

*До 85-річчя
з дня народження О. О. Богомольця*

**Значення адаптації до гіпоксії
для профілактики старіння**

М. М. Сиротинін

Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця Академії наук УРСР, Київ

Ще Міруель де Естете [26], один з учасників підкорення Перу, звернув увагу на довголіття жителів гірських висот. Є численні вказівки про велику тривалість життя на височинах Мексики. Статистичні дані Венесуели також показують, що смертність серед стариків у Каракасі (960 м) у два з половиною рази більша, ніж у порту Маракайбо, де менша кількість осіб доживає до глибокої старості. Є дані про довголіття стариків, які живуть у горах Болгарії.

Леві і Вітковер [25], аналізуючи наведені факти, гадали, що не виключена можливість пояснення цього віддаленністтю від сучасної цивілізації. За В. В. Алпатовим (1962), у демографічній літературі точно вказано, що кількість старезних на 1000 жителів у гірських районах (Піренеї, Болгарія, Кавказ, Якутія) значно вища, ніж у низинних.

За даними перепису населення СРСР за 1926 р., серед народностей, які населяють Кавказ, кількість осіб віком 100 років і більше на 1 млн. населення значно більша, ніж серед жителів низинних районів. Особливо багато їх серед аджарців — 3499, горців Дагестану — 3530, абхазців — 3792; тоді як серед росіян взагалі — 124,8 (наведено за Томіліним [17]). За переписом 1959 р. кількість стариків 100 років і більше на 100 000 населення розподіляється так: Нагірно-Карабахська область — 144; Азербайджан — 89; Північна Осетія, Кабардино-Балкарія і Дагестан — від 70 до 61; Грузинська — 51; Вірменська РСР — 33; Якутія — 32; Краснодарський край — 21; Алтайський край — 20; Литовська РСР — 17; Українська РСР — 13; Киргизька і Таджикицька РСР — 11; Молдавська РСР — 6; Латвійська РСР і Ленінградська область — 3; Ярославська область — 2; Естонська РСР і Московська область — 1. Наведені показники графічно зображені на рис. 1.

Привертає увагу велика кількість старечих людей на Кавказі і де-що менша в Якутії, де досить значна частина населення живе на підвищеній місцевості. Середнє місце належить Алтайському краю; відносно мало столітніх у таких гірських місцях, як Киргизька і Таджикицька РСР. Я бував у цих місцевостях і бачив, що населення там відчуває нестачу у овочах і фруктах, тобто у вітамінах, які так необхідні для людей старечого віку; це саме мені повідомляли і місцеві лікарі. Бурмін [5] пише, що кількість довгожителів у високогірних районах Тянь-Шаню більша, ніж у низинних; так кількість осіб 80 років і більше на 100 000 населення у Тянь-Шанській області — 15,9, а в Джети-Огузькому районі — 14,7.

З районів, розташованих переважно у низині, виділяється Краснодарський край. Там кількість осіб столітнього віку і більше на 100 000 населення становить 21. Проте не слід забувати, що до цього краю

входить значна частина Західного Кавказу. В інших низинних місцевостях ця величина менше 20. Виділяється Литовська РСР, де вона становить 17, у більшості ж низинних районів вона близько 10 і навіть значно менша.

Наведений числовий матеріал, безумовно, потребує уточнення: населення Кавказу та інших гірських районів живе як на висотах, так і поблизу рівня моря, тому необхідно знати кількість довгожителів у відповідних висхідних зонах. Після приєднання Кавказу до Росії населення відтіснили від моря в гори, і воно дістало можливість спуститися униз лише після Жовтневої революції. Тому серед довгожителів ни-

