

Старіння і адаптація організму

В. В. Фролькіс

Лабораторія фізіології Інституту геронтології АМН СРСР, Київ

В 1904 р. І. І. Мечников писав: «...досить кількох рядків, щоб викласти наші відомості про старість, так мало ми знаємо про неї».

За останні 60 років вчення про старіння організму пройшло шлях від окремих пошуків, талановитих догадок, сміливих припущень до однієї з найактуальніших проблем сучасного природознавства. З кожним роком наростає інтерес до геронтології. Про колосальний розмах досліджень в цій галузі свідчить хоч би те, що тільки за п'ять років— з 1949 по 1955 рр.— було опубліковано з цієї проблеми понад 15 000 робіт. І все ж сучасна геронтологія багато в чому ще нагадує недописану книгу, в якій дивовижне проникнення в глибинні механізми вікових змін чергується з майже цілковитим незнанням ряду кардинальних факторів розвитку старіння організму.

На сьогодні зібрано величезний фактичний матеріал про вікові зміни структури і функції різних систем організму, про особливості перебігу ряду захворювань в старості. Разом з тим, у пошуках і розумінні нового фактичного матеріалу, що продовжує нагромаджуватись, дослідники дуже часто перебувають під враженням ряду давно встановлених положень, які безумовно потребують перегляду.

Відома істина, яка стала вже загальножиттєвою, що організм в старості слабшає, що діяльність його поступово згасає, в наші дні вже перетворилась на тривіальну. Тисячі праць містять колосальний фактичний матеріал про зміни функцій серцево-судинної, нервової, травної, ендокринної та інших систем організму і основна увага в них спрямована на вишукування шляхів ослаблення, сповільнення процесу згасання діяльності відповідних органів і систем. Важливе і те, що зміни ці розвиваються нерівномірно гетерохронно в процесі старіння організму. Прикладів цьому багато.

Нагадаємо надзвичайну гетерохронність в зміні структури і функції залоз внутрішньої секреції. Згасання діяльності, приміром, підгрудинної, щитовидної, статевих залоз, гіпофіза настає в різні періоди життя людини. Гетерохронність спостерігається і в змінах, що розвиваються в клітинах. Так, С. І. Фудель-Осипова (1963) показала, що в м'язах старих тварин можна поряд з незміненими м'язовими волокнами знайти цілком перероджені. Ця нерівномірність вікових змін може бути вловлена і в зрушеннях, що настають на молекулярному рівні. Ось кілька прикладів цього, взятих з праць нашої лабораторії. Так, при вивченні вмісту й оновлюваності макроергічних фосфорних сполук з'ясувалось, що вікові зміни їх в скелетному м'язі виражені різкіше, ніж у серці. При зіставленні різних обмінних циклів у тій самій тканині, наприклад, в серці, виявилось, що при старінні вони змінюються

нерівномірно. Це
торів — ацетилхол

Описані багатоганізми є причиною організму — скращення діапазону одноразово відзна. Н. Шок, 1961; Вельд-Осіпова, 1961 організм роблять пружною діяльність організму жорстких

При обговоренні фактів і теоретичного положення, як увазі уявлення про це дістало так перший його вислід думки, мало б м

Протягом ряду років про старіння невірне і не підкріплення про інволюцію як тільки розглядає старіння філогенетичним ретроспективним попереднім стадіям нізмі з цих позицій досяг на попередній

Одним з при виникнення в стар нагадують особли онтогенезу. Іншим фактичний матері обміну і функцій, дили дослідників рінні організму, етапам онтогенезу фізіологічний ана різних етапах он валосся б, тип змі онтогенезу різних різних етапів онто механізмах.

Наведемо кілька незу відзначається цих подразників, і М. М. Шамарін 1960).

Н. С. Верхра
но зі зрілим віком
факторів. Просте
що в старості ві
реагування. Разом
сім не так. Відом

нерівномірно. Це було показано, зокрема, при вивченні обміну медіаторів — ацетилхоліну й адреналіну.

