УДК 340.624.6: [611.13+612.6] Оригинальная статья

СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ АОРТЫ И ПАРНЫХ КРУПНЫХ АРТЕРИЙ

А.А. Ефимов — *ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, заведующий кафедрой судебной медицины им. проф. М.И. Райского, доцент, кандидат медицинских наук;* ***Е.Н. Савенкова —*** *ГБОУ ВПО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, доцент кафедры судебной медицины им. проф. М.И. Райского, кандидат медицинских наук.*

FORENSIC MEDICAL EVALUATION OF AGE-RELATED CHANGES IN AORTA AND PAIR LARGE ARTERIES

A.A. Efimov *— Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Head of Forensic Medicine Department named after M.I. Raysky, Candidate of Medicine, Associate Professor;* ***E.N. Savenkova —*** *Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Saratov, Russian Federation, Candidate of Medicine, Associate Professor of Forensic Medicine Department named after M.I. Raysky.*

Дата поступления — 24.03.2015 г. Дата принятия в печать — 4.06.2015 г.

Ефимов А.А., Савенкова Е.Н. **Судебно-медицинская оценка возрастных изменений аорты и парных крупных артерий. Саратовский научно-медицинский журнал 2015; 11(2): 118–122.**

Цель: выделение возрастзависимых показателей аорты, сонных, плечевых, бедренных артерий и составление на их основе математической модели для судебно-медицинского определения возраста. *Материал и методы*. Объектами исследования явились аорта, фрагменты правых и левых сонных, плечевых и бедренных артерий, взятых в комплексе от 186 трупов лиц мужского и женского пола, умерших в возрасте от 17 до 94 лет. Методы исследования: органометрический, гистологический, микрометрический, корреляционный и регрессионный анализы. *Результаты.* Проведен корреляционный и регрессионный анализ 35 показателей аорты, сонных, плечевых и бедренных артерий. Весь материал разделен на показатели со значимой корреляционной связью с возрастом и показатели, от возраста не зависящие. Составлена математическая модель для расчета возраста. *Заключение.* Выделенные показатели инволюции артериальной стенки и составленная на их основе математическая модель для определения возраста могут быть положены в основу судебно-медицинского метода определения возраста.

Ключевые слова: аорта, артерии, возраст, морфология.

Efimov AA, Savenkova EN. **Forensic medical evaluation age-related changes aorta and pair large arteries. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2015; 11 (2): 118–122.**

Objective: differentiation of age-dependence indices of aorta, carotid, brachial, femoral arteries and drawing the mathematical model for forensic age determinations on their basis. *Material and methods.* Objects were: aorta, fragments of right and left carotid, brachial and femoral arteries taken in a complex of 186 male and female corpses, died at the age of 17–94. Research methods consisted of organometrical, histological, micrometrical, correlative and regressive analysis. *The Results.* Correlative and regressive analysis of 35 indicators of aorta, carotid, brachial and femoral arteries was conducted. All material was divided into figures with a significant correlation with age and performance of age-independent. The mathematical model was composed for calculation of age. *Conclusion.* Indicated involution of arterial wall and compiled on the basis of a mathematical model for determination the age could be taken as the basis for forensic method of age determination.

Keyword: aorta, arteries, age, morphology.

Введение. Определение возраста, как этап установления личности при проведении идентификационных судебно-медицинских экспертиз, в последние годы не теряет своей актуальности. Террористические акты, авиационные и техногенные катастрофы с большим количеством жертв, при возрастающей нерегистрируемой миграции населения, обусловливают необходимость проведения исследований по разработке новых методов определения возраста.

Наиболее удобной в экспертном плане определения возраста обоснованно считается костная система [1, 2]. Это связано в основном с особенностями строения костной ткани, что обеспечивает устойчивость к воздействию факторов внешней среды и позволяет использовать ее при экспертизах гнилостно-измененных, скелетированных трупов, а также тел,

Ответственный автор — Ефимов Александр Александрович
Тел. (8452) 669749
E-mail: sudmedsar@mail.ru

подвергавшихся термическому воздействию. Однако считать кость самым информативным объектом при определении возраста индивидуума не следует. Мягкие ткани, внутренние органы и системы человека также могут использоваться как объекты исследования для разработки методов установления возраста. В течение последних десятилетий на кафедре судебной медицины им. М. И. Райского Саратовского ГМУ им. В. И. Разумовского в результате проведенных исследований были разработаны методы установления возраста по изменениям морфологических показателей яичек, простаты, щитовидной железы и кожи [3, 4], причем погрешность определения возраста в этих случаях по некоторым объектам, например по коже, даже ниже (±4,3 года), чем по традиционной костной системе.