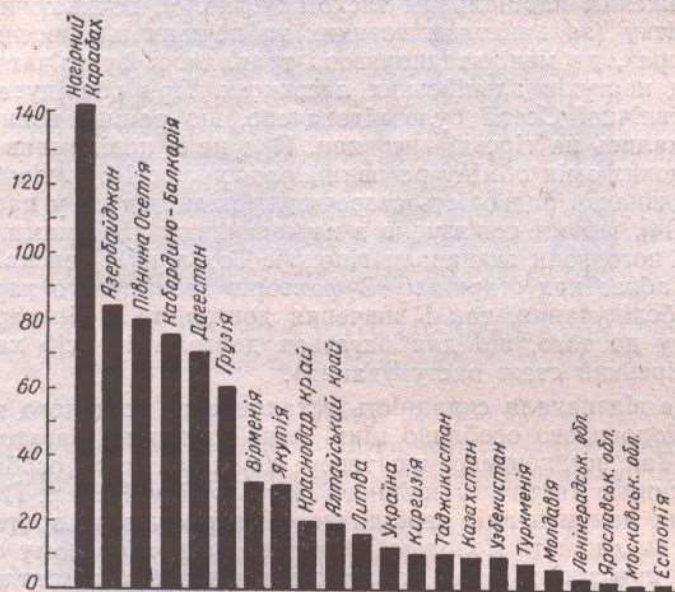


Рис. 1. Розподіл довгожителів по території СРСР.

Стовпчиками позначена кількість осіб 100 р. і більше на 100 000 населення.

зних місцевостей трапляються особи, які провели першу половину життя на височинах. Життя на великих висотах, на перший погляд, не сприяє довголіттю. Там відзначається більш тяжкий перебіг пневмонії та інших захворювань, пов'язаних з гіпоксією, внаслідок зниженого парціального тиску кисню в навколишньому повітрі; там звичайно гірше організоване медичне обслуговування населення; там мало овочів та фруктів, що веде до нестачі вітамінів. На основі цього, за інших однакових умов, слід було б чекати меншої кількості довгожителів у горах порівняно з низинними районами. А дійсно їх, видимо, все ж більше.

Це пояснюється різними причинами. Вище ми згадували про негативну роль цивілізації, що до деякої міри цілком вірно. Проте, водночас, можна назвати багато місць, розташованих близько рівня моря, де, незважаючи на відсутність цивілізації, довгожителів мало. На конференції з механізмів старіння у 1962 р. в Києві промовці відзначали, що старики Кавказу «кокетують» і додають собі віку. При обслідуванні довгожителів Північної Осетії разом з Б. М. Бріном, я впевнився в тому, що це до деякої міри справедливо. Але це саме я спостерігав і на Україні. Видимо, в деяких випадках це відзначається всюди.

Довголіття стариків, які мешкають в горах, пояснювали способом їх харчування. І. І. Мечников пов'язував довголіття з споживанням кислого молока, проте я вже відзначав [14], що в дальшому це не підтвердилось. Томілін [17] на основі обслідування абхазьких довгожителів писав: «Харчовий режим довголітніх стариків дуже різноманітний, не відрізняється ніякими надзвичайними особливостями і, за зібраними матеріалами, не може бути охарактеризований чітко обмежуваними його ознаками».

При аналізі специфіки умов довголіття в горах привертає увагу вплив на організм високогірного клімату, який передусім характеризується зниженим парціальним тиском кисню. Я, починаючи з 1928 р., щороку влітку (за винятком воєнних та перших післявоєнних років) буваю в горах, де мені неодноразово траплялось зустрічати довгожителів серед пастухів альпійських пасовиськ. При обслідуванні довгожителів Північної Осетії було відзначено, що раніше вони багаторазово піднімалися на гірські височини. Про це я повідомляв на конференції з вікових змін обміну речовин і реактивності організму в 1950 р. Я також відзначав бадьорість старечих провідників як у нас, так і за кордоном [14], що ми пов'язуємо з періодичними підйомами на вершини, під час чого вони зазнавали гіпоксії. Томілін [17] писав з приводу довголіття абхазьких стариків: «З факторів зовнішнього характеру як абхазьке обслідування, так і вивчення довголіття в Болгарії привертають увагу до того, що для багатьох довголітніх осіб характерний тривалий гірський стаж пастухування».

