

АНАЛИЗ СИНХРОННОСТИ ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЭЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРУПНЫХ АРТЕРИЙ И КОЖИ ЧЕЛОВЕКА

Ефимов А. А., Савенкова Е. Н., Алексеев Ю. Д.

ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России, Саратов, Россия (410012, Саратов, ул. Большая Казачья, 112), e-mail: sudmedsar@mail.ru

Проведено исследование синхронности возрастных изменений эластических свойств артериальной стенки и кожи человека. За показатели эластичности фрагментов сонной, бедренной артерий и аорты были приняты их коэффициенты сократимости и площади фрагментов. В качестве маркера эластичности кожи использовался коэффициент сократимости участков кожи шеи, груди, бедра. В результате проведенного регрессионного анализа были вычислены значения возрастных статусов всех изученных показателей, которые в 2/3 случаев отклонялись в одну сторону от паспортного. Сделан вывод о преобладании случаев синхронных изменений показателей эластичности кожи и фрагментов артерий у одного индивидуума, что определяет необходимость дальнейших исследований в этом направлении и является перспективным для разработки метода определения возраста при установлении принадлежности частей одному трупу при судебно-медицинской экспертизе расчлененных и фрагментированных тел.

Ключевые слова: артерии, кожа, эластичность, возраст, синхронность.

ANALYSIS OF SYNCHRONISM AGE CHANGES OF ELASTIC PROPERTIES OF BIG ARTERIES AND HUMAN SKIN

Efimov A. A., Savenkova E. N., Alekseev Y. D.

Saratov State Medical University n.b. V.I. Razumovsky, Saratov, Russia (410012, Saratov, B. Kazachya Street, 112), e-mail: sudmedsar@mail.ru

Research of synchronism changes of elastic properties of arterial wall and human skin was made. Coefficient of contractility and square of fragments was as rate of fragments of carotid, femoral, arteries and aorta elasticity. As marker of skin elasticity was contractility coefficient of neck, chest and hip skin pieces. As a result of regression analysis the values of age statuses of all rates was calculate, in 2/3 of cases it was divergence with passport age. The conclusion was made that prevalence cases with synchronism rate changes of skin elasticity and arteries in each individual, it show necessity subsequent research in this area and it is perspective for development method for determination age during identification body parts forensic medical expertise of dismemberment and fragmented bodes.

Keywords: arteries, skin, elasticity, age, synchronism.

Процессы старения охватывают все структурно-функциональные уровни – от клеточного, тканевого и органного до организменного в целом. Один из общих законов геронтологии гласит: «Стареют все и всё внутри всех с разной скоростью». Поэтому для адекватной оценки процессов старения необходимо учитывать темпы возрастных изменений отдельных органов и систем, так как при одном и том же календарном (паспортном) возрасте, морфологические изменения органов и систем у разных индивидуумов могут быть различными [1, 3, 9].

Никитин В. Н. считает, что одной из особенностей процессов старения является асинхронность их проявлений, что приводит к различным темпам изменений функциональной активности и соответственно структурной перестройки органов и систем одного индивидуума в процессе онтогенеза [4]. Сдвиги функциональной активности органа

или системы, как правило, во многом обусловлены изменениями морфологического субстрата.

Среди причин и условий, влияющих на процесс старения, выделяют большое количество внутренних и внешних факторов. К внутренним факторам можно отнести различные заболевания, в частности, гипертензию, сахарный диабет, ожирение, конституциональный тип гормональной регуляции, к внешним – различные ситуации, вызывающие стресс, особенности характера трудовой деятельности и физической активности, тип питания [10]. Все это приводит к тому, что биологический и паспортный возрасты не соответствуют друг другу практически у каждого человека. У одного биологический возраст, т.е. изношенность организма, превышает паспортный, у других, наоборот, – при наличии большого количества прожитых лет организм обладает значительными компенсаторными возможностями и, соответственно, в этом случае возраст паспортный будет больше биологического.

Все возрастные изменения организма развиваются в соответствии с закономерностями гетерохронии (разновременности), гетеротопии (разноместности) и гетерометрии (разномерности). Эти закономерности и определяют различные типы старения. Под типом старения следует понимать отклонение показателей морфофункционального статуса конкретного индивидуума от средних параметров возрастных маркеров органов и систем в его возрастной группе. В связи с этим выделяют три типа старения: гипогерический (когда биологический возраст индивидуума по всем показателям меньше паспортного), гипергерический (биологический возраст больше паспортного), эугерический (биологический и паспортный возрасты совпадают).

