетатною кислотою колориметричним методом Fiske і Subarow.

P_n плазми визначалось колориметричним методом Cullen'a з фенолротом (індикатором) при розведенні плазми в 10 разів фізіологічним розчином натрій-хлориду, звільненим від вуглекислоти кип'ятінням. Від моменту взяття до аналізу проби зберігались у відрі в сумішці води і льоду.

Про методику визначення складу альвеолярного повітря скажемо далі.

Вивчаючи вплив високогірного клімату на кислотно-лужну рівновагу, треба брати до уваги два види змін в організмі.

Зміни першого виду є безпосередньою реакцією організму на перехід в розрідженішу атмосферу. В міру пристосування організму до нових умов існування відбувається глибше і стійкіше перебудування в організмі, тобто те, що зветься акліматизацією. При проведенні наших експериментів перша сесія на „Кругозорі“ дає уявлення про безпосередню реакцію організму на значну висоту. Експерименти на „Притулкові 9“ і на „Сідловині“ дають матеріал, в якому гострий вплив дальшого розрідження атмосфери поєднується з впливом деякої акліматизації, досягнутої перебуванням на попередньому етапі висоти. Нарешті, дані другої серії експериментів на „Кругозорі“ ілюструють вплив акліматизації.

Отже, наші дані можна підсумувати так. Перехід на висоту в 3000 м безпосередньо не впливає на рівень молочної кислоти в крові при стані м'язового спокою. Навпаки, відзначається безпосередній вплив на P_n в напрямі його підвищення. Це при зниженні парціального тиску CO_2 в альвеолярному повітрі можна пояснити лише тим, що кількість бікарбонатів зменшується в крові повільніш, ніж кількість вільної вуглекислоти.

На великій висоті, не зважаючи на дальше зменшення кількості CO_2 в альвеолярному повітрі, зростання P_n нема, навпаки, в деяких осіб P_n

зрушується навіть в кислому напрямі. В цьому разі в умовах наших експериментів схрещується безпосередній вплив збільшення висоти з акліматизаційними зрушеннями в організмі. Неважко зробити висновок,

Табл. 1. Молочна кислота крові в м^г%, в стані спокою і після стандартної м'язової роботи в Ленінграді (12—24 листопада).

Прізвища	До роботи	Після роботи
В.	11	21
Х.	11	17
Д.	19	20
Н.	16	31
Л.	11	18
К.	12	18
О.	14	21
П.	10	14
Е.	13	23
Р.*	17	31
Середнє	13,4	20,4

Табл. 2. Молочна кислота крові в м^г%, в стані спокою і після стандартної м'язової роботи на „Крутозорі“ (3000 м).

Дата	Прізвища	До роботи	Після роботи
8 липня	Б.	13	8
	Х.	11	10
9 липня	Л.	12	13
10 липня	Д.	14	23
	Н.	25	15
	Е.	13	19
16 липня	Р.	16	17
	К.	13	20
	О.	13	19
14 липня	П.	12	13
	Середнє	14,2	15,5

що в кислодно - лужній рівновазі ці зрушення виявляються у зменшенні лужного резерву крові. В цьому зменшенні істотну роль бере нагромадження молочної кислоти, бо рівень її в крові на „Притулку 9“ і особливо на „Сідловині“ значно підвищується. Проте, збільшення молоч-

* Робота Р. складалася з 20 підіймань протягом 1 хвилини як в Ленінграді, так і на Ельбрусі.

ної кислоти недостатнє для того, щоб цілком зумовити те зменшення бікарбонатів, яке в цих випадках спостерігається.

Вивчення кількості фосфатної кислоти показало, що вона на великих висотах майже не змінюється і від збільшення її не може знизитись лужний резерв. Отже, відсутність дальшого підвищення Рн крові на

Табл. 3. Молочна кислота крові в м% в стані спокою і після стандартної м'язової роботи на „Притулку 9“ (4250 м).