Ми вже відзначали складність встановлення істинного віку довгожителів. Щодо цього особливо цінні дані повторних багаторічних обслідувань. Так встановлено, що тепер ще живуть три особи, обслідувані експедицією Інституту клінічної фізіології у 1937 р. [15]. Раніше стариків для документації періодично фотографували, проте, на фото вони часто виглядають молодше (особливо на кольоровому фото), тим більше, що при зйомці вони намагаються мати більш підтягнутий вигляд. На звичайній фотографії випадають найхарактерніші зміни, які з'являються при старінні: в жестикуляції, ході, у манері сідати і підводитися; все це добре виявляється на кіноплівці.

В останні роки я періодично знімаю в кіно довгожителів Кабардино-Балкарської АРСР. Вперше я зустрівся з деякими з них у 1929 р., коли мені доводилось очолювати першу високогірну експедицію кафедри патологічної фізіології Казанського університету. На той час вони здавалися мені старими людьми у віці не менше 70 років, після цього я неодноразово бачив їх. Під час війни вони були евакуйовані і жили на висотах Тянь-Шаню, а після війни знову повернулись на свої місця.

Да ги ру Качкарову (рис. 2) у 1963 р. минуло 106 р., проте я не певний у точності його віку, в усякому разі він старший за мене приблизно на 30 років, тобто йому принаймні 100 років. Він живе у Терсколі на висоті 2200 м. Качкаров багато разів сходив на вершину Ельбрусу. Я його зустрічав у 1930, 1935, 1937 рр. Починаючи з 1957 р., я бачив його майже щороку; з 1962 р. я щороку знімаю його на кіноплівку. Коли я знімав Д. Качкарова вперше, він працював на косовиці. Довідавшись про те, що я хочу його бачити, він швидко почав спускатися з гори і за своєю ходою виглядав значно молодше своїх років. У 1963 р. він хворів, перебіг запалення на руці був торпідним, він ослаб, подовгу лежав у ліжку, але все ж самостійно вставав і ходив. У такому вигляді я засняв його вдруге. У 1964 р. він переїхав у колгосп II Чегем (висота близько 500 м). Я сам запропонував йому спуститися нижче, вважаючи, що у віці понад 100 р. позначається гі-

поксія і життя на великих висотах протипоказане. Д. Качкаров ослабшав ще більше, він подовгу проводив час у ліжку і вже самостійно не виконував ніякої роботи. Все ж він зміг підвестися і позувати для кінозйомки.

Чокка Заліханову (рис. 3) у 1963 р. минуло 107 років, що підтверджується документально, а також показаннями його синів. Сам

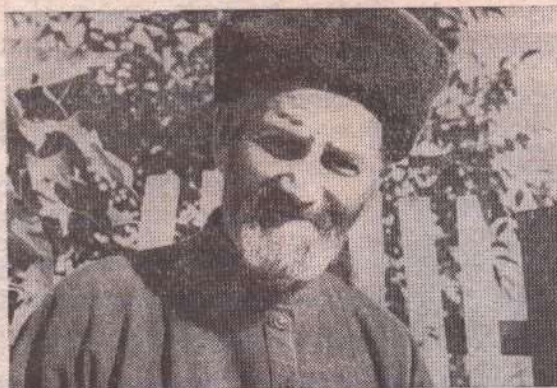


Рис. 2. Дагир Качкаров у 1964 р.
(Фото П. В. Білошицького)

Ч. Заліханов вважає себе однолітком Д. Качкарова, якого він знає з дитинства. Ч. Заліханов живе у Тегенеклі на висоті близько 1800 м. Він був провідником і десятки разів сходив на вершину Ельбрусу. У

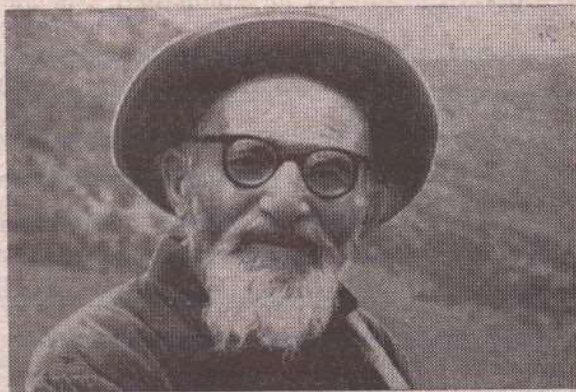


Рис. 3. Чокка Заліханов у 1964 р.
(Фото П. В. Білошицького)

