

ЛИТЕРАТУРА

- Крепс Е. М., Природа, № 13, 1952, стр. 75.
Крепс Е. М., Шипалов М. С., Болотинский Е. А., Бюлл. exper. биол. и мед., т. 32, 1951, стр. 60.
Крепс Е. М., Шипалов М. С., Болотинский Е. А., Войткевич В. И., Вопросы медицинской химии, т. 5, 1953, стр. 154.
Институт фізіології ім. І. П. Павлова
Академії наук СРСР
і Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця
Академії наук УРСР

Опыт высокогорных исследований с помощью оксигеометра

В. И. Войткевич

Резюме

До сих пор функция насыщения крови кислородом в высокогорных условиях изучалась недостаточно полно из-за отсутствия соответствующей методики. С появлением методики оксигеометрии, т. е. непрерывного, бескровного и неограниченно длительного измерения степени насыщения артериальной крови кислородом (Крепс, Шипалов и Болотинский, 1951; Крепс, 1952; Крепс, Шипалов, Болотинский и Войткевич, 1953; и др.) стало возможным более глубоко изучить вопросы, связанные с насыщением артериальной крови кислородом. При помощи метода оксигеометрии можно без особого труда проводить исследования в различных условиях как в покое, так и при выполнении всевозможных нагрузок.

Для проведения оксигеометрических исследований насыщения крови кислородом в высокогорных условиях, в экспедиционной обстановке, при отсутствии электрической энергии, был построен (инженером А. Г. Крейцером) специальный прибор — оксигеометр «Эльбрус» с питанием от сухих батарей или аккумулятора. Этот прибор состоит из датчика, надеваемого на верхнюю часть ушной раковины; зеркального гальванометра (чувствительность — 10^{-8} а) и пульта управления. Вся установка смонтирована в небольшом чемодане.

Исследования проводились на нетренированных мужчинах и женщинах разного возраста — от 25 до 56 лет и школьниках старших классов в возрасте от 12 до 17 лет. Большинство исследуемых первый раз находилось в горах. По возрасту испытуемые распределялись следующим образом: от 12 до 17 лет — 6 человек, от 25 до 32 лет — 8 человек, 56 лет — 1, всего 15 человек.

Вся работа проведена на Эльбрусе: в Терсколе (2000 м) исследовано 15 человек; на Новом Кругозоре (3000 м) — 10 человек; на «Приюте 11» (4200 м) — 8 человек; заключительный этап — в Киеве (58 м) — исследовано 5 человек.

Исследования производились по следующему плану, принятому при физиологической оценке внешнего дыхания в лаборатории Е. М. Крепса. Первая задача состояла в установлении величины кислородного насыщения крови в покое на данной высоте после суточной акклиматизации к ней. Сначала доводили артериализацию крови до полного насыщения. Для этого человек в течение пяти минут дышал чистым кислородом через надетую на лицо дыхательную резиновую полумаску, вдыхательный

клапан которой соединялся при помощи шланга с мешком Дугласа, все время наполняемым из баллона под небольшим давлением чистым кислородом. Во время дыхания чистым кислородом исследуемому предлагали сделать несколько глубоких вдохов и устанавливали «зайчик» оксигеметра на 100% кислородного насыщения. Затем кислород отключался, и исследуемый, сидя, дышал наружным атмосферным воздухом в течение 20—25 минут. Насыщение артериальной крови кислородом снижалось и достигало определенной постоянной величины.

После этого проделывалось несколько функциональных проб. Сначала велось наблюдение за падением кислородного насыщения крови во время задержек дыхания на фазе глубокого вдоха и на фазе выдоха после предварительных четырех глубоких вдохов. Затем через 10—15 минут после этого исследования проводились пробы с мышечной нагрузкой. Первая проба состояла из 15 поясных наклонов в минуту. Вторая проба (еще через 15—20 минут) состояла из 10 приседаний в минуту. Как до, так и во время и после мышечной работы непрерывно регистрировались степень насыщения артериальной крови кислородом, легочная вентиляция и записывались пневмограмма и пульс лучевой артерии. Для замера легочной вентиляции выдыхаемый воздух через выдыхательный клапан пропусклся через газовые часы. Кроме того, после 20—30-минутного отдыха от второй мышечной нагрузки велось наблюдение за насыщением крови кислородом и записывалась пневмограмма во время умственной работы. Последняя состояла в том, что в течение первой минуты вычеркивалась буква «х» из каждой строчки таблицы Анфимова и в течение второй минуты устно решалась арифметическая задача.