Вышеозначенные типы старения, в зависимости от соотношения выраженности процессов инволюции в органах и системах, могут протекать синхронно или асинхронно. Синхронность процессов старения определяется отклонением возрастного статуса показателей инволюции в одну сторону от паспортного возраста. Асинхронность процессов старения устанавливается в случаях, когда значения возрастного статуса одних показателей инволюции превышают паспортный, а других – ниже его. При этом за показатели инволюции при изучении синхронности и асинхронности могут быть приняты как различные морфологические параметры одного органа, так и один показатель, но в разных элементах системы или параметр, характеризующий одно и то же свойство, в разных системах организма.

Следует отметить, что термин «типы старения» применим только к определенному индивидууму и выражает степень «изношенности» органов и систем организма в сравнении с паспортным возрастом. При этом процессы, происходящие в отдельных органах или

системах организма с возрастом, могут протекать синхронно или асинхронно и реализовываться в виде гипо-, гипер- или эугерического типов старения индивидуума в целом.

С этой точки зрения представляется интересным исследование синхронности процессов старения в пределах определенных систем тканей с морфологических позиций. На наш взгляд, перспективной в этом плане является соединительная ткань, которая представлена в виде эластин-коллагенового комплекса во всех системах организма. Поэтому выяснение синхронности изменений, например, показателей эластических свойств, которые в основном определяются количественным соотношением эластических и коллагеновых волокон в разных системах, может явиться обоснованием для разработки судебно-медицинских методик определения возраста по мягким тканям, лишенным костной основы.

В связи с чем, нами проведено исследование показателей эластических свойств фрагментов артериальной стенки и участков кожи для установления синхронности и асинхронности их возрастных изменений. Согласно литературным данным, эволюция соединительной ткани тесно связана с возрастом, и, по мнению некоторых авторов, даже определяет его.

Возрастные изменения артериальной стенки связаны с качественными и количественными сдвигами в соотношении структурных компонентов, составляющих ее эластический каркас. Во внутренней оболочке усиливается полиморфизм эндотелиоцитов, изменяются общий удельный объем и средняя площадь ядер и цитоплазмы этих клеток, развивается субэндотелиальный слой, особенно хорошо выраженный в артериях эластического типа. Наиболее существенными возрастными сдвигами в средней и наружной оболочке артерий являются изменения абсолютного количества и соотношения объема эластических, ретикулярных, коллагеновых волокон и гладких мышечных клеток. С возрастом количество эластических волокон стенки артериальных сосудов уменьшается, а количество коллагеновых и ретикулярных структур увеличивается [2].

Механические свойства кожи в значительной мере определяет ее структура, представляющая собой сложную систему с трехмерным переплетением волокон коллагена в белково-полисахаридном матриксе [10]. В старости наиболее выражены изменения соединительно-тканых структур кожи, проявляющиеся в сглаживании сосочков, расположенных на истонченном ретикулярном слое, базофильной дегенерации коллагена с разрывом волокон, превращением их в аморфные глыбки и зерна. Субэпидермально исчезают эластические волокна, коллагеновые волокна диспергируются в базальную субстанцию, линия дермо-эпидермального контакта сглаживается. С возрастом наблюдается атрофия дермы, дистрофические изменения волокнистых структур, уменьшение числа

клеточных элементов: фибробластов, тучных клеток, а также кровеносных сосудов, укорочение капиллярных петель. При старении коллагена в его структуре образуются дополнительные внутри- и межмолекулярные сшивки, содержащие хромофоров, что приводит к повышению структурной стабильности коллагена, изменению цветовых характеристик этого белка, увеличению величин абсорбции и флуоресценции [5].

Целью исследования явилось изучение синхронности изменений эластических свойств артериальной стенки и кожи человека в возрастном аспекте.

Исследование проведено на секционном материале, взятом от 45 трупов мужчин, умерших от различных причин в возрасте от 21 года до 84 лет. От каждого трупа брали в комплексе фрагменты аорты, сонной и бедренной артерий, участки кожи шеи, груди и бедра.