Описані багатьма дослідниками вікові зміни обміну і функцій організму є причиною розвитку одного з найважливіших проявів старіння організму — скорочення його адаптаційних можливостей. Це звуження діапазону пристосувальних реакцій, яке з віком прогресує, неодноразово відзначали численні дослідники (О. О. Богомолець, 1938; Н. Шок, 1961; Верцар, 1963; М. М. Горев, В. В. Фролькіс, С. І. Фудель-Осипова, 1963, та ін.). Змінені можливості адаптації старіючого організму роблять зрозумілими особливості його реакцій в умовах напруженої діяльності, несприятливий перебіг подій при пред'явленні організму жорстких умов існування.

При обговоренні усіх цих надзвичайно важливих і незаперечних фактів і теоретичних узагальнень слід спеціально спинитися на одному положенні, яке заслуговує на критичний розгляд. Ми маємо на увазі уявлення про старіння як процес інволюції організму. Положення це дістало таке велике поширення, що навіть важко зазначити, хто перший його висунув, а посилання на авторів, які дотримуються такої думки, мало б містити тисячі літературних джерел.

Протягом ряду років ми неодноразово підкреслювали, що уявлення про старіння, як про чисту інволюцію організму, методологічно невірне і не підкріплюється відповідним фактичним матеріалом. Положення про інволюцію узгоджується по суті справи з поглядами на онтогенез як тільки частину індивідуального розвитку організму. Воно розглядає старіння як пасивний процес, зв'язок якого з історичним філогенетичним розвитком визначається тільки рівнем розвитку на попередніх стадіях онтогенезу. Інакше кажучи, перебіг старіння організму з цих позицій залежить тільки від того, якої досконалості він досяг на попередніх стадіях.

Одним з приводів для розгляду старіння як інволюції є часте виникнення в старості тих проявів обміну і функцій, які багато в чому нагадують особливості реакцій, що виникають на більш ранніх етапах онтогенезу. Іншими словами, з одного боку, нагромаджений великий фактичний матеріал про розвиток у процесі старіння явищ згасання обміну і функцій, з другого боку, просте зовнішнє зіставлення привели дослідників до висновку, що характер змін, які настають при старінні організму, дуже схожий з проявами, властивими більш раннім етапам онтогенезу. Звідси і висновок про інволюцію. Однак глибокий фізіологічний аналіз функціональних і обмінних змін, що настають на різних етапах онтогенезу, свідчить про те, що один і той самий, здавалося б, тип зміни діяльності організму може мати на різних етапах онтогенезу різний механізм. Отже, за зовнішньою спільністю проявів різних етапів онтогенезу можуть ховатися принципові відмінності в їх механізмах.

Наведемо кілька прикладів. Відомо, що на ранніх етапах онтогенезу відзначається підвищення чутливості тканини до ряду гуморальних подразників, в тому числі до ацетилхоліну (А. Г. Гінецинський і М. М. Шамаріна, 1938; В. А. Шидловський, 1947; І. А. Аршавський, 1960).

Н. С. Верхратський (1962, 1963) показав, що в старості, порівняно зі зрілим віком, знову підвищується чутливість до холіноміметичних факторів. Просте зіставлення цих фактів може привести до висновку, що в старості відбувається своєрідне повернення до колишніх форм реагування. Разом з тим, аналіз цих явищ свідчить про те, що це зовсім не так. Відомо, що чутливість до ацетилхоліну певною мірою виз-

начається активністю холінестерази тканини, реакційною здатністю холінорецепторів. В нашій лабораторії показано, що з віком активність холінестерази істотно змінюється (рис. 1). Активність цього ферменту найбільш висока на ранніх етапах онтогенезу і найбільш низька в старості. По-різному змінюється також і реакційна здатність холінорецепторів у цей віковий період. Отже, одне і те саме явище підвищеної чутливості до ацетилхоліну має різний механізм і його не можна розглядати як прояв інволюції організму.

Другий приклад. Ми вив-

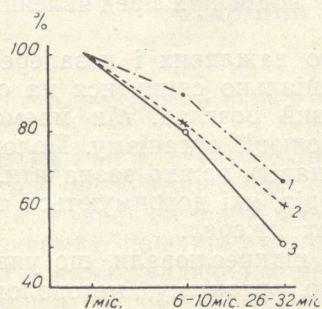


Рис. 1. Зміна активності холінестерази в передсердях і шлуночках серця та в скелетних м'язах у щурів різного віку.