В результате проведенной работы можно сделать следующие выводы.

1. Метод оксигеметрии может быть с успехом применен в высокогорных условиях для более глубокого исследования вопросов, связанных с насыщением артериальной крови кислородом. В сочетании с другими методами он может быть использован для изучения процессов акклиматизации человека к высокогорному климату.

2. Величина насыщения артериальной крови кислородом в покое на вторые сутки пребывания на высоте 2000 м (Терскол) равнялась 91—96%, на высоте 3000 м (Новый Кругозор) — 86—95%, на высоте 4200 м («Приют 11») — 85—91%.

3. Даже такая незначительная мышечная нагрузка, как 15 поясных наклонов в минуту, уже может снижать у некоторых уровень насыщения артериальной крови кислородом на высоте 2000 м, и тем сильнее и тем у большего числа людей, чем больше высота, несмотря на сильное увеличение легочной вентиляции.

4. Мышечная нагрузка большей интенсивности (10 полных приседаний в минуту) снижала у всех исследуемых насыщение артериальной крови кислородом, начиная с высоты 2000 м, и тем сильнее, чем больше высота, несмотря на значительное увеличение легочной вентиляции и в большинстве случаев резкое учащение пульса.

5. При задержке дыхания как на фазе глубокого вдоха, так и на фазе выдоха кислородное артериальное насыщение у всех людей снижается тем больше и тем быстрее, чем больше высота. С увеличением высоты подъема уменьшается также и длительность задержки дыхания.

6. Существуют большие индивидуальные различия между отдельными людьми в отношении изменения степени насыщения крови кислородом в высокогорных условиях.

Видозмінений спосіб автоматичної реєстрації слиновиділення

М. Бауер, Т. Хаснош, К. Лішшак, І. Мадарас

Протягом останніх років опубліковано чимало праць з описом нових варіантів методики реєстрації слиновиділення.

Макаричев (1951) дає критичний огляд і аналіз існуючих методів підрахування крапель слини при експериментах з умовними рефlekсами і встановлює, що провідним методичним принципом розв'язання цієї проблеми повинна бути реєстрація слиновиділення за допомогою нероз-

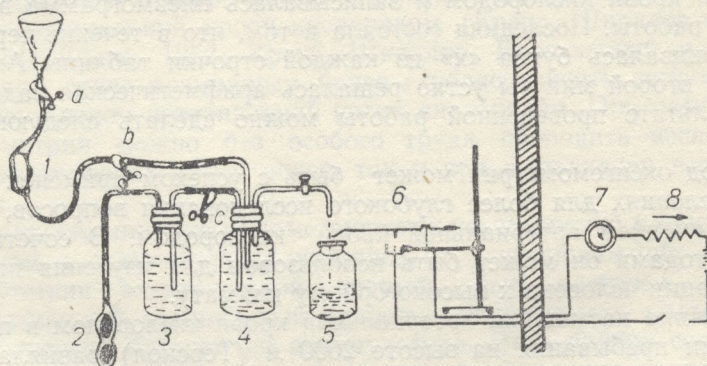


Рис. 1. Оригінальна схема апарату Макаричева для реєстрації слиновиділення.

ривного водяного стовпа, що рухається в нееластичних трубках. Райцес і Вітрикус (1953) описують метод реєстрації слини у тварин, що вільно пересуваються.

В цій статті дано опис методу реєстрації слиновиділення, застосованого нами в павловській лабораторії Інституту фізіології медичного університету в м. Печ (Угорщина). В нашому методі використано також принцип водяної передачі, але наш апарат дещо відмінний від існуючих відповідних апаратів.

Перш ніж описати нашу методику, коротко спинимось на деяких, правда, незначних, недоліках методу Макаричева, які ми спостерігали протягом тривалої роботи за цим методом.

