

# ДИФФЕРЕНЦИРОВАННАЯ БАЛЛОВАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КОСТЕЙ КИСТИ (НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ)

Ю.И. Пиголкин<sup>1</sup>, Н.Н. Гончарова<sup>2</sup>, О.В. Самоходская<sup>3</sup>, А.В. Черепов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Кафедра судебной медицины, Московская медицинская академия им. Сеченова, Москва

<sup>2</sup> НИИ и Музей антропологии МГУ, Москва

<sup>3</sup> Российский центр судебно-медицинской экспертизы Минздравсоцразвития России, Москва

*В работе рассмотрены различные подходы к оценке возрастных изменений костей кисти. Предложен модифицированный метод оценки биологического возраста, основанный на количественном анализе выраженности возрастных изменений. Изучены рентгенограммы 497 индивидов от 18 до 58 лет, составляющих стандартную выборку. Количественная балловая оценка возрастных маркеров позволяет оценивать биологический возраст не только на групповом, но и на индивидуальном уровне. В сочетании с другими способами определения биологического возраста обеспечивает хорошую экспертную точность оценки возраста индивида. Изучение групповой изменчивости балловых оценок позволяет уловить более тонкие процессы возрастных перестроек, уточнить сроки наступления и темпы инволюционных изменений, длительность периода стабилизации костей кисти.*

Ключевые слова: биологический возраст, кости кисти, количественные оценки, старение, инволюция

*Посвящается памяти О.М.Павловского*

## Введение

Современное развитие любой отрасли знания предполагает использование комплексного подхода к изучаемому объекту. Особенно этого требуют науки о человеке, что обусловлено, кроме прочего, самой природой объекта.

Концепция судебной антропологии как особой отрасли биологии человека предложена В.Л. Поповым [Попов, 1998]. Важнейшей из задач этой области знания является идентификация личности, опирающаяся на изучение биологических закономерностей функционирования человеческого организма. Идентификационное исследование начинается с определения общих признаков, к которым относится и возраст человека. Очевидно, что возможности антропологии ограничены определением биологического, а не календарного возраста. Это ограничение непреодолимо. Да и оценка биологического возраста часто не дает необходимой точности, ведь биологический возраст обусловлен совокупным действием многих

факторов, которые группируются в два основных вектора. С одной стороны – влияние наследственной компоненты, задающей темп онтогенеза. Причем вследствие полигенного наследования большинства признаков человеческого организма их проявление в фенотипе априори неизвестно. С другой стороны наследственно заданные темпы созревания и сроки наступления возрастных перестроек организма меняются в зависимости от внешних условий. Это сложное взаимодействие определенности и случайности является фундаментальным естественнонаучным законом: «реальный мир управляется не детерминистическими законами, равно как и не абсолютной случайностью» [Пригожин, Стенгерс, 1994. С. 262]. Непредсказуемое сочетание экзо- и эндогенных факторов, влияющих на темп онтогенеза, создает высокую степень индивидуальности возрастных перестроек, особенно в зрелом и старческом периоде. Концепция «собственного времени человека», сформулированная О.М. Павловским и основанная на представлении о собственном времени любого

объекта реального мира, в полной мере отражает эту неотъемлемую индивидуальную составляющую каждого человека [Павловский, 2003; Пригожин, Стенгерс, 1986].

Тем не менее, для решения прикладных задач необходимы методы, позволяющие определять биологический возраст индивида возможно более точно, что требует изучения широкой биологической нормы процессов созревания и старения. В предлагаемой работе речь идет о создании такой системы возрастных маркеров, которая позволит с определенной точностью анализировать степень выраженности онтогенетических перестроек не только на групповом, но и на индивидуальном уровне с целью оценки биологического возраста.

Возрастные изменения происходят во всех системах организма, но традиционно особое внимание уделяется перестройкам костной системы. Это связано и с ее высокой реактивностью, и с удобством фиксации возникающих изменений вследствие их необратимости. Кумулятивный эффект позволяет рассматривать процесс возрастных перестроек в развитии, выделяя отдельные хронологические этапы. Остеоскопические и остеометрические методы – самые древние способы определения возраста. Они появились еще в середине XIX века. Так, в Англии судили о достаточной зрелости ребенка и о возможности его приема на работу по длине тела и по прорезавшимся зубам, возраст взрослых определяли по степени стирания зубов и возрастной инволюции скелета [Гофман, 1891. С. 690–721]. Отечественные исследования на эту тему стали многочисленными с конца 30-х годов после выхода в свет монографии Д.Г. Рохлина [Рохлин, 1936]. Обилие судебно-медицинских работ по определению скелетного возраста не позволяет перечислить все. Достаточно сказать, что практически для всех отделов скелета есть возрастные стандарты, построенные на представительном статистическом материале: по плечевым и бедренным костям [Найнис, 1966, 1969, 1972], по облитерации швов черепа, оцениваемой по 5-балльной шкале [Звягин, 1975], по строению симфиза лобковой кости [Гармус, 1988, 1990]. Хорошую точность в определении возраста дают те отделы скелета, которые заметно меняются у взрослого индивида. Так, большое количество западных исследований посвящено оценке возрастных изменений стернальных концов ребер [Iskan, 1984; Iskan et al., 1985; Dudar, 1993; Dudar et al., 1993; Russell et al., 1993]. Разработанный метод хорошо работает в интервале от 14 до 28 лет. Зарубежными исследователями также изучались возможности определения

возраста по степени дегенеративных изменений аурикулярной поверхности подвздошной кости [Lovejoy et al., 1985; Murray, Murray, 1991], поверхностей лобкового симфиза [Lovejoy et al., 1985; Pasquier et al., 1999], приращения эпифизов грудных позвонков [Albert, 1998].