Активність холінестерази у одномісячних тварин прийнята за 100%. 1 — шлуночки серця, 2 — передсердя, 3 — скелетний м'яз.

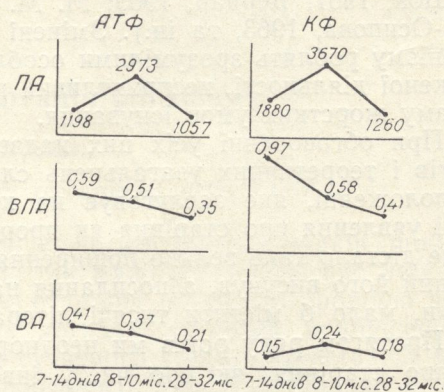


Рис. 2. Вікові особливості оновлюваності макроергічних фосфорних сполук (АТФ, КФ) у серцевому м'язі.

ПА — питома активність, ВПА — відносна питома активність, ВА — відносна активність.

чали зміни у вмісті та оновлюваності макроергічних фосфорних сполук у серцевому і скелетних м'язах у тварин різного віку (Л. Н. Богацька, 1963; Є. В. Епштейн, 1963). Виявилось, що максимальний вміст аденозинтрифосфornoї кислоти і креатинфосфату відзначається у тварин зрілого віку. У старих тварин і в постнатальному періоді концентрація цих речовин невелика. Здавалося б, своєрідна спільність явищ — прояв інволюції. Проте аналіз оновлюваності АТФ, КФ і НФ, проведений за включенням радіоактивного фосфору в окремі фракції (рис. 2) свідчить про те, що низький вміст макроергів у різні вікові періоди має неоднаковий механізм. Аналогічних прикладів можна навести немало.

Отже, так звані «інволюційні зміни» при старінні організму можуть мати зовсім інший механізм у порівнянні зі зрушеннями, що спостерігаються в інші періоди онтогенезу.

Все це зовсім не означає, що в старості не можуть з'явитися функціональні зрушення, в основі яких лежать механізми, які давно зникли і були властиві більш раннім етапам онтогенезу.

Л. А. Орбелі (1933) неодноразово підкреслював, що в процесі онтогенезу і філогенезу давні механізми можуть не повністю зникати, вони зазнають пригнічення — «переплавляються» в процесі розвитку. Ось чому при різних ситуаціях, які змінюють встановлені взаємовідношення, можуть знову з'явитись функціональні зрушення, що відзначались раніше. Проте їх поява — це не результат «зворотного розвитку», а підсумок нових взаємовідношень, які склалися в організмі.

Слід підкреслити, що критичне ставлення до уявлення про інволюцію аж ніяк не означає заперечення вирішальної ролі проявів згасання обміну й інших функцій в процесі розвитку старіння організму.

При аналізі до себе увагу те ціональні і морф. Разом з тим, слід діяльність організму, наприклад, слід осмотичний тиск,

Рівень кожної взаємодії різних якої з віком істо

Цілком ясно мірне згасання с знижувались би

Нами було і них механізмів о номірні зміни в і ності, а іноді і рі тримується гомео

Отже, при ст ження певного рі стосувальні меха до середовища. М

ханізмів, які заб організмі, є зміни кретним фактичн ному, клітинному прикладів, взятих

Повноцінність і функціональних забезпечення кліт гії, спрямований було показано, п енергії в клітині ця, печінки, скеле гліколізу, наприкл росте.

Відомо, що с пече в кінцевому рінні організму ос приводить до пос шляху. Важливе і фосфорилування. ціента Р/О з віко що це є результат форилування, яке

Тепер є чима в процесах тепло із сполученістю о описане збільшенн ощадливому вико з віком знижуєтьс

Отже, при ан чують енергетичні вальних механізмів Важливе й ін

При аналізі фактичних даних, зібраних геронтологами, привертає до себе увагу те, що дослідники звичайно наполегливо шукають функціональні і морфологічні зрушення, які зазнають істотних змін з віком. Разом з тим, слід підкреслити, що ряд показників, які характеризують діяльність організму, можуть з віком істотно не змінюватись. До них, наприклад, слід віднести рівень кров'яного тиску, температуру тіла, осмотичний тиск, вміст цукру в крові тощо.