Прізвища	До роботи	Після роботи
Н.	26	31
Д.	25	31
В.	26	30
К.	18	25
Р.	24	22
О.	11	20
Е.	24	—
Середнє . . .	22,0	26,5

великих висотах в умовах акліматизації повинна привести нас до висновку, що в цих умовах відбувається або нагромадження, окрім молочної кислоти, ще якихось інших органічних кислот, або зникнення з крові основ. Який з цих двох поглядів правильніший, категорично сказати не можна. Баркрофт висловлює припущення про виділення надвишку основ

Табл. 4. Молочна кислота крові в м% в стані спокою і після посиленої м'язової роботи на „Сідловині“ (5315 м).

Дата	Прізвища	До роботи	Після роботи
21 липня	Х.	38	19
	Л.	30	26
22 липня	К.	23	—
	П.	30	40
	Н.	22	36
23 липня	Р.	29	—
	Д.	24	36
	В.	20	36
	Середнє . . .	27,0	32,3

з сечею. Биков і Мартінсон подають матеріали на користь того, що на висотах відбувається перерозподіл кислотних і лужних еквівалентів між кров'ю і тканинами. Проте, експерименти Бикова і Мартінсона провадились на висоті 2900 метрів і на більші висоти без застережень не можуть бути поширені.

Табл. 5. Молочна кислота крові в м^л% в стані спокою і після м'язової роботи на „Круговорі II“—3000 м (після повернення з великих висот).

Дата	Прізвища	До роботи	Після роботи
25 липня	Х.	22	20
	Е.	22	19
	О.	15	22
	П.	21	29
	Д.	22	25
	К.	24	22
	Н.	20	23
	В.	18	31
	Д.	28	44
	Середнє . . .	19,2	23,5

Наявність дуже великих зрушень в кислотно-лужній рівновазі в наших експериментальних осіб, а також дослідження сечі, яке не показало переважного виділення основ перед кислотами, схилиють нас до думки про те, що зниження лужних резервів у крові пов'язане з нагромадженням в ній органічних кислот. Для остаточного розв'язання цього питання, звичайно, потрібне спеціальне дослідження.

Табл. 6. Молочна кислота крові в м^л% в стані спокою і після стандартної м'язової роботи у випадкових експериментальних осіб.

Прізвища		До роботи	Після роботи
Т.	„Круговор“ . . .	9	12
Г.	„ . . .	8	10
З.	„ . . .	11	19
К.	„ . . .	20	23
К.	„Притулок 9“ . .	22	—
Ф.	„Сідловина“ . . .	31	—

На особливу увагу, на нашу думку, заслуговує факт лабільності Р_н крові на великій висоті. Це лабільність пов'язана знов таки із різким зниженням лужного резерву. Douglas, Haldane, Henderson і Schneider (1913) вбачали в цьому регуляторний механізм, який збільшує чутливість дихального центра. Не заперечуючи цього значення лабільності Р_н крові, ми вважаємо за дуже істотне також значення її для поліпшення перенесення кисню з легенів у тканини. Зрушення Р_н крові в лужному напрямі в легенях полегшує зв'язування кисню; різкіше, ніж звичайно, зрушення Р_н в кислому напрямі в тканинах полегшує дисоціацію оксигемоглобіну на кисень і гемоглобін. З цього погляду, можливо, і те уповільнення течії крові, яке виявлено в деяких експериментальних осіб

в експедиції Douglas'a, Haldane, Henderson і Schneider, не слід розглядати як несприятливий фактор для постачання тканинам кисню. В усякому разі різниця в швидкості течії в різних експериментальних осіб (в деяких прискорення, в деяких уповільнення) має спричинитись до значної строкатості даних для R_n крові, що спостерігалось і в наших експериментальних осіб.

Табл. 7. Кількість неорганічного фосфору в сироватці крові в м% на різних етапах висоти і при м'язовій роботі.

Прізвища	Ленінград	„Кругозор I“	„Притулок 9“	„Сідловина“	„Кругозор II“
В.	2,88	2,95	3,22	3,76	3,49
Х.	3,72	3,85	—	4,25	3,70
Д.	5,13	4,35	—	4,13	4,28
Н.	3,91	3,98	—	3,98	4,08
Л.	3,72	3,96	—	—	4,12
К.	3,61	3,77	—	3,04	2,91
О.	4,35	3,25	3,50	—	3,95
П.	3,34	3,75	—	—	4,19
Е.	4,12	3,15	3,31	—	2,84

Табл. 8. Кількість неорганічного фосфору в сироватці крові в м% на різних етапах висоти після стандартної м'язової роботи.