Всё же лидирующие позиции в изучении возрастных перестроек костной ткани заняли методы, опирающиеся на изучение рентгенографического изображения кости, что связано с возможностью анализа внутренней структуры кости, причем не только на скелетном материале. Развитие рентгенодиагностики скелета привело к накоплению данных о возрастных изменениях в различных отделах скелета и их дальнейшей детализации и систематизации. На сегодняшний день наиболее изученным в рентгенологическом плане является скелет кисти. Это связано с технически несложным способом получения рентгенограммы и хорошей изученностью вариационной анатомии данного отдела скелета [Рохлин, 1936, 1950; Клионер, 1939; Poznansky, 1974]. Д.Г. Рохлин, с именем которого связано формирование рентгенологии как особого направления науки, впервые описал некоторые признаки старения скелета кисти (сужения суставной щели, остеофиты) и показал, что появление узлов Эбердена и Бушара, которые до этого рассматривались как заболевания, связано с возрастными изменениями. Все возрастные изменения костей кисти можно сгруппировать в так называемую «триаду Рохлина» (остеопороз, усиление рельефа кости, сужение суставных щелей). На основе детального изучения динамики этих изменений, была сформулирована последовательность старческих преобразований кисти в виде трех фаз: начальной фазы старения, отчетливых проявлений старения и резких проявлений старения. Итогом труда первого этапа изучения инволютивных преобразований костно-суставного аппарата человека стала монография В.С. Майковой-Строгановой и Д.Г. Рохлина «Кости и суставы в рентгеновском изображении» [Майкова-Строганова, Рохлин, 1957], в которой систематизированы все имеющиеся к тому времени данные о старении скелета.

Надо отметить, что природа каждого из признаков триады Рохлина до сих пор остается предметом дискуссий. Так, существуют диаметрально противоположные мнения о влиянии интенсивности функциональной нагрузки на темпы старения костей и суставов. Большое количество исследователей усматривают в усиленной функции фактор, способствующий ускорению инволюции суставов. Однако существует и противоположная точка зрения о задерживающем влиянии усиленной функции

на процесс инволюции костной системы. О тормозящем воздействии функции на процесс возрастной перестройки скелета говорят данные Г.Д. Рохлина, исследовавшего локтевой сустав у группы рабочих с большим производственным стажем [Рохлин, 1963]. К.И. Машкара, изучив скелет кисти у рабочих, показал, что у лиц, систематически занимающихся физическим трудом, заметно отдалается начало старения суставов кисти [Машкара, 1966; Привес и др., 1966]. По мнению исследователей, увеличение нагрузки на двигательный аппарат, способствуя удержанию процессов метаболизма на соответствующем уровне, оказывает тормозящее влияние на процесс физиологического старения костной системы. Отсутствие связи возрастных изменений и профессиональной нагрузки показано О.М. Павловским на примере выборки, неоднородной по своему профессиональному составу [Павловский, 1987. С. 45]. По мнению некоторых исследователей, возрастные структурные изменения костной ткани более значимы, чем изменения, вызванные профессиональной нагрузкой [Nackenbroch, 1961, цит. по: Павловский, 1987]. Вопросами старения различных участков скелета в зависимости от функциональной нагрузки занимался Б.А. Никитюк. В ряде работ [Никитюк, 1966, 1967, 1968] был показан неоднозначный характер воздействия нагрузок на кость: в молодом и зрелом возрасте динамические и статические нагрузки стимулируют остеогенез, а в пожилом и старческом тормозят. Б.А. Никитюк предложил свою классификацию признаков старения костей, выделяя собственно старческие изменения, регрессивные по своему характеру, и компенсаторно-старческие, укрепляющие кость в условиях костной убыли и истончения суставного хряща. В исследовании показана неравномерность старения различных лучей кисти, что объясняется несоответствием уровня механической нагрузки возможностям костной основы ульнарных пальцев (наиболее стареющих). Впервые обозначена зависимость темпов старения от конституциональных особенностей индивида: у людей брахи-гипертрофического телосложения темпы созревания и старения костей ускорены по сравнению с людьми долихо-гипотрофического телосложения. Накопление данных по темпам возрастной инволюции приводит исследователя к выводу, что механические нагрузки – всего лишь часть того многообразия факторов, которые определяют старение костей [Никитюк, 1989].

Неоднозначные оценки вызывает и природа костной убыли в процессе старения. Универсальность этого важнейшего возрастного явления, его влияние на здоровье объясняют обширность ли-

тературы, посвященной данному вопросу. К одним из первых исследований динамики прижизненного определения минерализации скелета относится работа В. Фортланда, в которой автор изложил результаты анализа данных, полученных для 1200 человек различного возраста и обоего пола [Fortland, 1954]. Автор не смог обнаружить возрастную динамику минерализации, но пришел к выводу о большом размахе индивидуальной изменчивости степени минеральной насыщенности костей кисти. Накопление эмпирических данных по этой проблеме привело к появлению диаметрально противоположных точек зрения на изменения плотности кости с возрастом. Существуют исследования, довольно редкие, впрочем, в которых показано возрастное увеличение плотности кости [Подрушняк, 1972]. Подавляющее число исследований содержит выводы о снижении минеральной насыщенности в связи с возрастом. Так, на статистически значимом материале (900 индивидов) Л.Е. Кевеш [Кевеш, 1954] показал, что первые признаки остеопороза обнаруживаются уже в возрасте 30–39 лет. Костная убыль фиксируется в работе по анализу минерализации костей верхней конечности [Mailand, 1957], при анализе минерализации нижней челюсти [Wowern, Stoltze, 1977], в работе по изучению дистального эпифиза бедренной кости [Понятовский, 1978]. Г.Д. Рохлин отмечает, что уменьшение плотности кости после 50 лет в равной степени наблюдается в различных отделах скелета, находящихся в различных условиях с точки зрения статической и динамической нагрузки [Рохлин, 1974]. Продольное исследование индивидов от 65 до 90 лет с пятилетним интервалом показало, что истончение компактного вещества пястных костей и снижение оптической плотности лучевой кости универсально, и затрагивает как женщин, так и мужчин [Milne, Lonegran, 1977].