Рівень кожної з наведених гомеостатичних величин є підсумком взаємодії різних ланок цілої саморегульованої системи, окремі ланки якої з віком істотно змінюються.

Цілком ясно, що коли б при старінні організму наставало рівномірне згасання окремих функцій, то загальні гомеостатичні величини знижувались би більш різко, ніж окремі фактори, які їх складають.

Нами було показано, і це є одним з найважливіших адаптаційних механізмів організму, що при старінні організму настають нерівномірні зміни в різних ланках саморегуляції. Завдяки цій нерівномірності, а іноді і різноспрямованості, в різних ланках саморегуляції підтримується гомеостазис життєвих процесів в старості.

Отже, при старінні розвиваються не тільки явища згасання, зниження певного рівня обміну і різних функцій, а й виникають нові пристосувальні механізми, встановлюється новий тип адаптації організму до середовища. Ми вважаємо, що внутрішнім змістом конкретних механізмів, які забезпечують виникнення пристосувань у старіючому організмі, є зміни в системах саморегуляції. Це можна підкріпити конкретним фактичним матеріалом про зміни саморегуляції на молекулярному, клітинному рівні, на рівні цілісного організму. Наводимо кілька прикладів, взятих з наших досліджень.

Повноцінність діяльності клітини, рівень її пластичних процесів і функціональних відправлень значною мірою залежить від системи забезпечення клітини енергією. З віком відбувається перерозподіл енергії, спрямований на підтримання структури і функції клітини. Нами було показано, що з віком співвідношення різних шляхів утворення енергії в клітині змінюється. Так, активність тканинного дихання серця, печінки, скелетних м'язів знижується. Разом з тим, інтенсивність гліколізу, наприклад в серці (Л. Н. Богацька, 1962, 1963), з віком наростає.

Відомо, що окислювальне і гліколітичне фосфорилування забезпечує в кінцевому підсумку утворення макроергічних сполук. При старінні організму ослаблення одного з шляхів синтезу енергії (дихання) приводить до посилення найважливішого резервного гліколітичного шляху. Важливе і інше. Дещо змінюється і характер окислювального фосфорилування. На фоні зниження дихання тканини величина коефіцієнта Р/О з віком наростає (рис. 3). Можна висловити припущення, що це є результатом посилення сполученості процесів дихання і фосфорилування, яке має компенсаторне значення (Л. Г. Богацька, 1964).

Тепер є чимало даних, які дозволяють зв'язати співвідношення в процесах теплоутворення і виникнення зв'язаної енергії в клітині із сполученістю окислення і фосфорилування. Слід припустити, що описане збільшення сполученості цих процесів в старості сприяє більш ощадливому використанню енергії в клітині на фоні дихання, яке з віком знижується.

Отже, при аналізі вікових змін обмінних процесів, які забезпечують енергетичні потреби клітини, чітко виступає розвиток пристосувальних механізмів, що виникають при старінні організму.

Важливе й інше. Обмінні процеси, пов'язані із забезпеченням

енергетичних потреб, є саморегульованою системою. Описувані пристосувальні зміни розвиваються в результаті своєрідного посилення зворотних зв'язків при старінні. Ідеться про показане зменшення кількості АТФ і нагромадження продуктів її метаболізму, які за принципом зворотного зв'язку стимулюють гліколіз і дихання.

Цікавий пристосувальний механізм в старіючій клітині виявила С. І. Фудель-Осипова (1963), яка встановила появу в м'язових клітинах старих тварин великої кількості ядер.