1950 р. Ч. Заліханов брав участь у будівництві хатини на сідловині Ельбрусу (5300 м). У 1963 р. у «Неделе» було вміщено велике фото Ч. Заліханова з його сином Г. Заліхановим. Син питає батька, чи візьме він участь у сходженні на вершину Ельбрусу. У 1963 р. мала здійснитися Кабардино-Балкарська альпініада з походом на Ельбрус. Перед цим я засняв Ч. Заліханова на фотоплівку за косовицею. Він дійсно пішов на чолі альпініади, яку знімала в кіно Нальчицька студія телебачення. До Ч. Заліханова приставили лікаря, крім того ми взяли з собою кисень та серцеві медикаментозні засоби, які, проте, не зна-

добилися. Я впевнився в тому, що Ч. Заліханов піднімався цілком задовільно, що для його віку є великим досягненням. На висоті близько 4000 м Ч. Заліханов почав згадувати давно минулі часи (можливо, під впливом гіпоксії), коли задовго до революції кабардинці погнали табун балкарських коней. Група з Ч. Заліхановим дійшла до місця, трохи нижче Приюту Пастухова (4670 м), тобто небагато нижче вершини Монблану (4810 м). У 1964 р. я застав Ч. Заліханова знову на косо-

виці; за цією роботою його зняв на кіноплівку П. В. Білошицький. Здавалося, він зовсім не змінився за минулий рік.



Рис. 4. Селімгері Байзулаєв у 1964 р.
(Фото П. В. Білошицького)

Селімгері Байзулаєв (рис. 4) віком близько 100 р. живе у Тирнаузі (1300 м), у його верхній частині по річці Герхожан. Я кілька разів намагався засняти його в кіно, але не заставав його; він ішов з дому із своїм ослом рано вранці у гори за сіном і повертався надвечір. У 1964 р. у неділю він був вдома. Селімгері виглядає значно молодше свого віку, працездатний; П. В. Білошицький засняв його на кіноплівку за роботою по полагожденню господарського приладдя.

Обслідувані нами довгожителі вражають нас не своїм довголіттям, а бадьорістю, що так добре виявляється на кіноплівці. Ми вже писали [14], що, можливо, це пов'язано з стимулюючим впливом високогірного клімату, а також з адаптацією до гіпоксії, в

результаті високогірної акліматизації. Гіпоксія відіграє значну роль у патогенезі передчасного старіння. На мою думку, не можна провести чіткої межі між патологічним і фізіологічним старінням. Але при фізіологічному старінні є якісь патологічні зміни.

Про значення гіпоксії у генезі старіння я вже писав [14], до того що було опубліковано я можу додати деякі нові докази. Слід мати на увазі, що при старінні гіпоксія у спокійному стані може не виявлятися, але вона виникає вже при невеликому фізичному навантаженні; це особливо різко видно в умовах нестачі кисню у зовнішньому середовищі. Крім того, гіпоксія у старості може бути регіонарного характеру: гіпоксія мозку, гіпоксія печінки тощо. Гіпоксія, особливо циркулярного типу веде до атрофії паренхіматозних елементів і до розростання сполучної тканини, що за І. І. Мечниковим, зумовлює старіння організму. В інших випадках при старінні гіпоксія добре виявляється навіть у вигляді тканинного типу. Так, Вогралик та ін. [6] за допомогою полярографічного методу виявили, що при старінні знижується напруження кисню у тканинах.