Наконец, существует еще один подход к оценке динамики возрастных изменений костной плотности: нарастание минерализации скелета происходит до определенного возраста, затем наступает период относительной ее стабильности, после которого происходит снижение минерального компонента костей. Волнообразный характер динамики минеральной насыщенности с нарастанием до 30 лет, стабильным периодом до 45 лет и костной убылью после 50 лет показан в работе М.Н. Павловой и А.Р. Полякова [Павлова, Поляков, 1971]. Некоторые исследователи ограничивают диапазон относительного постоянства минеральной насыщенности костей возрастом от 20 до 40 лет [Bartley, 1966]. Однако эти сроки не одинаковы для разных отделов скелета. Так, О.М. Павловский на

основании динамики минерализации пяточной кости жителей с. Поречья Ярославской области, приходит к выводу, что в этой кости период стабилизации приходится на возраст от 15 до 60 лет [Павловский, 1964]. Отмечен выраженный половой диморфизм в проявлении деминерализации скелета. Во множестве исследований отмечается, что потеря костного вещества более характерна для женщин. Медицинские исследования привели к формированию концепции двух типов инволюционного остеопороза [Riggs, Melton, 1983]. Первый тип (постменопаузальный) наблюдается преимущественно у женщин (в 6 раз чаще, чем у мужчин) в возрасте 51–65 лет. Ускоренной убыли подвергается главным образом трабекулярная кость. Второй тип инволюционного остеопороза (сенильный остеопороз) развивается после 75 лет и характеризуется пропорциональной убылью как кортикальной, так и трабекулярной костной ткани. Этот тип остеопороза чаще наблюдается у женщин, но после 85 лет встречаемость его у мужчин и женщин становится одинаковой. Тем не менее, несмотря на половой диморфизм, во множестве работ отмечается, что костная убыль с возрастом происходит как у мужчин, так и у женщин, несмотря на большие индивидуальные колебания в возрасте начала потери костной массы [Kiebzak, 1991]. Очевидно, это явление универсально и рано или поздно затрагивает все группы человечества.

Попытка не только зафиксировать феномен возрастной деминерализации скелета, но и разработать популяционные стандарты для межгруппового сравнения принадлежит О.М. Павловскому. На основании обработки и обобщения материалов многолетних массовых рентгеноантропологических исследований минеральной насыщенности скелета у сельского населения изучены закономерности межгрупповой изменчивости данного показателя. В монографическом труде «Биологический возраст человека» рассматриваются возрастные показатели в этнотерриториальных группах населения, сохранявших в течение долгого времени хозяйственно-культурные традиции, и разрабатываются региональные возрастные стандарты. Автором аргументируется высокая индивидуальность процессов старения, которые связаны с большим числом биологических характеристик индивида [Павловский, 1987].

Таким образом, признаки, выступающие как возрастные маркеры костей кисти, имеют разную природу. Но совершенно неоспорима их связь с календарным возрастом, а это значит, что, не пытаясь объяснить природу появления признака, а применяя только феноменологический подход,

можно разработать групповые стандарты, которые необходимы для возможно более точного определения биологического возраста индивида.

Широко известная методика определения возраста по костям кисти О.М. Павловского основана на бинарной оценке четырех типов возрастных изменений – остеофитов разного происхождения, остеопороза, склеротических изменений, то есть уплотнений костной ткани, и суставных деформаций нетравматического происхождения. При этом фиксируется наличие возрастного маркера или его отсутствие, но не степень его выраженности. Суммирование всех возрастных признаков кисти дает показатель, называемый «эквидистантным оссеографическим баллом», который по существу и является универсальным показателем темпа возрастных изменений на индивидуальном уровне. Зависимость его от возраста имеет линейный характер, что позволяет применять стандартные статистические методы для анализа распределения этого признака на популяционном уровне. Статистический анализ данных выявляет, что наибольшее число возрастозависимых элементов фиксируется на IV и V лучах. Существенных межэтнических различий по этому признаку не обнаружено. Малоинформативными для диагностики возраста оказались элементы склероза [Павловский, 1987]. Очевидно, единичные изменения такого рода являются скорее результатами травматических повреждений костей кисти. Что же касается множественного склероза, то уже в монографии Д.Г. Рохлина рассматривается гипотеза о том, что наличие множественных склеротических признаков является клинической картиной некоторых заболеваний (остеопойкилия, мраморная болезнь), что нашло подтверждение в более поздних работах [Szabo, 1971].

На основе проведенных исследований О.М. Павловский [Павловский, 1987. С. 26–27, 44] предложил периодизацию онтогенеза с использованием маркеров биологического возраста:

- 1 стадия – предефинитивный период (рост и созревание костей);
- 2 стадия – собственно дефинитивный период, или «нуль-фаза» (созревание завершилось, признаков старения еще нет);
- 3 стадия – кумулятивная, или первая постдефинитивная (в изучаемой группе встречаются и нуль-варианты, и более или менее заметные возрастные изменения); внутри стадии существуют «узловые» точки, например, возрастной рубеж, при котором у половины исследованных индивидов есть хотя бы одно возрастное изменение;

4 стадия – тотальная трансформация костей кисти, или вторая постдефинитивная (в группе лавинообразно нарастают возрастные изменения, нуль-вариантов уже нет).

Наличие в любой группе лиц с разным темпом старения обуславливает значительную вариабельность сроков наступления той или иной стадии и ее продолжительности. Так, длительность третьей стадии у мужчин составляет 10–25 лет (в среднем 16), а для женщин – от 8 до 30 (в среднем 17). Отсюда возникает необходимость создания групповых стандартов в оценке биологического возраста. На основании обработки данных по 5 тысячам снимков, охватывающим различные этнические и территориальные группы бывшего СССР, такие возрастные нормативы были разработаны. Однако даже они не обеспечивают точности, необходимой, например, для судебно-медицинского исследования, так как в зависимости от темпа старения на экспертной рентгенограмме женщины 60 лет, может быть от 6 до 24 маркеров возраста (реальные данные). Это делает невозможным достоверную и практически значимую экспертизу индивидуального случая по схеме, предложенной О.М. Павловским, и определяет необходимость создания экспертной методики, применимой для дифференцированной оценки возраста индивида. Описываемая в работе методика представляет собой дальнейшее развитие существующего способа определения возраста по костям кисти и его адаптацию к решению практи-

ческих судебно-медицинских задач. В то же время такое методическое исследование позволило уточнить некоторые теоретические представления о начале и темпах возрастных изменений костной системы человека.

## Материалы и методы

В предлагаемой работе использованы 497 рентгенограмм кисти индивидов обоего пола известного возраста. Для исследования выбраны группы русского населения, компактно проживающего в Забайкалье. Возрастной диапазон составил 39 лет – от 19 до 58 лет (табл. 1), что позволяет характеризовать выборку как стандартную. В соответствии с принятыми в антропологическом исследовании правилами формирования выборки, в нее включены только здоровые индивиды [Павловский, 1987. С. 15–16].