В продолжение этой тематики объектом изучения возрастных изменений нами были определены аорта и парные крупные артерии (общая сонная, плечевая и бедренная), как наиболее объективно, на наш взгляд, отражающие процессы инволюции в артериальной системе.

Неоспоримой считается зависимость возрастных изменений в органах и, соответственно, в организме в целом от состояния его артерий, так как от состояния артериальной системы зависит трофика тканей и активность происходящих в них обменных процессов.

Несмотря на большое количество работ по изучению возрастных изменений артерий, системного анализа темпов их перестройки в процессе онтогенеза с судебно-медицинских позиций определения возраста индивидуума не проводилось. Поэтому изучение изменений структурных компонентов артериальной стенки в возрастном аспекте заслуживает более детального исследования.

Возрастные изменения артериальной системы в процессе онтогенеза наиболее выражены в крупных сосудах: аорте, сонных, плечевых и бедренных артериях. Большинство исследователей отмечают, что с возрастом различные параметры артериальной стенки претерпевают значительные изменения [5–7]. Они проявляются прежде всего изменением их эластических свойств, минерального состава и содержания влаги. С одной стороны, это обусловлено уменьшением эластина и нарастанием коллагеновых структур, частичной заменой мышечных элементов соединительной тканью в средней оболочке артерий, а с другой — изменением коллагена и своеобразной кристаллизацией — выпадением солей кальция и фосфора, а также уменьшением содержания воды в артериальной стенке. Нельзя не учитывать и развитие атеросклеротических процессов в артериальной стенке. В результате сочетания указанных факторов с возрастом происходит снижение эластичности сосудов [8].

В изученных нами публикациях отсутствуют морфологические работы, в которых были бы четко обозначены и выражены в цифровом эквиваленте показатели эластичности и водно-солевого состава артериальной стенки для использования их в судебно-медицинских целях определения возраста индивидуума. В связи с этим проблема представления возрастных изменений артериальной системы в формате математических моделей требует дальнейшей разработки.

Цель: выделение возрастзависимых показателей аорты, сонных, плечевых, бедренных артерий и составление на их основе математической модели для судебно-медицинского определения возраста индивидуума.

Материал и методы. Объектами исследования явились аорта, фрагменты правых и левых сонных, плечевых и бедренных артерий, изъятых от 186 трупов лиц мужского и женского пола, умерших в возрасте от 17 до 94 лет. Забор материала осуществляли в течение первых суток с момента наступления смерти. Материал был разделен на следующие возрастные периоды: 17–21 год, 22–35 лет, 36–48 лет, 49–60 лет, 61–74 года, 75 лет и старше. Аорту изымали целиком, отделяли от органокомплекса в 1 см от устьев коронарных артерий в верхней своей части и на уровне бифуркации — в брюшном отделе. После промывания в холодной проточной воде и механической очистки ее от прилегающих мягких тканей вскрывали по правой боковой стенке и размещали на препаровальной доске в одной плоскости внутренней поверхностью вверх. Периметр и толщину стенки измеряли в четырех отделах: восходящем, нисходящем, грудном и брюшном. По данным измерений вычисляли площадь (S) поперечного сечения аорты, наружный и внутренний диаметры на каждом из четырех вышеуказанных уровней аорты. При дальнейшей математической обработке производили усреднение (вычисление средних значений по отделам) полученных значений указанных параметров аорты. Для изучения площади внутренней поверхности (S) аорты и площади атеросклеротического поражения интимы контуры аорты переносили на прозрачную пленку с отображением контуров атеросклеротических бляшек и рассчитывали данные показатели весовым методом. Вычисляли процент поражений атеросклерозом внутренней поверхности аорты. Для гистоморфометрического исследования изымали участок грудной аорты длиной 2 см непосредственно под местом устьев трех межреберных артерий. Сухой и зольный остатки определяли по фрагменту брюшной аорты от бифуркации длиной 1,5 см. Его помещали в фарфоровый тигель, высушивали до постоянной массы, после чего в муфельной печи сжигали до состояния золы. При этом определяли массу кусочка аорты на аналитических весах на каждом этапе исследования. Масса сухого фрагмента выражалась в процентном отношении к массе влажной аорты (сухой остаток), а масса золы — к массе сухой аорты (зольный остаток). При заборе фрагментов парных крупных артерий из трупа с целью унификации и исключения ошибок из-за сокращения сосуда после его полного пересечения нами применялся инструмент для забора биологического материала с фиксированными пропорциями, состоящий из двух параллельно расположенных и жестко фиксированных между собой кровоостанавливающих зажимов типа «Кохера». Это позволило забирать участок артерии строго определенной длины (22 мм) и исключить погрешность, возникающую после выделения фрагмента артерии из-за ее сокращения. Применение указанного приспособления позволило избежать ошибок уже на этапе забора материала и унифицировать методологический подход.