За показатели эластических свойств артериальной стенки были приняты коэффициенты сократимости (КС) фрагментов артерий: сонной (КСС), бедренной (КСБ), аорты (КСА) и площади (S) фрагментов артерий: сонной (SC), бедренной (SB), аорты (SA). Коэффициент сократимости кожи (КСК) использовался в качестве маркера состояния эластичности кожи (шеи – КСКШ, груди – КСКГ, бедра КСКБ). Выбор этих показателей обусловлен результатами исследований, посвященных возрастным изменениям артериальных сосудов и кожи, в которых аргументированно представлены изменения эластических свойств артерий и кожи в возрастном аспекте [6, 7, 8].

Под синхронностью возрастных изменений в данном случае понималось отклонение значений возрастных статусов всех изученных показателей (рассчитанных по уравнениям регрессии) в одну сторону от паспортного возраста. Случаями асинхронных изменений считались те, в которых значение возрастного статуса хотя бы одного из изученных показателей отклонялось в противоположную сторону от паспортного возраста, по сравнению с остальными.

Для определения КС забирали фрагменты артерий фиксированной длины, после извлечения их из трупа определяли длину после сокращения. Значение КС вычислялось как процентное отношение длины сокращенного ее фрагмента к первоначальной длине, фиксированной непосредственно в трупе. После рассечения фрагмента артерии по длине вычисляли его площадь (мм^2), которая представляет собой результат умножения длины сокращенного фрагмента на ширину, после его рассечения.

Для расчета КСК после забора кусочков кожи фиксированных размеров (по шаблону), отделения подкожно-жировой клетчатки, производили измерение длины сторон сокращенных участков кожи с последующим вычислением площади сокращенного участка, которую выражали в процентном отношении к площади шаблона.

При проведении корреляционного анализа была установлена отрицательная динамика КС и КСК с возрастом с сильной корреляционной связью. Так коэффициент корреляции КС с возрастом составил по сонной артерии – 0,76, по бедренной артерии – 0,92, по аорте – 0,83. Коэффициент корреляции КСК показал наличие сильной возрастной зависимости с незначительными регионарными отличиями: по коже шеи – 0,89, по коже груди – 0,88 и по коже бедра – 0,81. Коэффициент корреляции S с возрастом составил высокие положительные значения: для сонной артерии – 0,77, для бедренной – 0,8, для аорты – 0,88.

Далее для составления математических моделей возрастных изменений фрагментов крупных артерий был проведен регрессионный анализ, в результате которого были получены следующие регрессионные уравнения по значениям КС сонной, бедренной артерий и аорты.

Для сонной артерии:

$$BC = 80,4 - 1,55 * X_1, \text{ где } BC - \text{возрастной статус, } X_1 - \text{КСС};$$

для бедренной артерии:

$$BC = 85,9 - 1,75 * X_2, \text{ где } BC - \text{возрастной статус, } X_2 - \text{КСБ};$$

для аорты:

$$BC = 69,55 - 1,8 * X_3, \text{ где } BC - \text{возрастной статус, } X_3 - \text{КСА}.$$

Для установления синхронности эластических изменений в каждом исследуемом случае рассчитывали возрастной статус сократимости фрагментов аорты, сонной и бедренной артерий. Для каждого случая были рассчитаны по три значения возрастного статуса, которые в 62,2 % отклонялись в одну сторону от паспортного, все три значения были, либо старше, либо моложе календарных лет, а в 37,8 % отклонения наблюдались в обе стороны от паспортного. Это указывает на преобладание случаев с синхронными проявлениями процессов инволюции эластичности артериальной стенки.

Подобным же образом был произведен расчет уравнений парной линейной регрессии по значениям КСК шеи, груди и бедра.

Так, по КСК шеи регрессионное уравнение выглядело следующим образом:

$$BC = 87,73 - 2,23 * X_4, \text{ где } BC - \text{возрастной статус, } X_4 - \text{КСКШ};$$

по КСК груди:

$$BC = 87,78 - 2,27 * X_5, \text{ где } BC - \text{возрастной статус, } X_5 - \text{КСКГ};$$

по КСК бедра:

$$BC = 88,22 - 2,09 * X_6, \text{ где } BC - \text{возрастной статус, } X_6 - \text{КСКБ}.$$

Затем по каждому из составленных уравнений были рассчитаны значения возрастного статуса для каждого исследуемого случая. При этом отклонение в одну сторону от паспортного всех трех значений возрастного статуса (участков кожи шеи, груди, бедра) было зафиксировано в 64,4 %, а в 35,6 % случаев эти отклонения были разнонаправлены, что

свидетельствует о преобладании случаев с синхронными проявлениями возрастных изменений сократимости различных участков кожи, причем в отношениях, практически одинаковых с таковыми артериальной стенки.