Главное отличие разработанного метода дифференцированной балловой оценки возрастных маркеров состоит в фиксации не только наличия или отсутствия признака, но также и в учете степени его развития, и «координат» на кисти – номера луча и фаланги. В соответствии с принятой методикой, рассматриваются три типа возрастных изменений – остеофиты (апиостозы, экзостозы, узлы), признаки разрежения костной ткани и нетравматические суставные деформации (сужение суставных щелей).

Таблица 1. Материалы исследования

Населенный пункт	Руководитель экспедиции, год исследования	Численность муж/жен	Возрастной диапазон мужчины/женщины	
Баргузин	Алексеева Т.И., 1966	59/67	24–57	20–54
Уро	Алексеева Т.И., 1966	49/7	19–58	29–46
Читкан	Алексеева Т.И., 1967	56/66	21–52	19–51
Аргода	Алексеева Т.И., 1967	21/26	27–54	19–53
Курумкан	Алексеева Т.И., 1967	55/91	21–55	19–55
Суммарно		240/257	19–58	19–55

Для количественной оценки степени разрастания бугристой поверхности дистальных фаланг (апиостозов) разработана пятибалльная шкала:

- 0 – отсутствие признака;
- 1 – слабая выраженность признака с одной стороны фаланги;
- 2 – признак выражен с обеих сторон фаланги, головка фаланги приобретает форму круга со слегка рваными краями;
- 3 – признак выражен сильно с обеих сторон фаланги, фаланга приобретает грибообразную форму;
- 4 – признак выражен сильно, края разрастания загибаются проксимально, головка фаланги имеет серпообразную форму.

Для количественной оценки степени экзостозов на средних и проксимальных фалангах разработана четырехбалльная шкала:

- 0 – отсутствие признака;
- 1 – начальная стадия разрастания компактного вещества кости; на рентгенограмме края кости становятся размытыми, иногда появляется небольшое утолщение;
- 2 – дальнейшее разрастание кости приводит к образованию на поверхности кости темных образований с размытыми границами, протяженность которых вдоль диафиза не превышает 1.5–2 мм;
- 3 – продолжение и развитие стадии 2: протяженность образований превышает 2 мм.

Для количественной оценки развития узлов всех типов на дистальных и проксимальных эпифизах разработана четырехбалльная шкала:

- 0 – отсутствие признака;
- 1 – остеофит виден как темная точка на эпифизе кости, размер его около 1 мм.
- 2 – остеофит виден как пирамидка на эпифизе кости, размер его от 1 до 2 мм.
- 3 – остеофит виден как выраженное образование на эпифизе кости, размер его свыше 2 мм, часто имеет стреловидную форму; иногда остеофит отделяется от кости и располагается рядом с ней.

Для объективизации оценки межфаланговых суставных деформаций применены измерительные методы. Так как сужение суставной щели фиксируется раньше всего в суставах между дистальными и средними фалангами, были измерены расстояния между центрами суставных площадок дистальных и средних фаланг второго, третьего, четвертого и пятого пальца. Измерение проводилось в мм с помощью графического редактора

типа Adobe Photoshop непосредственно на оцифрованном изображении рентгенограммы.

Кроме первичных данных были определены результирующие признаки. К ним отнесены признаки, представляющие собой сумму балловых оценок маркеров старения кисти по каждому «слою» фаланг (дистальные, средние, проксимальные). Склеротические изменения, баллы остеопороза и суставные деформации рассчитывались для всей кисти так же, как это описано в методике О.М. Павловского. В качестве интегральной характеристики использовался суммарный балл неметрических признаков по костям кисти в целом (тотальный балл). Интегральный признак – это сумма признаков старения кисти по каждому «слою» фаланг, количества суставных деформаций кисти и балла, описывающего склеротические изменения кисти. Для установления возрастной зависимости первичных и результирующих признаков осуществлялся анализ динамики балловых оценок перечисленных признаков в зависимости от паспортного возраста индивида. Вся совокупность индивидов была разделена по полу и по возрастным интервалам. В анализе данных учитывались:

- отдельные признаки и степень их развития на отдельных фалангах;
- сумма признаков по «слоям» фаланг;
- сумма признаков по лучам;
- общий суммарный балл, определяемый как совокупность конкретных элементов возрастной перестройки кисти.

## Обсуждение результатов

### *1. Признаки старения костей: возрастная динамика, половой диморфизм и локализация на кисти*

Проведенный анализ всей совокупности индивидов с помощью детализированной балловой оценки показал, что первые неметрические возрастные изменения костей кисти можно наблюдать у лиц 20–24-летнего возраста. Первыми появляются апиостозы, которые образуются сначала в виде небольшого разрастания по одной из сторон бугристой поверхности дистальной фаланги (1 балл) у мужчин к 24 годам, а у женщин уже к 20 годам. В то же время нулевые значения этого признака, то есть полное отсутствие апиостозов, у мужчин встречаются до 44 лет, а у женщин до 55 лет.