При гіпоксії умовнорефлекторна діяльність стає непостійною, порушуються диференцировки, з'являється послідовне гальмування [9]. При гіпоксії спостерігається збільшення латентного періоду та погіршення якості мовних реакцій, що вказує на ослаблення подразнювального процесу, виникає персеверація, властива застійності процесу збудження і ослабленню процесу гальмування. Персеверація особливо

добре виражена при гіпоксії сильного ступеня [14]. Вона відзначається при будь-яких гальмівних станах мозку, зокрема, при склерозі мозку, який зумовлює його гіпоксію. Ми (М. М. Сиротинін, А. З. Колчинська, В. В. Туранов, Г. О. Леонтьєва) у 1949 р. визначали у себе в артеріальній крові та в крові внутрішньої яремної вени кисень, швидкість кровоструменя, та виявили, що як на висотах Казбеку, так і в лабораторних умовах, при вдиханні газових сумішей, бідних на кисень, виявляється гіпоксія мозку. Порушення вищої нервової діяльності, які при цьому настають, корелюють із ступенем цієї гіпоксії [14]. Фацекас та ін. [23, 24] виявили зниження споживання кисню мозком в міру старіння людини, застосовуючи, приблизно, ту саму методику, що й ми.

Шенкін та ін. [27] спостерігали це саме при гіпертонії та атеросклерозі, але ці захворювання є частими супутниками передчасного старіння.

Описані порушення вищої нервової діяльності спостерігаються також і у старечому віці. Вони менш виражені у більш ранньому періоді старіння, проте якоюсь мірою виявляються хоч би у нахилі до повторень. Це можна відзначити навіть у таких високоінтелектуальних людей, як Л. М. Толстой. Його останній секретар В. Булгаков писав, що Лев Миколайович доручив йому «зняти повторення» в його рукописах*. А між тим, у молоді роки він обходився без секретарів і у нього не відзначалось нахилу до повторень. Я також уже писав [14], що пам'ять на найближчі події слабшає як при гіпоксії, так і при старінні; причому, іноді спостерігається неначе загострення пам'яті на події далекого минулого. Це особливо проявляється, коли інтерес до сучасного життя падає, що так добре зображено В. М. Максимовим на його картині «Усе в минулому». Можливо, до явищ цього ж порядку належить бажання у похилому віці поглянути на місця, добре знайомі у дитинстві, старі фотографії тощо.

Я наведу кілька прикладів неначе впливання колишніх асоціацій при гіпоксії. Г. А. Г. з дитинства добре ходив на лижах. Коли вона почала навчатися слалому, то при повороті піднімала ногу. З неї сміялися, казали, що вона робить це «як слон», називали її «слоником». Г. А. Г. давно забула про цю звичку і стала кваліфікованою спортсменкою. Але, коли вона разом з групою лижників піднялась на Приют 11 Ельбрусу (4200 м) і, ще не акліматизувавшись, стала спускатися на лижах, вона підняла ногу, як у дитинстві. Наведу ще один приклад. Ми, учасники ельбурської експедиції, ще не акліматизувавшись, піднімалися по льодовнику Малий Азау. Приблизно на висоті близько 3500 м одна з учасниць експедиції посковзнулась і покотилась вниз, де були тріщини. Злякавшись, вона закричала, як у дитинстві — «Мама!».

У старечому віці спостерігається зниження функцій коркового шару надниркових залоз і гіпофіза [18], а також гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової системи [6]. Татішвілі та ін. [16] виявили при старінні у пучковій зоні кори надниркових залоз майже повну відсутність цотової будови клітин, що вказує на різке зниження кортикостероїдпродукуючої функції.

При гіпоксії слідом за активацією гіпофізарно-надниркової системи в зв'язку з початковою адаптацією виявляється зниження її функцій; з настанням міцної адаптації функціональна здатність і морфологічні зміни приходять до норми [2, 12, 21, 22].

Ці зміни у корі надниркових залоз пов'язані також з нестачею вітамінів. Якщо давати тваринам вітаміни перед тим, як поміщати їх у

* В. Булгаков — Л. Н. Толстой в последний год его жизни. Гослитиздат, 1957, 56.

барокамеру і перед розрідженням повітря, то дегенеративні явища у корі надниркових залоз можна ослабити. При гіпоксії виникає вітамінна недостатність і введення їх, особливо вітаміну С, підвищує витривалість до гіпоксії [1, 4, 7, 11, 18 та ін.]. Відомо, що в старості розвивається вітамінна недостатність, і вітамінотерапія міцно увійшла в геріатричну практику.