Перед вскрытием трупа каждую артерию освобождали от мягких тканей, фиксировали ее фрагмент (указанным инструментом) и отсекали по наружным краям зажимов. После выделения фрагмента артерии из трупа и освобождения его из зажимов измеряли длину сократившегося фрагмента для расчета коэффициента сократимости (КС фрагмента), который определялся разницей между первоначальной

длиной фрагмента и длиной после снятия зажимов, выраженной в процентах от его фиксированной длины. Затем выделенный фрагмент артерии рассекали вдоль и после размещения его на препаровальной доске в одной плоскости проводили измерение длины и ширины для вычисления площади (S) фрагмента. После определения означенных параметров, фрагмент артерии помещали в фарфоровый тигель, высушивали до постоянной массы, после чего сжигали в муфельной печи до состояния золы. Взвешиванием на аналитических весах определяли массу кусочка на каждом этапе исследования. Массу сухого фрагмента выражали в процентном отношении к массе влажной артерии (% сухого остатка), массу золы к массе влажной артерии (% зольного остатка), так же вычисляли и процент содержания влаги фрагмента. Указанные этапы работы проводились с фрагментами от каждой из исследованных артерий.

Для микрометрического исследования отдельно от каждой из изучаемых артерий, изымали участок длиной 0,5 см, с последующей подготовкой по общепринятой, стандартной методике с помещением кусочков в 10%-ный раствор нейтрального, проводкой через батарею спиртов восходящей концентрации и заливкой в парафиновые блоки. Применялись окраски: гематоксилин-эозином, по Ван-Гизону, на эластику резорцин-фуксином по Вейгерту. Микрометрически определяли толщину стенки парных крупных артерий, толщину интимы аорты, толщину медии аорты, количество ядер в интиме аорты. Для микрометрии применялись окулярные вставки: окулярная линейка и окулярная сетка. Для проверки гипотезы об отсутствии различий между наблюдаемым распределением признаков и теоретически ожидаемым нормальным распределением использовали тест Колмогорова — Смирнова. Так как частотное распределение анализируемых показателей соответствовало закону нормального распределения, дальнейший корреляционный анализ проводился с вычислением коэффициента корреляции Пирсона. Математическая обработка полученных данных проведена в среде электронных таблиц с использованием программы SPSS 13.

Результаты. Анализировались следующие показатели аорты: S аорты, периметр аорты, толщина стенки, S поперечного сечения аорты, наружный диаметр, внутренний диаметр, толщина интимы, толщина меди, индекс медиа/интима, количество клеток в интиме аорты, сухой остаток, зольный остаток, площадь поражений атеросклерозом, процент поражений атеросклерозом. У сонных, плечевых и бедренных артерий изучались следующие показатели: КС фрагмента, S фрагмента, масса фрагмента, процент влаги, процент сухого остатка, процент зольного остатка и толщина стенки фрагмента.

Определение силы связи и значимости показателей аорты, сонных, плечевых и бедренных артерий с возрастом осуществлялось проведением корреляционного анализа на всем массиве данных с вычислением **r** — коэффициента корреляции Пирсона, **mr** — средней ошибки коэффициента корреляции, **p** — критического уровня значимости при проверке статистических гипотез, который принимался равным 0,05). Полученные данные представлены в таблице.