Першим недоліком є можливість змішування води із слиною. На рис. 1 зображена схема апарату Макаричева, з якої видно, що слина з капсули № 1 змішується з водою у банці № 4. В контрольних дослідах при впорскуванні в систему слинної капсули розчину червоної фарби конго остання, надходячи в банку № 4, внаслідок дифузії через кілька хвилин змішується з водою, що там знаходиться. Видалення цієї суміші

можливе тільки після всмоктання всієї води, що відповідає об'єму банки і відвідних трубок. Змішування, змінюючи питому вагу і в'язкість рідини, яка витікає через кран, змінює і кількість крапель, що падають на одиницю об'єму рідини. Числа в табл. 1 показують відповідні кількісні співвідношення.

Таблиця II

Середня кількість крапель рідини на 1 мл

Дистильована вода	Слина на нормальну їжу	Суміш води і слини у співвідношенні 1 : 1	Суміш води і слини у співвідношенні 1 : 100	Різниця, %
21	27,5—28	25—25,5	22	33

Примітки: а) Дані таблиці є середнім результатом з 5—15 дослідів.
б) Швидкість виділення крапель — 1 мл рідини за 25—30 сек.

Другий недолік полягає в тому, що рештки суміші слини і води, витікаючи через кран № 2, затримуються біля нього і через певний час

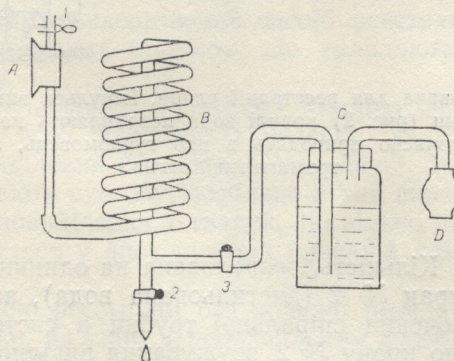


Рис. 2. Схема апарату для реєстрації слини, запропонованого авторами. А — капсула, що з'єднується із слинною фістурою. В — спіральна трубка для виділюваної слини, в якій слина і дистильована вода не можуть змішуватись. С — резервуар дистильованої води для наповнення системи. D — гумовий балон. 1 — затискач; 2 і 3 — скляні крани.

звужують діаметр трубки і отвору. При цьому змінюється кількість крапель і вкорочується період користування гумовими трубками.

Третім джерелом помилок є недостатня надійність механічних клапанних контактів, на які падають краплі слини. Для наших цілей усунення цього недоліку має важливе значення ще й тому, що заряди ртутного контакту, які виникають, заважали електроенцефалографічним відведенням з камери.

На рис. 2 зображена система, яка усуває недоліки, наведені вище. За допомогою контрольних дослідів можна було спостерігати, що фарба конго змішується з водою завжди в банках незалежно від їх форми і місця знаходження. Водночас у трубках з маленьким діаметром змішування різних рідин фактично не відбувається; з цього ясно, якщо слина

збирається не в банках, а в самій відповідній трубці, яка не має розширення, то довжина відповідної трубки повинна бути достатньою для того, щоб уся слина, одержана протягом одного дня дослідів, у ній вмістилася. Для цього ми користувались скляною спіральною трубкою (внутрішній діаметр 6 мм, об'єм 100 мм³), яка наповнюється дистильованою водою з банки «С».

Застосування такої спіральної трубки зручне з таких причин:

1. Експерименти з фарбою конго показують, що в спіральній трубці дистильована вода навіть через 12 год. не змішується з розчином, що

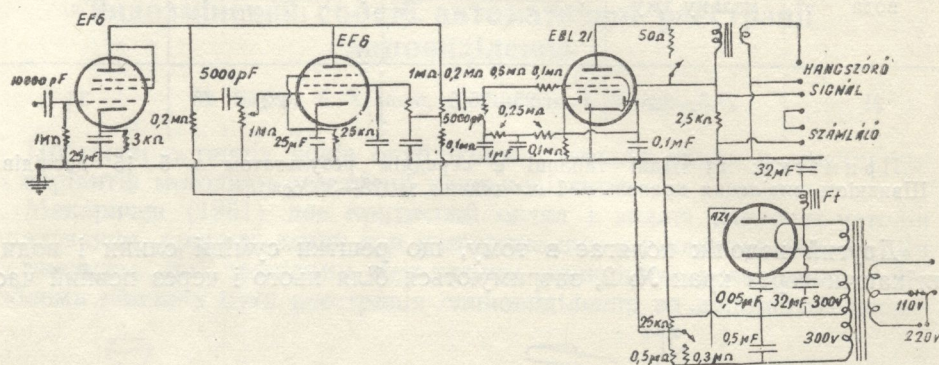


Рис. 3. Схема посилювача для реєстрації слини. Імпульси виникають в результаті того, що з системи (рис. 2) краплі води потрапляють на мембрану мікрофона. Посилювач одночасно приводить в дію гучномовець, лічильник і електромагнітний сигнал.