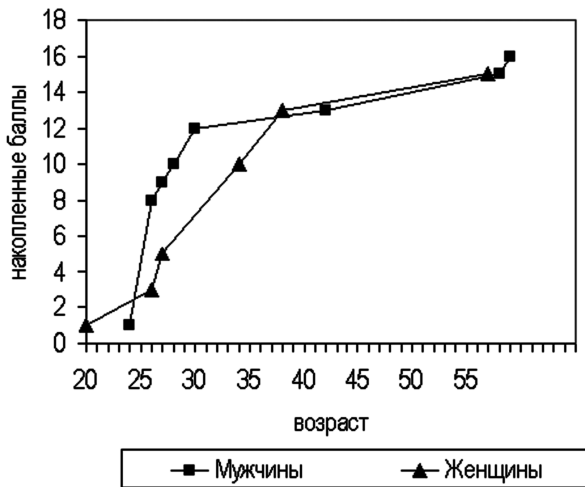


Рис. 1. Скорость развития акроостозов в зависимости от пола

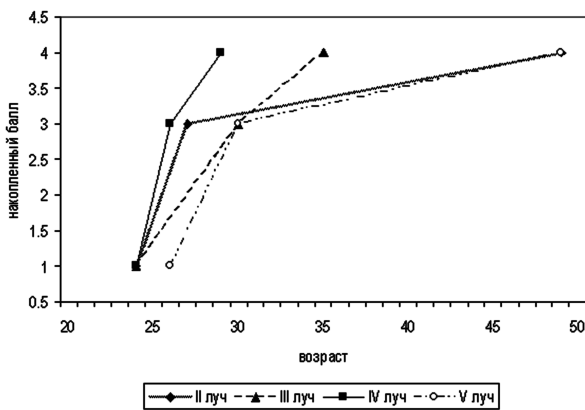


Рис. 2. Степень развития акроостозов в зависимости от луча. Мужчины

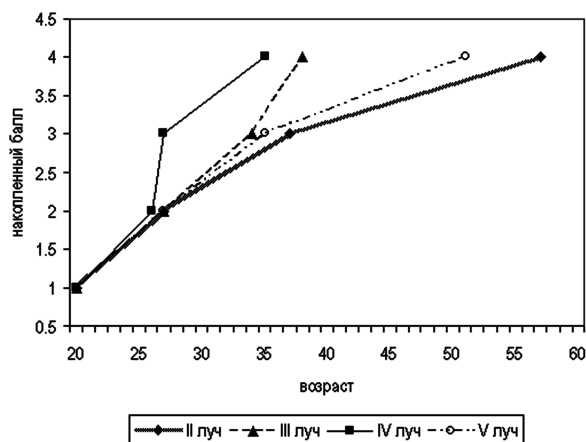


Рис. 3. Степень развития акроостозов в зависимости от луча. Женщины

На рис. 1 можно увидеть, что до 30 лет в мужской подгруппе наблюдается более быстрое накопление балла акроостоза, чем в женской подгруппе. В возрастном интервале 30–40 лет суммарный балл развития акроостозов у женщин достигает мужских показателей и даже слегка опережает их. Выравнивание показателей количества и степени разрастания акроостозов в обеих подгруппах происходит к 57–59 годам, когда балл акроостоза достигает максимально возможных значений – 15–16, то есть на всех четырех дистальных фалангах имеются массивные разрастания, придающие головкам фаланг серповидную форму. В женской подгруппе максимальные значения достигаются на 1–2 года раньше.

Таким образом, половые различия по развитию акроостозов имеются в возрастном интервале 20–30 лет, затем они постепенно нивелируется.

При анализе распределения баллов акроостоза по лучам установлено, что первые признаки разрастания ногтевой бугристости появляются почти одновременно на всех лучах. Впоследствии более быстрое накопление балла акроостоза идет на четвертом, а затем на третьем пальце, так, что максимально возможный балл достигается к 27–35 годам у мужчин, 30–37 годам у женщин. На втором и пятом пальцах накопление возрастных изменений происходит медленнее, достигая максимума к 50–55 годам (рис. 2, 3).

Развитие экзостозов (костных разрастаний на диафизах проксимальных и средних фаланг в местах прикрепления сухожилий) характеризуется иными закономерностями. В возрастном интервале 23–26 лет выраженность экзостозов невелика, они только начинают проявляться на рентгенограмме в виде небольшого утолщения или «разволокнения» края диафизов проксимальных фаланг. Суммарный балл развития экзостозов в этом возрасте примерно одинаков у обоих полов (3–4 балла). После 30-летнего возраста накопление суммарного балла в мужской подгруппе происходит лавинообразно, в женской группе – постепенно, наблюдается линейная зависимость суммарного балла от возраста (рис. 4). Более того, если у мужчин максимальный балл, зафиксированный у некоторых индивидов, был равен 38 (теоретический возможный балл – 48), то у женщин он был равен только 31, и его более высокие значения не встречались. Таким образом, по данному признаку наблюдается выраженный половой диморфизм и можно сказать, что после 30 лет этот признак становится больше мужским, чем женским. Можно предположить, что данный признак отражает прежде всего степень функциональной нагрузки на кисть.

Анализ локализации признака по лучам кисти обнаруживает те же закономерности, что и развитие апиостоза: экзостозы быстрее развиваются на четвертом, затем на третьем пальце, а на втором и пятом этот процесс происходит гораздо медленнее. Было также выявлено, что экзостозы сначала образуются на проксимальных фалангах, и только после того, когда они в этом «слое» фаланг становятся значительно выраженными, их можно заметить и на средних фалангах.

Динамика развития узлов Эбердена, Бушара, Рохлина и узлов на основаниях проксимальных фаланг схожа с динамикой развития экзостозов. Максимально возможное значение суммарного балла развития узлов на всех фалангах – 120 баллов, но на практике в мужской подгруппе наблюдается размах изменчивости данного признака от 0 до 74, а в женской подгруппе – до 85 баллов. Лавинообразное увеличение накопленного балла у мужчин происходит в возрасте 20–30 лет, после чего наблюдается резкое замедление темпов изменений. В этом же возрастном интервале увеличение балла узлов в женской части группы происходит более ровно и постепенно, а затем, в возрастном интервале 55–60 лет женщины «догоняют» мужчин по данному показателю (рис. 5). Следует обратить внимание на тот факт, что в женской подгруппе этот признак связан с возрастом наступления менопаузы: быстрое накопление баллов развития узлов происходит после 55 лет, совпадая с увеличением балла остеопороза. Однако коэффициент корреляции между суммарными оценками развития узлов и развития остеопороза недостоверен и очень низок (0.04 у мужчин, 0.11 у женщин). Это наблюдение означает, что факторы, вызывающие развитие узлов и развитие остеопороза различны или мало связаны между собой. Так как у мужчин быстрое развитие узлов происходит в достаточно молодом возрасте, это можно связать с усиленной нагрузкой на кисть, не отрицая компенсаторно-приспособительный характер развития этого признака. При анализе локальной зависимости степени развития узлов было выявлено, что раньше всего появляются узлы Эбердена, то есть разрастания на основаниях дистальных фаланг, что характерно для обоих полов. Эти узлы с возрастом сильно увеличиваются и чаще других достигают степени развития в 3 балла, то есть размера более 2 мм, иногда отделяются от кости и располагаются в виде отдельного образования. Вслед за этими узлами появляются остеофиты на основаниях проксимальных фаланг, далее на головках средних фаланг (узлы Рохлина), а затем они могут появиться на основаниях средних фаланг (узлы Бушара).