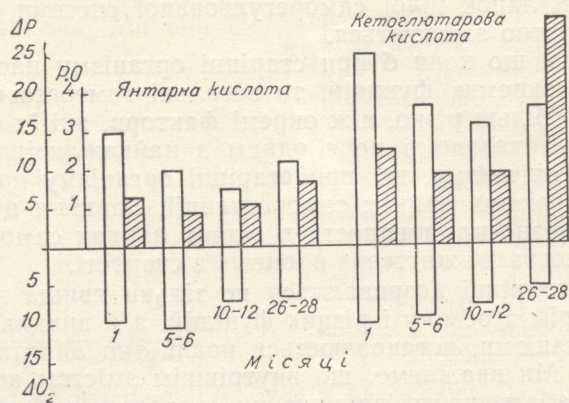


Рис. 3. Вікові особливості дихання та окислювального фосфорилування в мітохондріях серцевого м'яза у щурів.

ΔO_2 — поглинання кисню (в мікроатомах); ΔP — зв'язування мінерального фосфору (в мікроатомах); чорні стовпці — коефіцієнт P/O.

Наведемо кілька прикладів виникнення нових пристосувальних механізмів в результаті нерівномірних змін у саморегуляції, виявлених при вивченні функціональних систем в організмі.

Досягнення певного рівня гемодинаміки в організмі забезпечується завдяки складній саморегуляції серцево-судинної системи. При старінні організму настають зміни в різних ланках системи кровообігу. Разом з тим загальний рівень гемодинаміки може і в глибокій старості бути достатнім.

Серед безлічі адаптаційних механізмів, що розвиваються в серцево-судинній системі з віком (В. В. Фролькіс, 1962), спинимось лише на кількох. Виявилось, що з віком слабшають нервові впливи на серце і судини (Н. С. Верхратський, 1962, 1963; С. М. Духовичний, 1962) і підвищується їх чутливість до гуморальних факторів. Це ослаблення прямих нервових зв'язків має призводити до зміни рефлекторних реакцій серцево-судинної системи (В. В. Фролькіс, 1962, 1963). Проте поряд з цим істотні зрушення настають і в характері зворотних зв'язків з рецепторів серця і судин (В. В. Фролькіс, 1962; В. В. Фролькіс і І. В. Щоголева, 1963; І. В. Щоголева, 1962, 1963). Виявляється, що рефлекси з механорецепторів судин ослаблюються, і чутливість хеморецепторів підвищується. Ослаблення прямих нервових впливів на серцево-судинну систему і посилення рефлексів з хеморецепторів судин на фоні зниження рефлексів з механорецепторів сприятиме підтриманню загального рівня діяльності всієї системи.

Ще один важливий пристосувальний механізм старіючого організму полягає в неодноразово описаних нами і співробітниками фактах ослаблення нервових впливів на тканини і підвищення їх чутли-

вості до гумору Н. С. Верхратський, 1963-а, б; І. В. Щоголева, 1962, 1963.

Завдяки істотній тривалого часу рівень нейрогуморальних і гуморальних впливів на фоні ослабленості тканини. Можна припустити, що пристосувальна реакція на фоні істотного нервового імпульсу.

І нарешті, оскільки фактичний матеріал з внутрішньої регуляції є одним з факторів, що поряд з ослабленням підвищення чутливості до кортизону, Адреналіни, малі дози адреналіну, ергічних фосфорилування м'язів, змінюють

Тироксин у газообміні, змінює і фосфорилування

На нашу думку, вості тканин до рішнньої секреції

Отже, слід пристосувальні адаптаційні можливості

Повністю визначити складні процеси протирич — ослаблення механізмів на фоні

Важливо підтримувати вості тканин до здатність, скорочення. Інакше казати, регуляторних змін вання до умов існування

Це своєрідне пристосування дуже часті умов, при яких виступають процеси в імунітеті

Це зниження «надійності» регуляції пред'явленні до показати, що у спостереження чутливості синдрому виявляється у старих тваринах

вості до гуморальних факторів (В. В. Фролькіс, 1962, 1963-а, б; Н. С. Верхратський, 1962, 1963; Ю. К. Дупленко, 1963; В. П. Замост'ян, 1963-а, б; І. В. Щоголева, 1962, 1963).