Прізвища	Ленінград	„Кругозор I“	„Притулок 9“	„Сідловина“	„Кругозор II“
В.	3,33	2,90	3,13	3,74	4,16
Х.	4,53	4,10	—	3,93	4,08
Д.	5,10	3,45	3,25	3,94	4,35
Н.	3,81	3,65	—	4,15	4,30
Л.	4,34	2,85	—	4,35	3,43
К.	4,80	4,59	—	—	3,14
О.	4,24	3,96	4,10	—	3,91
П.	3,50	3,45	—	3,40	4,18
Е.	4,30	3,41	—	—	3,07

Усі ці міркування приводять нас до висновку, що на великих висотах постачання тканинам кисню стає сприятливішим в разі зрушення кислотно-лужної рівноваги в напрямі плазового ацидозу. Простіше це можна пояснити зменшенням лужного резерву від збільшення кількості в крові органічних кислот або від зменшення основ. При значному зниженні кількості CO_2 в альвеолярному повітрі стан кислотно-лужної рівноваги в експериментальних осіб на „Кругозорі“ після тривалого перебування в горах дає яскраву картину такого плазового ацидозу. R_n крові зрушена в кислому напрямі, рівень молочної кислоти підвищений, напруження CO_2 в альвеолярному повітрі знижене. Отже, одна з властивостей акліматизації до високогірного клімату полягає в зрушенні кислотно-лужної рівноваги в напрямі ацидозу.

Група експериментів з дослідженням молочної кислоти після м'язової роботи на великих висотах дає нам змогу висловити кілька міркувань про роль молочної кислоти, як проміжного продукту в працюючому м'язі. Знаменним фактом є та обставина, що після однієї й тієї самої роботи на рівнині і в горах підвищення кількості молочної кислоти в горах не більше, ніж на рівнині. Цього факту не можна укласти в рамки Hill-Meyerhof'івської схеми. Виходячи з цієї схеми, природно припустити, що при зниженій швидкості приставлення кисню тканинам після однієї і тієї самої м'язової роботи в горах має бути більший і „кисневий борг“, ніж на рівнині. Ресинтез глікогену з молочної кислоти також має бути уповільнений. Усе це повинно спричинити різкіше нагромадження молочної кислоти, чого, проте, нема. Наші дані найпростіше можна пояснити, якщо припустити можливість часткового зрушення проміжного обміну в працюючому м'язі в напрямі алактаїдного обміну.

Табл. 9. Рн плазми венозної крові на різних етапах висоти при м'язовому спокої.

Прізвища	Ленінград	„Кругозор I“	„Притулок 9“	„Сідловина“	„Кругозор II“
В.	7,45	7,60	7,39	7,41	7,43
Х.	7,45	—	—	7,51	7,32
Д.	7,34	7,37	7,29	—	7,37
Н.	7,45	7,54	7,22	7,33	7,29
Л.	7,35	7,57	—	7,33	7,37
К.	7,43	7,45	—	7,51	7,41
О.	7,47	7,48	7,49	—	7,41
П.	7,50	7,32	—	7,48	7,34
Е.	7,38	—	7,48	—	7,29
Р.	7,35	—	7,41	7,42	7,42

Табл. 10. Рн плазми венозної крові на різних етапах висоти після стандартної м'язової роботи.

Прізвища	Ленінград	„Кругозор I“	„Притулок 9“	„Сідловина“	„Кругозор II“
В.	7,42	7,57	7,56	7,22	7,35
Х.	7,43	—	—	7,36	7,28
Д.	7,39	7,32	7,29	7,35	7,34
Н.	7,40	7,37	7,12	7,30	7,25
Л.	7,30	—	—	7,32	7,34
К.	7,40	7,33	—	—	7,35
О.	7,44	7,31	7,43	—	7,30
П.	7,45	7,36	—	7,36	7,34
Е.	7,32	—	—	—	7,30
Р.	7,30	—	7,30	—	7,39

Табл. 11. Парціальний тиск CO_2 і O_2 в альвеолярному повітрі в експериментальних осіб на різних етапах висоти в стані спокою в процентах до величини, здобутої в Ленінграді.