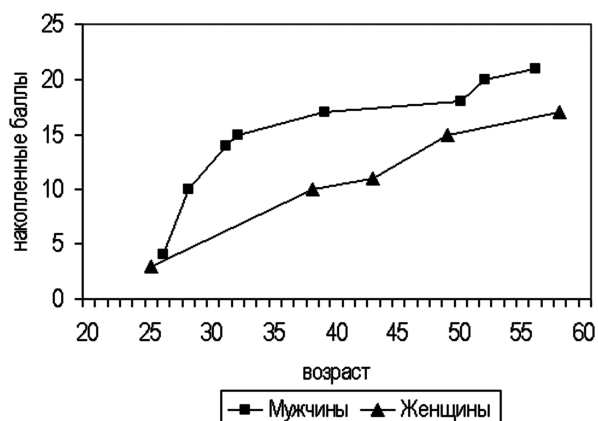


Рис. 4. Скорость развития экзостозов в зависимости от пола

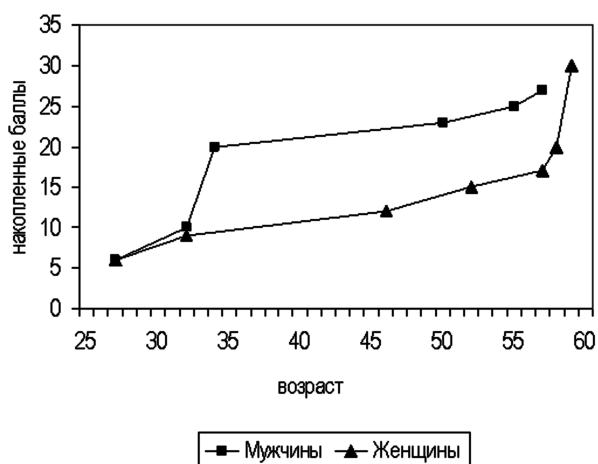


Рис. 5. Динамика развития узлов в зависимости от пола

Зависимость степени развития узлов от локализации их на определенном луче отвечает тем же закономерностям, что были описаны для других признаков: четвертый палец стареет первым.

Анализ данных о распределении остеопороза в мужской и женской подгруппах показывает, что первое появление фаланг с признаками остеопороза происходит в интервале 31–33 года в мужской подгруппе и 27–29 лет в женской подгруппе. Увеличение количества фаланг с признаками остеопороза у женщин происходит быстрее, чем у мужчин, хотя эти различия не очень существенны: в обеих подгруппах имеет место линейная зависимость этого признака от возраста.

Все вышеперечисленные признаки входят в показатели суммарной оценки, поэтому суммар-



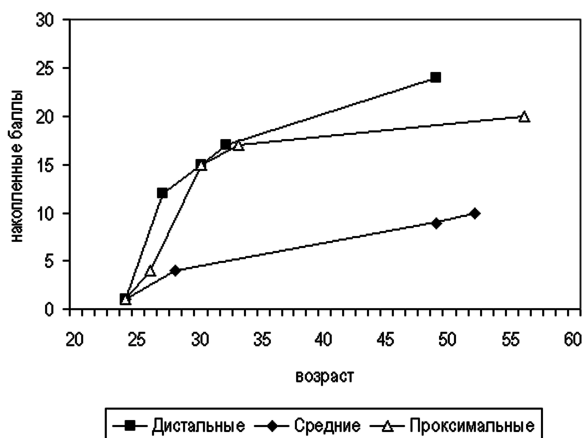


Рис. 6. Распределение суммарного балла по фалангам. Мужчины

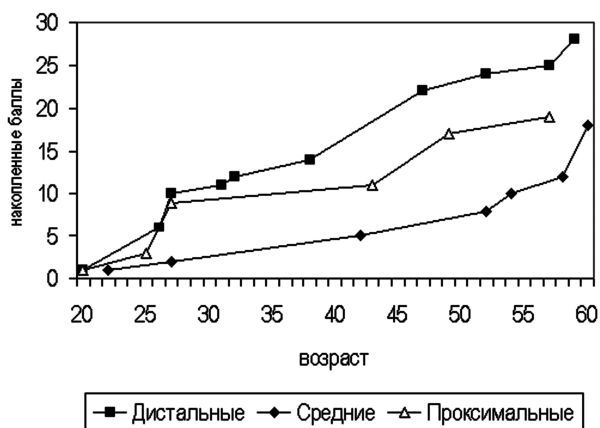


Рис. 7. Распределение суммарного балла по фалангам. Женщины

ные баллы в целом подчиняются тем же закономерностям распределения по возрастным интервалам, отличаясь лишь в темпах изменения.

Скорости старения разных «слоев» фаланг отражены на рис. 6 и 7. В обеих подгруппах быстрее всего стареют дистальные фаланги, затем проксимальные. Средние фаланги наименее всего подвержены процессам возрастных изменений. Заметное увеличение скорости старения средних фаланг происходит в интервале 55–65 лет и связано, прежде всего, с процессами костной убыли. Таким образом, можно прийти к заключению о более раннем начале возрастных и далее старческих проявлений в тех участках кисти, которые и созревают раньше в процессе индивидуального развития.

Кроме апиостозов, экзостозов, узлов и остеопороза, были также проанализированы склеро-

тические изменения, такие, как эностозы и склеротические ядра. В нашем исследовании, так же, как и у других авторов, эти признаки показали практически нулевую корреляцию с возрастом (табл. 2). Можно утверждать, что эностоз, или локальное уплотнение костной ткани, является преимущественно последствием микротравмы кости. Эти микротравмы связаны не столько с возрастными изменениями, сколько с усиленными механическими нагрузками на кости кисти, которые могут отмечаться в любом возрасте.

Что касается анализа суставных деформаций, то количественная оценка ширины суставных щелей показала постепенное уменьшение этой ширины (линейная зависимость), которое начинается с 30-летнего возраста и достигает максимальных значений после 60 лет. Этот процесс одинаково затрагивает обе подгруппы изученного населения.