Завдяки існуванню такої своєрідної системи дублювання протягом тривалого часу зберігається, хай дещо іншими засобами, необхідний рівень нейрогуморальної регуляції. В наш час уявлення про єдність нервових і гуморальних впливів в регуляції обміну і функцій вважається уже загальноновизнаним. З цієї точки зору цікавий такий факт. На фоні ослаблення нервових впливів відзначається підвищення чутливості тканини до медіаторів, що виділяються у нервових закінченнях. Можна припустити, що і в цьому випадку ми маємо справу з важливим пристосувальним механізмом, який забезпечує оптимальну регуляцію на фоні істотних обмінних і структурних змін на шляхах передачі нервового імпульсу.

І нарешті, останній приклад. На сьогодні вже зібрано колосальний фактичний матеріал про зниження з віком функціональної активності залоз внутрішньої секреції. Разом з тим така оцінка гормональної регуляції є однобічною. Треба знати, як змінюється з віком чутливість тканин до гормонів, що виділяються в меншій кількості. Виявилось, що поряд з ослабленням функції залоз у старих тварин відзначається підвищення чутливості тканин до ряду гормонів — адреналіну, тироксину, кортизону, АКТГ, пітуїтрину. Так, виявилось, що у старих тварин малі дози адреналіну стимулюють тканинне дихання, оновлення макроергічних фосфорних сполук, збільшують силу скорочень скелетних м'язів, змінюють тонус судин.

Тироксин у старих тварин в малих дозах викликає підвищення газообміну, зменшення вмісту холестерину, відокремлення окислення і фосфорилування, зміну активності холінестерази.

На нашу думку, спостережуване при старінні підвищення чутливості тканин до дії гормонів на фоні зниження активності залоз внутрішньої секреції є важливим пристосувальним механізмом.

Отже, слід визнати, що при старінні організму виникають нові пристосувальні механізми. Не підлягає сумніву, що, незважаючи на це, адаптаційні можливості організму з віком знижуються.

Повністю визнаючи це дуже поширене положення, ми хотіли б відзначити складність цього процесу, який відображає єдність і боротьбу протиріч — ослаблення одних і виникнення нових пристосувальних механізмів на фоні загального зниження здатності до адаптації.

Важливо підкреслити, що в старості поряд з підвищенням чутливості тканин до впливу гуморальних факторів знижується їх реактивна здатність, скорочується можлива амплітуда реакцій-відповідей організму. Інакше кажучи, в старості розвивається своєрідна «косність» регуляторних змін тканин і, отже, скорочується діапазон їх пристосування до умов існування організму.

Це своєрідне зниження «внутрішньої свободи» старіючого організму дуже часто приводить його до невідповідних ситуацій, до важких умов, при яких необхідні істотні зміни ряду функціональних і обмінних процесів в ім'я врятування усього організму.

Це зниження адаптаційних можливостей, скорочення діапазону «надійності» регуляції організму в старості чітко виявляється при пред'явленні до нього підвищених вимог. Експериментально вдалося показати, що у старих кроликів шок настає при значно меншій силі подразнення чутливих нервів. При вивченні загального адаптаційного синдрому виявилось, що «фаза виснаження» значно швидше розвивається у старих тварин. Так, при повторних больових подразненнях, при

повторних введеннях адреналіну у старих тварин раніше настає різке падіння кількості 17-кетостероїдів, вмісту аскорбінової кислоти в надниркових залозах, супроводжуване морфологічними змінами в них. Більш того, у старих тварин пристосувальні можливості організму в період максимального розвитку загального адаптаційного синдрому, незважаючи на вираженість різних показників «стресу», менші, ніж у молодих. У старих тварин в цей період менше, ніж у молодих, виражено підвищення витривалості до впливу ряду токсичних факторів (В. В. Фролькіс, Н. В. Свечникова, Н. В. Вержиковська, Н. С. Верхратський, 1963).

Слід припустити, що у виникненні нових пристосувальних реакцій, у підтриманні гомеостазису організму в старості найважливішу роль відіграє постійно наростаюча на протязі життя тенденція до порушення гомеостазису. Інакше кажучи, в процесі зміни гомеостазису вдосконалюються механізми встановлення його на оптимальному рівні. Повторні напруження можуть зробити систему саморегуляції більш надійною, більш адаптованою. Це слід мати на увазі при аналізі формування адаптаційних механізмів у старості.