Прізвища	CO_2				O_2			
	„Кругозор I“	„Притулок 9“	„Сідловина“	„Кругозор II“	„Кругозор I“	„Притулок 9“	„Сідловина“	„Кругозор II“
Н.	97	75	—	89	66	52	—	73
Д.	89	—	79	111	63	39	38	67
Е.	82	78	—	87	70	44	—	65
В.	77	71	61	92	73	54	41	72
К.	66	68	—	75	82	41	—	82
Х.	92	63	—	64	75	51	—	84
О.	69	71	—	65	59	42	—	65
Л.	—	68	59	62	—	55	49	72
П.	—	74	48	70	—	50	48	70
Середнє	82	71	62	78	70	48	44	72

Можливість такого зрушення доведена в експериментах Владімірова, Дмитрієва і Урінсон над собаками. Аналогічні експерименти над людьми показали, що при повторній м'язовій роботі можливе часткове перемикання з вуглеводного обміну на жировий обмін (Владіміров, Дмитрієв, Некрасов, Савченко, Урінсон). При тренуванні спостерігається знов таки перехід на обмін з меншим утворенням молочної кислоти (Владіміров, Дмитрієв і Урінсон).

У праці Dill'я, Edward'a і Margaria показано перехід з лактичного обміну на алактацидний залежно від інтенсивності м'язової роботи. Усе це разом взяте дає змогу оцінити відсутність різких зрушень у кількості молочної кислоти після м'язової роботи в горах не як результат прискорення ресинтезу, а як результат невеличкого її утворення при м'язовій роботі.

Високірісні експерименти дали особливо різку невідповідність між суб'єктивними і деякими об'єктивними ознаками тяжкості роботи і зрушеннями рівня молочної кислоти в крові. Вибране нами стандартне навантаження виконувалось порівняно легше на рівнині, було дуже тяжке на „Притулку 9“ і спричиняло майже цілковите вичерпання сил на „Сідловині“ з різкою задишкою і різким прискоренням пульсу. Щоб добитися такого ж стану на рівнині, треба виконати значно більшу роботу, яка спричиняє, як правило, величезне зростання кількості молочної кислоти в крові. А втім, в деяких експериментальних осіб на цих висотах підвищення молочної кислоти після роботи зовсім не було. Цей факт ще раз ілюструє нам те, що кількість молочної кислоти в крові не може бути надійним мірилом тяжкості роботи (також Владіміров, Дмитрієв, Урінсон, 1931), як це висловлювали деякі дослідники (Рябушинська та ін.).

Дослідження останніх двох років дають змогу розшифрувати і такий парадокс—чому при відсутності значного новоутворення молочної ки-

слоти при м'язовій роботі у високогірних місцевостях різко підвищена кількість молочної кислоти в крові в умовах м'язового спокою. Праці Ebok'a і Hurt'a (1933), а також L. Ewans'a і Joung (1934) подають ґрунтовний доказ того, що коливання умов утворення молочної кислоти в крові залежить від гліколізу, який відбувається в крові. Збільшення кількості бікарбонатів або зниження кількості вільної карбонатної кислоти спричиняє підвищення гліколізу. Органи, які знижують молочну кислоту в крові, — це серце (Ginty, 1931; L. Ewans, 1934 та ін.) і особливо печінка (Hirwide, Koskoff і Nohedn, Eggleton і Ewans, 1930; Bollman і Mann, 1932 та ін.). А втім, давно відомо (Loewy, 1932), що при переведенні тварин у розріджену атмосферу в їх печінці відбуваються різкі хемічні зміни (збільшення кількості жиру, зменшення кількості глікогену) і функціональна здатність печінки порушується. Підвищенням гліколізу крові і зниженням ресинтезуючої функції печінки можна пояснити підвищення рівня молочної кислоти в крові експериментальних осіб, які перебувають в стані м'язового спокою. Отже, кількість молочної кислоти в стані спокою і приріст після м'язової роботи повинні відбивати нам діяльність різних систем організму: кількість молочної кислоти — процеси крові і печінки, а приріст після м'язової роботи — хемію працюючих м'язів.