При анализе зависимости возрастной динамики признаков старения костей кисти от пола выявилось, что, даже с учетом несколько более высокого балла остеопороза, старение кисти женщин, хотя и начинается немного раньше, происходит медленнее, чем у мужчин. Как уже отмечалось другими авторами, это свидетельствует о более раннем достижении наибольшей внутривидовой изменчивости именно мужской подгруппой исследованных популяций [Павловский О.М., 1987, Максинев Д.В., 1995]. Кроме того, как уже упоминалось, остеофиты (апиостозы, экзостозы и узлы) являются компенсаторно-приспособительными изменениями костной ткани. Поэтому более быстрое разрастание остеофитов с возрастом у мужчин можно объяснить тем, что оно возникает в ответ на усиленные механические нагрузки, которые характерны для мужского сельского населения. Выравнивание темпов старения и, следовательно, формальной оценки старения происходит к 50–55 годам. Но накопление признаков остеопороза не подчиняется этой закономерности. Первые проявления остеопороза и устойчивая связь балла пороза с возрастом, а также более раннее достижение максимального балла по этому признаку характерны именно для женской части изученного населения. Наконец, анализ распределения признаков старения по лучам кисти позволяет утверждать, что наибольшее число элементов старения локализовалось в обеих подгруппах на четвертом и третьем лучах кисти.

Коротко сформулируем установленные в ходе исследования закономерности накопления возрастных маркеров на костях кисти. До 20 лет у женщин, до 24 у мужчин не отмечено признаков старения кисти даже в начальной фазе. В возраст-

**Таблица 2. Коэффициенты корреляции календарного (паспортного) возраста и балловых оценок развития признаков. Выделены коэффициенты, достоверные при P=0.95**

Балловые оценки признаков	Мужчины	Женщины
Апиостозы суммарно	<b>0.61</b>	<b>0.60</b>
Экзостозы суммарно, средние фаланги	<b>0.33</b>	<b>0.28</b>
Экзостозы суммарно, проксимальные фаланги	<b>0.63</b>	<b>0.58</b>
Узлы суммарно, дистальные фаланги	<b>0.67</b>	<b>0.71</b>
Узлы суммарно, средние фаланги	<b>0.70</b>	<b>0.69</b>
Узлы суммарно, проксимальные фаланги	<b>0.66</b>	<b>0.67</b>
Пороз, дистальные фаланги	<b>0.63</b>	<b>0.71</b>
Пороз, средние фаланги	<b>0.57</b>	<b>0.64</b>
Пороз, проксимальные фаланги	<b>0.45</b>	<b>0.59</b>
Склеротические изменения	0.13	0.07
Ширина в мм суставной щели между дистальными и средними фалангами (суммарно)	-0.20	0.05
Общий балл суставных деформаций	<b>0.62</b>	<b>0.76</b>

ном интервале 20–30 лет ведущими признаками в обеих подгруппах являются апиостозы на дистальных фалангах, а у мужчин также экзостозы на проксимальных фалангах. В течение следующих десяти лет происходит накопление балла экзостозов у мужчин и апиостоза у женщин, а также появление новых признаков: для мужчин – сужение суставной щели, для женщин – появление узлов. В обеих подгруппах фиксируются признаки остеопороза на дистальных фалангах. Возрастные маркеры в интервале 40–50 лет сходны для мужчин и женщин: появление узлов на суставных площадках средних и проксимальных фаланг, увеличение количества и выраженности разрастаний на диафизах проксимальных фаланг, кроме того, постепенно увеличивается количество фаланг, подверженных остеопорозу. После 50 лет происходит дальнейшее накопление возрастных изменений, вследствие чего суммарный балл приоб-

ретает практически максимальные значения, у женщин этот возрастной период характеризуется скачкообразным увеличением балла разрастания узлов.

*2. Сравнительный анализ результатов, полученных по методу дифференцированной балловой оценки и методу бинарной оценки проявления возрастных признаков*

Для сравнения признаки старения костей кисти тех же индивидов были подсчитаны по методике О.М. Павловского (индивидуальные данные по эквидистантному оссеографическому баллу были любезно предоставлены для этого контрольного исследования О.М. Павловским). Обнаружилось, что разработка детальных признаков

**Таблица 3. Отличия баллового метода оценки возрастных изменений костей кисти от метода бинарной оценки признака по О.М. Павловскому**

Характеристика	Бинарная оценка признака	Балловая оценка развития признака
Нижняя граница начала возрастных изменений	22 года	20 лет
Появление первых возрастных изменений	мужская группа	женская группа
Максимальная дисперсия суммарного балла возрастных изменений	45–55 лет	27–35 лет
Темп роста возрастных изменений после 50 лет	скачкообразный	линейный
Максимальная скорость накопления балла возрастных изменений	V луч	IV луч

старения костей кисти позволяет уловить более тонкие процессы. В частности, показано, что с небольшим хронологическим опережением именно кисть женщины реагирует на возраст. К 25 годам процесс возрастных изменений в мужской подгруппе становится более выраженным и быстрым, иногда лавинообразным, и потому более очевидным. Детальная модифицированная методика позволила отметить, что усиленное накопление баллов большинства возрастных признаков происходит раньше, чем предполагалось до этого, в интервале 27–35 лет. В контрольном исследовании отмечается сильное, почти скачкообразное накопление возрастных изменений в возрасте 50–60 лет. При детализированной оценке обнаружилось, что после 50 лет происходит равномерный, плавный рост выраженности большинства возрастных изменений. Исключение составляет лишь скачкообразное увеличение балла разрастания узлов у женщин. Анализ распределения возрастных маркеров по лучам дает также разные результаты. О.М. Павловский показал, что наибольшее число элементов старения локализовалось у мужчин на пятом и четвертом лучах кисти, а у женщин, в основном, на пятом и, в меньшей степени, на третьем лучах. Анализ возрастных признаков по уточненной методике показывает, что в обеих подгруппах возрастные изменения затрагивают, прежде всего четвертый, а затем третий лучи. На втором и пятом пальцах признаки старения были выражены в меньшей степени. Различие в темпах старения четвертого и пятого луча по разным методикам объясняется

еще и тем, что на пятом пальце выше разнообразие возрастных элементов, но вот степень выраженности имеющихся признаков более значительна на четвертом пальце, что отражает его большую функциональную нагрузку по сравнению с пятым. Модифицированный метод учитывает именно степень выраженности, тогда как контрольный метод позволяет учесть только наличие или отсутствие данного признака. Основные отличия от существующей методики отражены в табл. 3.