Виникнення нового рівня адаптації організму в старості є підсумком тривалого еволюційного та індивідуального шляху розвитку. Нам уже доводилось відзначати (В. В. Фролькіс, 1963), що при вивченні механізмів старіння ще недостатньо використовують еволюційний принцип. Визнання того, що в процесі старіння розвиваються нові пристосувальні механізми, відкриває шлях застосуванню еволюційного принципу в геронтології — встановленню можливості закріплення у філогенезі деяких нових особливостей старіння організму, розглядові механізмів старіння з позицій загальноеволюційних закономірностей, що виникають і змінюються в процесі історичного розвитку.

ЛІТЕРАТУРА

- Аршавский И. А., Физиология кровообращения во внутриутробном периоде, 1960; в кн. «Механизмы старения», 1963.
 Богацкая Л. Г., Бюлл. exper. биол. и мед., 1, 1964.
 Богомолец А. А., Продление жизни, 1938.
 Верхратский Н. С., в кн. «Вопросы геронтологии и гериатрии», 1962, 72; в кн. «Механизмы старения», 1963, с. 163.
 Гинецинский А. Г. и Шамарина М. М., Физиол. журн. СССР, т. 25, 5, 1938, с. 655.
 Горев Н. Н., Фролькіс В. В., Фудель-Осипова С. И., Тезисы VI Конгресса геронтологов, Копенгаген, 1963.
 Духовичный С. М., в кн. «Вопросы геронтологии и гериатрии», 1962.
 Дупленко Ю. К., Врачебное дело, 3, 1963; в кн. «Механизмы старения», 1963.
 Замостьян В. П., Физиол. журн. СССР, 1, 1963; в кн. «Механизмы старения», 1963.
 Мечников И. И., Этюды о природе человека, 1924.
 Орбели Л. А., Собр. соч., I, 1961.
 Фролькіс В. В., Докл. на V Междун. конгрессе геронтологов, 1960; в кн. «Вопросы геронтологии и гериатрии», 1962; Физиол. журн. СССР, 6, 1962; Физиол. журн. СССР, 10, 1963; в кн. «Механизмы старения», 1963.
 Фролькіс В. В. и Щеголева И. В., Докл. АН СССР, 4, 1963.
 Фролькіс В. В., Свечникова Н. В., Верхратский Н. С., Вержиковская Н. В., в кн. «Механизмы старения», 1963.
 Щеголева И. В., Бюлл. exper. биол. и мед., 8, 1962; Физиол. журн. АН УРСР, 5, 1963.
 Shock N., Annual Review of Physiol., 23, 97, 1961.
 Verzar F., VI Intern. Congr. Gerontol., 1963.

Надійшла до редакції
20.II 1964 р.

Лаборатори

К настоящей
свидетельствуют
старении органи
тельных реакций
Частое возн

напоминающих
этапах онтогенез
ставлению о стар
ченые в лабора
казалось бы, ти
этапах онтогенез
ность тканей к
и в старости. Од
активности холин
Содержание мак
сердечной мышца
однако это сниже
ды является резу
и распада этих в

При старении
ния, но и возник
вается новый тип
кретным механиз
в стареющем орг
изменения в разн

Так, у старых
вого дыхания. В
путь образования
жение дыхания и
номно использую

При старении
на ткани. Вместе
повышается. Пока
ров может спосо
системы саморегу
ляется отмеченное
на фоне возрастн
Несмотря на разн
организма сокращ
развивается «косо
дежность» адапта

Таким образо
ных возможностей
творечий — ослаб
тельных механиз

Старение и адаптация организма

В. В. Фролькис

Лаборатория физиологии Института геронтологии АМН СССР, Киев

Резюме

К настоящему времени накоплен большой фактический материал, свидетельствующий об угасании обмена и ряда других функций при старении организма, о сужении с возрастом диапазона приспособительных реакций.