Відсутність закономірних змін у кількості фосфатної кислоти дає підставу також припускати, що різких змін в кількості неорганічного фосфору в м'язах нема, тобто в нас на підставі нашого матеріалу поки нема підстав припускати істотні зміни в фосфатному обміні.

Підсумовуючи наші результати, ми повинні мати на увазі, що цей матеріал здобуто в певних умовах проведення експериментів і, що дуже істотно, в деякому сполученні впливу певного ступеня акліматизації. Підтвердження і поглиблення зроблених висновків вимагають ще ширшої постановки роботи з тривалишим періодом акліматизації, з частішими повторними експериментами і з ширшим арсеналом біохемічної методики. Зокрема, дуже бажано вивчити органічні кислоти крові, визначити всі основи крові, вивчити вуглець у сечі, нарешті, і харчовий режим.

На підставі наших досліджень практика застосування кислотних еквівалентів у високогірному харчовому режимі має своє уґрунтування.

Висновки.

1. Кількість молочної кислоти в крові при стані м'язового спокою до висоти 2000 м включно не збільшується. На висоті 4250 м і вище спостерігається значне підвищення рівня молочної кислоти в крові.

2. При м'язовій роботі на великих висотах приріст кількості молочної кислоти незначний. Найімовірніше пояснення цього зростання є менше утворення молочної кислоти при м'язовій роботі в горах порівняно з утворенням її при м'язовій роботі на рівнині.

3. Одним із зрушень дедалі більшої акліматизації є збільшення молочної кислоти в крові.

4. Кількість фосфатної кислоти на великих висотах не змінюється.

5. Рн крові в результаті безпосереднього впливу висоти зрушується в лужному напрямі; в результаті ж акліматизаційних змін зрушується в зворотному напрямі.

6. На великих висотах Рн крові відрізняється лабільністю, що є фактором, який сприяє постачанню тканинам кисню.

7. Застосування кислотних еквівалентів у високогірному харчовому режимі має своє наукове уґрунтування.

Влияние акклиматизации к высокогорному климату на щелочно-кислотное равновесие в крови у людей*.

Г. Е. Владимиров, И. М. Дедюлин, Н. А. Кудрявцев, В. В. Оппель и
З. А. Райко.

Кафедра биохимии (зав.—проф. И. М. Дедюлин) Крымского медицинского института.

Результаты Эльбрусской экспедиции 1935 года представляют дальнейшее развитие того исследования, которое было начато Г. Е. Владимировым, И. М. Дедюлиным и З. А. Райко еще в экспедиции 1934 г.

Экспедиция 1934 г. выдвинула две проблемы: первая заключалась в установлении сдвигов в кислотно-щелочном равновесии, происходящих в процессе акклиматизации к большим высотам; вторая — во влиянии разреженной атмосферы на ход промежуточного обмена.

Комплексирование работы группы Военно-медицинской академии с одновременно работающей на Эльбрусе группой Всесоюзного института экспериментальной медицины, наличие общего руководства и общего плана работ позволило, наряду с исследованиями молочной и фосфорной кислоты крови, R_n , состава альвеолярного воздуха и щелочно-кислотных соотношений в моче, изучить на тех же подопытных и газовый состав крови. Результаты исследований одной группы взаимно восполняли и подкрепляли результаты исследования другой группы.

Сопоставление данных, полученных экспедициями 1934 и 1935 года, дает надежный материал для некоторых выводов в отношении кислотно-щелочного равновесия в крови и некоторых особенностей обмена на высотах:

1. Содержание молочной кислоты в крови при мышечном покое на высоте до 3000 м включительно не увеличивается. На высоте 4250 м и выше наблюдается значительное повышение уровня молочной кислоты в крови.

2. При мышечной работе на больших высотах прирост молочной кислоты незначителен. Наиболее вероятным объяснением этого роста является меньшее образование молочной кислоты при мышечной работе в горах в сравнении с таковым на равнине.