Для решения вопроса о том, какие из независимых друг от друга значимых количественных показателей возрастных изменений аорты и крупных артерий являются наиболее оптимальными для определения возраста, был проведен пошаговый множественный линейный регрессионный анализ. В результате отобрана математическая модель для расчета возраста, в которой коэффициент множественной корреляции **R** составил **0,97**, а средняя ошибка — 5 лет. Такая погрешность является вполне приемлемой с судебно-медицинской точки зрения в контексте установления возраста индивидуума:

$$PB=-2{,}842+0{,}299*X_1+0{,}162*X_2+0{,}181*X_3+$$
$$+0{,}118*X_5+0{,}107*X_{10}-0{,}16*X_{13}+0{,}119*X_{16},$$

где РВ — расчетный возраст, X_1 — площадь аорты, X_2 — периметр аорты, X_3 — толщина интимы, X_5 — процент поражений атеросклерозом, X_{10} — толщина стенки фрагмента сонной артерии, X_{13} — толщина стенки фрагмента плечевой артерии, X_{16} — толщина стенки фрагмента бедренной артерии.

Обсуждение. Из проведенного анализа следует, что показатели толщины стенки аорты, сухого остатка брюшной аорты, толщины меди и индекса медиа/интима грудной аорты, а также показатели водно-минерального обмена сонных, плечевых и бедренных артерий (вес фрагмента, % влаги, % сухого остатка и % зольного) имеют низкие значения коэффициентов корреляции с возрастом, что свидетельствует о слабой возрастной зависимости. Значения средней ошибки коэффициента корреляции и отсутствие значимости корреляций также указывают на недостаточную достоверность связи этих показателей с возрастом. Это позволяет сделать вывод о неэффективности использования указанных показателей в дальнейшем анализе при составлении регрессионного уравнения для расчета возраста.

Необходимо отметить, что критической оценке, при окончательном отборе показателей для составления математической модели инволюции артериальной стенки, подвергались параметры, имеющие зависимость друг от друга, например площадь поперечного сечения аорты, внутренний и наружный диаметр аорты зависят от значений толщины стенки. Это обстоятельство определило исключение взаимозависимых параметров из дальнейшей оценки методом множественного пошагового регрессионного анализа.

Значимые и достоверные значения коэффициентов корреляции с возрастом показали следующие независимые параметры: площадь, периметр, толщина интимы, количество клеток в интиме, зольный остаток, процент атеросклеротических поражений аорты, коэффициенты сократимости (КС) и площади (S) фрагментов сонных, плечевых, бедренных артерий и толщина стенки сонных и плечевых артерий. Эти параметры использовались при проведении множественного пошагового регрессионного анализа для составления математической модели старения аорты и крупных артериальных сосудов.

Полученная в результате проведения пошагового множественного линейного регрессионного анализа математическая модель для расчета возраста по параметрам инволюции аорты и парных крупных артерий может использоваться в судебно-медицинских целях для установления возраста индивидуума при проведении идентификационных экспертиз.

Выводы:

1. В результате проведенного исследования выделены количественные показатели инволюции аорты сонных, плечевых и бедренных артерий, которые показали математически значимую корреляционную связь с возрастом, что определяет их пригодность для дальнейшего математического анализа.