Частое возникновение в старости нарушений обмена и функций, напоминающих особенности реакций, появляющихся на более ранних этапах онтогенеза, привело многих исследователей к неверному представлению о старении как об инволюции организма. Приводятся полученные в лаборатории данные, указывающие на то, что один и тот же, казалось бы, тип изменения деятельности может иметь на разных этапах онтогенеза различный механизм. Так, повышенная чувствительность тканей к ацетилхолину наблюдается в постнатальном периоде и в старости. Однако в первом случае она возникает на фоне высокой активности холинэстеразы, во втором — на фоне низкой ее активности. Содержание макроэргических фосфорных соединений в скелетной и сердечной мышцах низко как на раннем онтогенезе, так и в старости, однако это снижение количества АТФ, КФ в разные возрастные периоды является результатом неоднозначных изменений процессов синтеза и распада этих веществ.

При старении организма развиваются не только явления угасания, но и возникают новые приспособительные механизмы, устанавливается новый тип адаптации к среде. Внутренним содержанием, конкретным механизмом, обеспечивающим возникновение приспособлений в стареющем организме, являются описываемые нами неравномерные изменения в разных звеньях саморегуляции.

Так, у старых животных отмечается снижение активности тканевого дыхания. Вместе с тем, с одной стороны, усиливается резервный путь образования энергии — гликолиз, с другой стороны, растет сопряжение дыхания и фосфорилирования — процессы дыхания более экономно используются на образование энергии в клетке.

При старении организма отмечается ослабление нервных влияний на ткани. Вместе с тем, чувствительность их к гуморальным факторам повышается. Показано, что повышение чувствительности хеморецепторов может способствовать восстановлению уровня деятельности всей системы саморегуляции. Важным приспособительным механизмом является отмеченное нами повышение чувствительности тканей к гормонам на фоне возрастного снижения активности желез внутренней секреции. Несмотря на развитие приспособительных механизмов, при старении организма сокращается возможный диапазон регуляторных изменений, развивается «косность регуляции» отдельных систем, снижается «надежность» адаптации организма к условиям существования.

Таким образом, нарастающее с возрастом снижение адаптационных возможностей организма является итогом единства и борьбы противоречий — ослаблением одних и возникновением новых приспособительных механизмов.

Senescence and Adaptation of the Organism

V. V. Frolkis

Laboratory of physiology of the Institute of Gerontology
of the Academy of Medical Sciences of the USSR, Kiev

Summary

A great number of facts have been gathered indicating extinction of metabolism and other functions during senescence of the organism and the restriction with age of the range of adaptive reactions.

Thus, in old animals tissue respiration activity is lowered. At the same time the reserve pathway of energy formation — glycolysis — is intensified, and the conjunction of respiration and phosphorylation is enhanced — the respiration process are more economically utilized for energy formation in the cell.

During senescence of the organism attenuation of nervous influences on the tissues is noted, while their sensitivity to humoral factors increases. It is shown that a rise in the sensitivity of hemoreceptors may further the restoration of the level of activity of the entire self-regulatory system. An important adaptive mechanism is the observed rise in tissue sensitivity to hormones with a fall in internal secretion gland activity due to age. Despite the development of adaptive mechanisms, the possible range of regulatory changes is constricted during senescence, «inertness of regulation» of various systems is developed, the «reliability» of the adaptation of the organism to conditions of existence is lowered.

Thus, the fall in adaptive possibilities of the organism, increasing with age, illustrates unity in the struggle of contradictions — attenuation of some and the appearance of new adaptive mechanisms.

До

Кафедра нормаль

Тепер вивчен
органів. Проте ст
потребують дальш
чутливих нервов
закладених в тка
нах язика [12, 14
поодиноких праця
ли інтероцепцію
суванням методу
цих працях описа
інтероцепторів яз
альний і венозний
хання і лімфо
11, 18].

Наше завданн
вивченні в умовах
збереженої іннерва
ніше досліджених
інтероцепторів, а т
ти роль язикового
у здійсненні цих ре
ливо було з'ясуват
роцепторів язика
слинні залози, для
но подразнення см
торів язика. Вивчен
торів язика станов
тому, що в язичку —
раженими екстеро
інтероцептивною з
на досліджувати пи
дії і взаємовіднош
та інтероцепторів.

Досліди провадили
вивченні інтероцепції яз
ному відношенні від орг
ми (рис. 1).

Через розріз на ш
рами. Перфузію здійсню