Ми відзначали єдність порушень травного тракту при старінні та гіпоксії [14]. Слід додати лише одну деталь: при старінні рано виникає атрофія слизової оболонки шлунка, залози дна шлунка диференціюються, з'являються ознаки дистрофії [20]. При гіпоксії сильного сту-

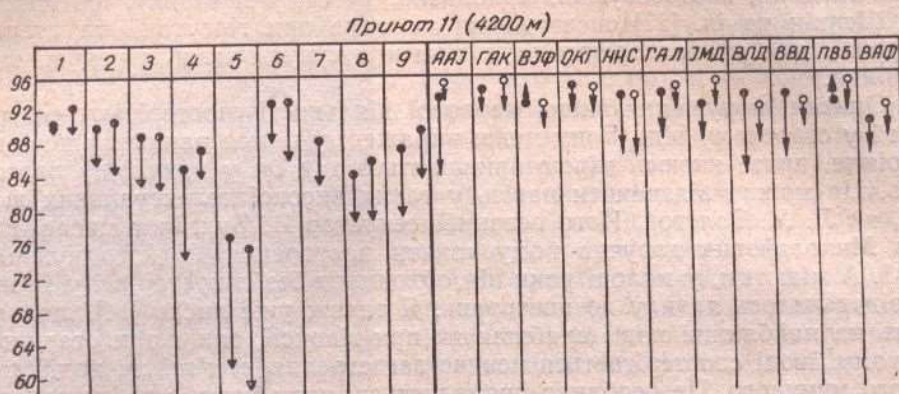


Рис. 5. Насичення крові киснем у людей на висоті 4200 м (Приют 11).

Ліворуч — у 1954 р. після невеликої акліматизації, праворуч — у 1963 р. після ступеневої акліматизації. Чорними кружечками і трикутниками позначене насичення на другий день перебування на цій висоті, напівчорними — на сьомий-восьмий день перебування, незаштрихованими — після більш тривалої акліматизації. (П'ятий зліва в обох групах Н. Н. С.)

пеня також дистрофується слизова оболонка шлунка, зокрема, його дна, доходячи до некробіозу покривного епітелію. При цьому головні і побічні клітини перетворюються на епітелій індіферентного типу, кількість обкладкових клітин різко зменшується [19].

Ці факти, а також раніше наведені мною, свідчать про єдність порушень при гіпоксії та при старінні, і, водночас, про участь гіпоксії у патогенезі передчасного старіння. З другого боку, патологічні явища, як емфізема, склероз судин тощо, що виникають при передчасному старінні, ведуть до дальшої гіпоксії, що створює *circulus viciosus*, зумовлюючий швидке настання старості. Хоч і кажуть, що старіння починається від народження, проте добре відомі риси старості з'являються близько 60 років і починають прогресувати, видимо, в результаті цього порочного кола.

Мені не хотілось би, щоб створилось уявлення, ніби гіпоксія є єдиною причиною старіння. У виникненні старості, особливо патологічної, безсумнівно мають значення багато факторів: спадковість, умови життя, правильний режим праці і відпочинку, спосіб харчування, попередження від травмування нервової системи, стан ендокринних залоз і системи сполучної тканини, що часто уражуються різними захворюваннями, тощо.

Але все це добре відомо [3 та ін.] та вважається визнаним.

З усього викладеного випливає один з видів профілактики передчасного старіння — шляхом адаптації до гіпоксії. Цього можна досягти різними шляхами: тренувальними сходженнями на гірські височини, підйомами на автотранспорті і канатному шляху, перебуванням на різ-

них висхідних височинах (ступенева акліматизація). Я наведу лише один приклад такої адаптації до високогірного клімату. Крепс та Войткевич [10] у комплексній високогірній експедиції Інституту фізіології ім. І. П. Павлова та Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця у 1954 р. здійснили оксигеометричне дослідження процентного насичення крові киснем у стані спокою та при м'язовому навантаженні. Вони виявили, що на висоті 4200 м крива насичення крові киснем у досліджуваних знижувалась, особливо різко після вправ. У Н. Н. С. цей показник становив 59%, він був старіший, ніж інші досліджувані (57 років). У 1962 р. ми (М. М. Сиротинін, Г. О. Леонтьєва, В. Я. Фридляндський) повторили ці дослідження після попередньої ступеневої акліматизації. При цьому на тій самій висоті 4200 м після такого ж навантаження зниження насичення крові киснем було значно меншим (див. рис. 5), зокрема і у Н. Н. С., незважаючи на його вік (66 років).