надходить з капсули. Кількість, розрахована на одиницю об'єму розчину, що виходить через кран № 2 (дистильована вода), завжди однакова.

2. Оскільки включення спіральної трубки в систему не допускає надходження слини до крану № 2, звукування вивідного отвору виключається.

3. Уся система стає простішою і легко доступною до застосування. Особливо вигідне те, що після досліду можна швидко і з малою кількістю води (100 мл) вимити всю систему, оскільки дистильована вода, що надходить з верхнього кінця спіралі, витиснює слину, яка нагромаджується в нижній її частині, не змішуючись з нею.

Вивідний отвір № 2 розташований значно нижче від рівня капсули «А». В тих випадках, коли капсула приклеюється неправильно або відклеюється під час досліду, вода відразу витікає з системи, що негайно реєструється лічильником. Крім того, оскільки в системі нема позитивного тиску, еластичність коротких гумових трубок не може служити джерелом помилок. Це показано наведеними нижче контрольними дослідями (табл. 2).

В нашій системі крапля слини, падаючи, приводить в дію не ртутний контакт, а язичок з металевою тарілкою діаметром в 1 см, прикріпленою до язичка динаміка. Крапля води, що падає з висоти приблизно 30 см, спричиняє коливання язичка в електромагнітному полі, внаслідок чого з'являється індукційний струм у котушці динаміка.

Отже, імпульси, що виникають, через посилювач (рис. 3) приводять в дію електромагнітний лічильник і електромагнітний відмітчик і пере-

Таблиця 2
Кількість крапель в 1 мл дистильованої води при різних тривалості виділювання крапель

№ досліду	Тривалість витікання води, сек.	Кількість крапель	№ досліду	Тривалість витікання води, сек.	Кількість крапель
1	41	20,5	8	15,2	20,5
2	40,5	20,5	9	13,2	20,5
3	38	20,5	10	10	20,5
4	36,5	21	11	9,8	21
5	34	21	12	9,4	21
6	29,1	20,5	13	9,1	21
7	25,2	21			

Примітка. 1 мл дистильованої води вводять туберкуліновим шприцем, прикріпленим на місці капсули. Тим самим способом вимірюють латентний період (інерція системи плюс падіння краплі води), а також найбільшу його швидкість.

даються на двоватний гучномовець, або ж для демонстрування в аудиторії на паперову стрічку телеграфного апарата.

Викладений нами видозмінений спосіб реєстрації слини певною мірою зменшує можливість помилок, що трапляються при застосуванні класичного методу.

Може виникнути запитання, чи не застарів уже і цей більш надійний спосіб, якщо його порівняти з недавно опублікованою методикою реєстрації слиновиділення без водяної передачі? Деякі переваги цієї методики не викликають сумніву, особливо в тих випадках, коли необхідно досліджувати слиновиділення у тварин, що вільно пересуваються. Але ця методика поступається у двох пунктах описаній нами системі з водяною передачею:

по-перше, спосіб реєстрації без водяної передачі не дає можливості відзначати помилки, зв'язані з неправильним функціонуванням капсули, особливо у випадку її відклеювання під час руху тварини;

по-друге, цей спосіб безпосередньої реєстрації слини в його нинішній формі не забезпечує підрахування і реєстрацію крапель, що падають при швидких рухах голови тварини. Ця обставина передбачається при користуванні системою з водяною передачею.

Тому нам здається, що для точного вимірювання слиновиділення тварини, яка знаходиться в станку, і особливо в експерименті при вільному пересуванні тварини система з водяною передачею в її модифікованій нами формі більш підходяща, ніж безпосередня реєстрація слини в капсулі.

ЛІТЕРАТУРА

- Макарьчев А. И., Журн. высшей нервной деят., т. III, 1951, стр. 446.
Райцес и Витрикус, Журн. высшей нервной деят., т. V, 1953, стр. 952.

Медицинний університет,
кафедра нормальної фізіології,
м. Печ, Угорщина.