Результаты корреляционного анализа

Параметр	r	mr	p	Вывод о значимости
Показатели инволюции аорты				
S аорты	0,92	0,011	<0,05	Значим
Периметр аорты	0,91	0,012	<0,05	Значим
Толщина стенки	0,53	0,051	<0,05	Значим
S поперечного сечения аорты	0,81	0,025	<0,05	Значим
Наружный диаметр	0,92	0,011	<0,05	Значим
Внутренний диаметр	0,91	0,012	<0,05	Значим
Толщина интимы	0,82	0,023	<0,05	Значим
Толщина медии	0,33	0,064	<0,05	Значим
Индекс медиа/интима	–0,55	0,050	<0,05	Значим
Количество клеток в интиме аорты	–0,76	0,030	<0,05	Значим
Сухой остаток	0,42	0,059	<0,05	Значим
Зольный остаток	0,74	0,032	<0,05	Значим
Площадь поражений атеросклерозом	0,79	0,027	<0,05	Значим
% поражений	0,77	0,028	<0,05	Значим
Показатели инволюции сонных артерий				
КС фрагмента	–0,78	0,034	<0,05	Значим
S фрагмента	0,82	0,023	<0,05	Значим
Масса	0,32	0,064	<0,05	Значим
% влаги	–0,03	0,071	>0,05	Незначим
% сухого остатка	0,03	0,071	>0,05	Незначим
% зольного остатка	0,44	0,058	<0,05	Значим
Толщина стенки	0,77	0,029	<0,05	Значим
Показатели инволюции плечевых артерий				
КС фрагмента	–0,79	0,027	<0,05	Значим
S фрагмента	0,812	0,025	<0,05	Значим
Масса	–0,14	0,070	>0,05	Незначим
% влаги	0,19	0,069	>0,05	Незначим
% сухого остатка	–0,19	0,069	>0,05	Незначим
% зольного остатка	0,20	0,069	<0,05	Значим
Толщина стенки	0,72	0,034	<0,05	Значим
Показатели инволюции бедренных артерий				
КС фрагмента	–0,85	0,020	<0,05	Значим
S фрагмента	0,82	0,023	<0,05	Значим
Масса	0,35	0,063	<0,05	Значим
% влаги	0,05	0,071	>0,05	Незначим
% сухого остатка	–0,05	0,071	>0,05	Незначим
% зольного остатка	0,40	0,059	<0,05	Значим
Толщина стенки	0,67	0,039	<0,05	Значим

2. Методом множественной пошаговой регрессии, после комплексирования всех значимых показателей возрастных изменений артериальной стенки, составлена математическая модель для определения возраста по показателям инволюции аорты и парных крупных артерий, которая может быть положена в основу судебно-медицинского метода определения возраста.

Конфликт интересов не заявляется.

References (Литература)

1. Neklyudov YuA. Expert analysis of age-related changes of the skeleton of the upper limb. Saratov, 1992; 123 p. Russian (Неклюдов, Ю.А. Экспертная оценка возрастных изменений скелета верхней конечности. Саратов, 1992; 123 с.)

2. Zvyagin VN. Method of determining the age of the person at the skullcap sutures. In: Physical and technical methods in forensic medicine. Stavropol', 1972; p. 112. Russian (Звягин В.Н. Методика определения возраста человека по

швам свода черепа. В кн.: Физико-технические методы в судебной медицине. Ставрополь, 1972; с. 112.)

3. Alekseev YuD. Comprehensive general pathological and forensic analysis of structural changes of some endocrine glands in determining a person's age: DSc abstract. Saratov, 1999; 31 p. Russian (Алексеев Ю.Д. Комплексная общепатологическая и судебно-медицинская оценка структурных изменений некоторых желез внутренней секреции в определении возраста человека: Автореф. дис…. д-ра мед. наук. Саратов, 1999; 31 с.)

4. Savenkova EN. General pathological and forensic analysis of age-related changes of the skin to determine the age of the person: PhD abstract. Saratov, 2006; 24 p. Russian (Савенков а Е.Н. Общепатологическая и судебно-медицинская оценка возрастных изменений кожи для определения возраста человека: автореф. дис. … канд. мед. наук. Саратов, 2006; 24 с.)

5. Efimov AA. Morphological analysis of age-related changes of the arterial wall. Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik im. akademika I.P. Pavlova 2011; (3): 8–12. Russian (Ефимов А.А. Морфологический анализ возрастных изменений артериальной стенки. Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова 2011; (3): 8–12.)

6. Bisyarina VP, Yakovlev VM, Kuksa PYa. Arterial vessels and age. M.: Meditsina, 1986; 221 p. Russian (Бисярина В.П., Яковлев В.М., Кукса П.Я. Артериальные сосуды и возраст. М.: Медицина, 1986; 221 с.)

7. Nikolenko VN, Fomkina OA. On the determination of biological age by geometrical parameters of cerebral arteries in adults. Modern high technologies 2008; (5): 44–45. Russian (Николенко В.Н., Фомкина О.А. К вопросу об определении биологического возраста по морфометрическим параметрам артерий мозга взрослых людей. Современные наукоемкие технологии 2008; (5): 44–45)

8. Efimov AA. Forensic analysis of changes in the elastic properties of large arteries in the various age. Sudebno-meditsinskaya ekspertiza 2008; 51 (6): 14–16. Russian (Ефимов А.А. Судебно-медицинская оценка изменений эластических свойств крупных артерий в возрастном аспекте. Судебно-медицинская экспертиза 2008; 51 (6): 14–16)