Тепер створюються все кращі умови для такого тренування, особливо на височинах Ельбрусу, де будують здравницю, мабуть, найкращу в світі. Проте слід мати на увазі, що профілактика гіпоксії, а водночас і передчасного старіння може бути здійснена й іншими шляхами, зокрема, з допомогою рухового режиму, який веде до адаптації до гіпоксії [8].

Література

1. Асатиани В. С.— В сб.: Витамины, Изд-во АН УССР, К., 1958, 3, 174.
2. Белошицкий П. В. и Ло Синь-мао.— Изменения количества эритрофилов в условиях высокогорья. В сб.: Кислородная недостаточность, Изд-во АН УССР, К., 1963, 472.
3. Богомолец А. А.— Продление жизни. Изд-во АН УССР, К., 1938.
4. Брагинский Б. М.— В сб.: Вопросы физиологии и патологии высокогорья, Душанбе, 1963, 62, 24.
5. Бурмин Л. С.— Старость и долголетие. Фрунзе, 1962.
6. Вогралик В. Г., Вогралик М. В., Волошина Н. Ю.— Тез. X съезда Всерос. физиол. об-ва им. И. П. Павлова. Изд-во «Наука», Ереван, 1964, 2, 1, 165.
7. Гаджиев Н. А.— Изменение гемодинамических показателей свертываемости и морфологии периферической крови и С-витаминного баланса у спортсменов-альпинистов в высокогорных районах Кавказа. Дисс., Баку, 1958; Влияние высокогорного климата на организм спортсменов-альпинистов. Труды конфер. по высокогорью и холодовой травме, Изд-во АН КССР, Фрунзе, 1962, 135.
8. Двигательный режим и старение. Сборник. Изд-во ФиС., М., 1964.
9. Колчинская А. З.— Недостаток кислорода и возраст. Изд-во «Наукова думка», К., 1964.
10. Крепс Е. М. и Войткевич В. И.— В сб.: Физиол. нервных процессов. Изд-во АН УССР, Киев, 1955, 298.
11. Лауэр Н. В.— Мед. журн. АН УРСР, 1947, 16, 298.
12. Медник Г. Л., Лоренц О. Г., Брагинский Б. М. и Глушенко А. Г.— Пробл. эндокринол. и гормонотер., 1962, 4, 104.
13. Нагорный А. В., Никитин В. Н., Буланкин И. Н.— Проблема старения и долголетия. Медгиз, М., 1963.
14. Сиротинин Н. Н.— Вісник АН УРСР, 1954, 6, 57; в сб.: Высшая нервная деят. и кортико-висцер. взаимоотнош., Изд-во АН УССР, К., 1955, 38; в сб.: Физиол. и патол. дыхания, гипоксия и оксигенотерапия. Изд-во АН УССР, К., 1958, 82; Клиническая медицина, 1960, 8, 72; в сб.: Механизмы старения. Госмедиздат УССР, Киев, 1963, 341.
15. Сичинава Г. Н.— Сообщение на симпозиуме по физиологическому старению и долголетию человека в Сухуми 30 октября 1964 г.
16. Татишвили И. Я. и Кушашвили Л. А.— Там же.
17. Томилин С. А.— В сб.: Старость (Труды конфер. по проблеме генеза старости и профилактики преждевременного старения организма). Изд-во АН УССР, К., 1939, 247, 252, 253.
18. Туранов В. В.— В сб.: Кислородная терапия, Изд-во АН УССР, Киев 1952, 93; Труды конфер. по высокогорью и холодовой травме. Изд-во АН КССР, Фрунзе, 1962, 147.
19. Хазен И. М.— В сб.: Кислородная недостаточность. Изд-во АН УССР, К., 1963, 141.