На следующем этапе с целью выявления синхронности возрастных изменений эластических свойств между участками кожи и фрагментами артерий были составлены уравнения множественной линейной регрессии для определения возрастного статуса показателей эластичности кожи и показателей артерий.

Так, для определения возрастного статуса сократимости и площади фрагментов артерий получено следующее уравнение:

$BC = -0,15 * X_1 - 0,016 * X_2 - 1,15 * X_3 - 0,017 * X_4 - 0,62 * X_5 + 0,012 * X_6 + 80,94$, где BC – возрастной статус, X_1 – КСС, X_2 – SC, X_3 – КСБ, X_4 – СБ, X_5 – КСА, X_6 – SA.

Для определения возрастного статуса коэффициента сократимости кожи:

$BC = -1,13 * X_1 - 0,91 * X_2 - 0,51 * X_3 + 91,3$, где BC – возрастной статус, X_1 – КСКШ, X_2 – КСКГ, X_3 – КСКБ.

Далее по полученным уравнениям для каждого случая был рассчитан возрастной статус показателей эластичности фрагментов артерий и коэффициента сократимости участков кожи (для каждого случая по два значения возрастного статуса). При этом в 69 % оба значения были, либо больше, либо меньше паспортного возраста, то есть изменения эластических показателей кожи и артерий с возрастом были синхронными.

Таким образом, было установлено преобладание синхронности изменений показателей эластичности кожи и фрагментов артерий у одного индивидуума. Это определяет необходимость проведения дальнейших исследований в этом направлении, для реализации в судебно-медицинской практике методик определения возраста по мягким тканям, лишенным костной основы при экспертизе расчлененных и фрагментированных тел.

Список литературы

1. Белозерова Л. М. Онтогенетический метод определения биологического возраста человека // Успехи геронтологии. – 1999. – Вып. 3. – С. 143–149.
2. Бисярина В. П., Яковлев В. М., Кукса П. Я. Артериальные сосуды и возраст. – М: Медицина, 1986. – 224 с.
3. Войтенко В. П., Полюхов А. М., Барбачук Л. Г., Колодченко В. П., Ходзинский А. Н. Биологический возраст как ключевая проблема геронтологии // Геронтология и гериатрия. – К., 1984. – С. 5–15.

4. Никитин В. Н. Современные теории старения // Молекулярные и функциональные основы онтогенеза. – М.: Медицина, 1970. – С. 7–34.
5. Реброва Г. А., Василевский В. К., Ромаков Ю. А., Со Сан Хо, Ребров Л. Б., Феоктистов С. М., Панкратова Г. В. Старение коллагена кожи человека при консервации и световом облучении // Биомедицинские технологии: Тр. Н.-и. и учебно-метод. центра биомед. технологий ВИЛАР. – М., 1999. – Вып. 11. – С. 103–113.
6. Савенкова Е. Н., Ефимов А. А. К вопросу о синхронности возрастных изменений эластических свойств артериальной системы // Морфология. – 2008. – № 2. – С. 116.
7. Савенкова Е. Н., Неклюдов Ю. А., Алексеев Ю. Д., Ефимов А. А. Сократимость кожи как показатель биологического возраста человека // Судебная экспертиза. – 2006. – № 1. – С. 90–93.
8. Савенкова Е. Н., Ефимов А. А., Луньков А. Е. Экспресс-метод диагностики возраста при исследовании трупов неизвестных лиц по коэффициенту сократимости кожи // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2006. – Т. 2. – № 1. – С. 47–51.
9. Титов С. А., Крутько В. Н. Современные представления о механизмах старения // Физиология человека. – 1996. – Т. 22. – № 2. – С. 118–123.
10. Arumugam V., Naresh M. D., Sanjeevi R. Effects of strain rate on the fracture behaviour of skin // J. Biosci. – 1994. – 19. – № 3. – P. 307–313.

Рецензенты:

Фетисов Вадим Анатольевич, доктор медицинских наук, заведующий научно-организационным отделом ФГБУ «Российский центр судебно-медицинской экспертизы» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва.

Теньков Александр Афанасьевич, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой судебной медицины ГБОУ ВПО Курский ГМУ Минздрава России, г. Курск.