3. Одним из сдвигов происходящей акклиматизации является увеличение молочной кислоты в крови.

4. R_n крови, в результате воздействия высоты, сдвигается в щелочную сторону, в результате же акклиматизационных изменений сдвигается в обратную сторону.

5. Содержание фосфорной кислоты на больших высотах не изменяется.

* Доклад на I конференции по изучению высокогорного климата, созванной УИЭМ'ом 17 марта 1936 г. в Харькове.

6. На больших высотах P_n крови отличается лабильностью, что является фактором, благоприятствующим снабжению тканей кислородом.

7. Применение кислотных эквивалентов в высокогорном пищевом режиме находит свое научное обоснование.

Дальнейшее углубление и расширение исследований в области изучения дыхательной функции крови и химии промежуточного обмена на высотах предполагает более широкую постановку работы с большим арсеналом биохимической методики. В частности, в первую очередь намечается дополнительное изучение суммы органических кислот крови, определение всех оснований в крови, в моче — ацетоновых тел и диоксидабельного углерода.

Influence de l'acclimatisation au climat de montagnes sur l'équilibre acide-base du sang chez l'homme.*

G. E. Vladimirov, I. M. Déduline, N. A. Koudriavtzev, V. V. Oppel et Z. A. Rayko.

Chaire de biochimie (chef — prof. I. M. Déduline) de l'Institut de médecine de Crimée.

Les résultats de l'expédition sur l'Elbrouz, faite en 1935, complètent ceux obtenus par G. E. Vladimirov, I. M. Déduline et Z. A. Rayko dans l'expédition de 1934.

Cette dernière mit à l'ordre du jour deux problèmes: celui des modifications de l'équilibre acide-base sous l'influence de l'acclimatisation aux altitudes, et celui de l'influence de l'air raréfié sur le métabolisme intermédiaire. La collaboration de l'expédition, organisée par l'Académie de médecine militaire et de celle, organisée par l'Institut de médecine expérimentale de l'Union, une direction (prof. Vladimirov) et un plan uniques, ont permis d'étudier, sur les mêmes sujets, les acides lactique et phosphorique du sang, le P_n , la composition de l'air alvéolaire et l'état acide-base de l'urine, en même temps que la composition gazeuse du sang. Les résultats des travaux d'un des groupes complétaient ceux, obtenus par l'autre groupe.

La comparaison des résultats obtenus lors des expéditions de 1934 et de 1935 permet de faire quelques déductions sûres concernant l'équilibre acide-base du sang et certaines particularités du métabolisme à de grandes altitudes.

1. Le taux d'acide lactique dans le sang à l'état de repos musculaire à des hauteurs jusqu'à 3000 m. n'augmente pas. A la hauteur de 4250 m. et au-dessus ce taux augmente considérablement.

* Communication faite à la 1-ère Conférence, consacrée à l'étude du climat de montagnes, convoquée par l'UIEM le 17 Mars 1936 à Kharkov.

2. Le travail musculaire à de grandes altitudes fait augmenter insensiblement le taux d'acide lactique dans le sang. Cela s'explique probablement par une formation moins grande d'acide lactique dans le sang pendant le travail musculaire, accompli dans les montagnes, que pendant celui, accompli dans la plaine.

3. Une de modifications, dues à l'acclimatisation, est l'augmentation du taux d'acide lactique dans le sang.

4. Le P_H du sang se déplace, sous l'influence des altitudes, vers l'alcalose; l'acclimatisation le fait se déplacer dans le sens opposé.

5. Le taux de l'acide phosphorique ne change pas avec l'altitude.

6. A de grandes altitudes le P_H du sang possède une grande labilité, ce qui assure l'alimentation des tissus par l'oxygène.

7. L'introduction d'équivalents acides dans la ration d'altitude trouve son bien-fondé scientifique.

Une étude plus approfondie des fonctions respiratrices du sang et de la chimie du métabolisme intermédiaire exige des recherches sur une plus large échelle, plus outillées de méthodes biochimiques. En particulier, une étude complémentaire est prévue de la somme d'acides organiques du sang, le dosage de toutes les bases dans le sang et celui des corps acétoniques et du carbone désoxidable dans l'urine.