И наконец попытка объективизировать оценку суставных деформаций путем непосредственного измерения расстояния между центрами суставных площадок дистальных и средних фаланг не привела к желаемым результатам, то есть к улучшению качества оценки признака. Как видно из табл. 2, коэффициент корреляции этих признаков с возрастом очень низок и недостоверен, в отличие от остальных возрастных маркеров. В то же время корреляция с возрастом общего балла суставных деформаций (по методике О.М. Павловского) отличается достоверно высоким показателем.

Для сравнения были подсчитаны коэффициенты корреляции с возрастом эквидистантных осеографических баллов, рассчитанных О.М. Павловским и суммарных баллов, рассчитанных для каждого индивида с помощью дифференцированной оценки (табл. 4).

Наибольшие различия в коэффициентах корреляции касаются средних и проксимальных фаланг. Эти различия, как и сами коэффициенты

**Таблица 4. Коэффициенты корреляции суммарных признаков с возрастом. Сравнение классической методики и модифицированной. Все коэффициенты достоверны при P=0.95**

	дистальные фаланги муж./жен.	средние фаланги муж./жен.	проксимальные фаланги муж./жен.	Суммарно по кисти*
Эквидистантные оссеографические баллы (бинарная оценка)	0.786/0.785	0.683/0.700	0.680/0.659	0.719/0.770
Суммарный накопленный балл, (дифференцированная оценка)	0.795/0.863	0.784/0.795	0.793/0.817	0.846/0.894

Примечание: \* – в суммарной оценке учтены также баллы остеопороза, определенные одинаковым способом

корреляции, достоверны при высоком уровне значимости и отражают важные закономерности возрастных изменений на костях кисти. Применение модифицированной методики оценки возрастных маркеров позволяет построить работающие регрессионные модели для определения возраста индивида. Причем точность определения биологического возраста повышается в возрастном интервале от 45 лет, хотя именно на этот интервал по наблюдениям О.М. Павловского приходится наибольшая дисперсия эквидистантного оссеографического балла, рассчитанного по бинарным оценкам признаков. Регрессионные модели, построенные с использованием детализированной оценки возрастных маркеров, в возрастном интервале от 45 лет прогнозируют возраст с точностью 2.3–5.4 года. Если перед экспертом стоит задача определить возраст без дополнительных сведений об индивиде, точность определения снижается, но остается практически значимой – 7.2 года у мужчин, 6.8 лет у женщин.

### Заключение

Применение балловой оценки развития возрастных изменений костей кисти позволяет адаптировать существующие в антропологии методические приемы к решению специальных судебно-медицинских задач. Необходимо отметить также, что подход, реализуемый в решении прикладных задач, часто приводит к уточнению теоретических научных положений. В результате проведен-

ного исследования можно обозначить следующие закономерности появления возрастных изменений на костях кисти:

- Признаки старения костей кисти начинают появляться достаточно рано, примерно через 4-6 лет после окончания ее окостенения, то есть период стабилизации, отделяющий стадию созревания от стадии инволюции в данном отделе скелета максимально сокращен.
- Возрастные изменения костей кисти имеют выраженный половой диморфизм, проявляющийся в скачкообразном накоплении баллов возрастных изменений у мужчин в возрасте 25–35 лет и в плавном увеличении количества баллов у женщин на всем возрастном интервале с увеличением темпов развития узлов после 55 лет.
- Выраженность возрастных маркеров старения костей кисти зависит от их расположения на луче и фаланге: раньше всего «стареют» дистальные фаланги, а наибольшее число элементов старения локализуется на четвертом луче кисти.

### Благодарности

Рентгенограммы кисти русского населения Забайкалья были любезно предоставлены Российскому центру судебно-медицинской экспертизы для выполнения работ по Госконтракту №28/09/2001 О.М. Павловским и В.А. Бацевичем, которым авторы выражают глубокую признательность.

## Библиография

- Гармус А.-А.К. Определение возраста индивида по морфологическим признакам лонного сочленения // Судебно-медицинская экспертиза, 1990. Т. 33, № 2. С. 22–24.
- Гармус А.-А.К. О половом диморфизме метрических признаков костей таза // Вопросы борьбы с преступлениями в суд. медицине: сб. науч. работ. Вып. 1. Вильнюс, 1988. С. 148–151.
- Гофман Э. Учебник судебной медицины. СПб.: изд-во К.Л. Риккера, 1891.
- Звягин В.Н. Методические рекомендации об определении возраста взрослого человека по швам свода черепа. М.: Минздрав СССР, 1975.
- Кевеш Л.Е. Проявления старения костно-суставного аппарата стопы // Вестник хирургии. Вып. 4. Медгиз, 1957. С. 23–27.
- Клионер И.Л. Старческие изменения в суставах и позвоночнике // Доклады АН СССР. 1939. Т. 24. № 3. С. 804–806.
- Майкова-Строганова В.С., Рохлин Д.Г. Кости и суставы в рентгеновском изображении. Конечности. Л.: Медгиз, 1957.
- Максинец Д.В. Изучение стабильности старения сельского населения методом дифференциальной возрастной оссеографии. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук, М.: МГУ, 1995.
- Машкара К.И. Особенности возрастной перестройки суставов кисти у представителей некоторых специальностей // Архив анатомии гистологии и эмбриологии, Медицина. 1966. Т. 50. № 1. С. 1–9.
- Найнис Й.-В.Й. Судебно-остеологические методы идентификации личности по проксимальным костям конечностей. Автореф. дисс. ... докт. мед. наук, Тарту, 1966.
- Найнис Й.-В.Й. Определение возраста в судебно-остеологической экспертизе. Современные проблемы судебной медицины, М., 1969. С. 112–129.
- Найнис Й.-В.Й. Идентификация личности по проксимальным костям конечностей. Вильнюс: Минтис, 1972.
- Никитюк Б.А. Старение скелета. Проблемы геронтологии и гериатрии в ортопедии и травматологии, Киев: Здоровья, 1966. С. 105–108.
- Никитюк Б.А. Старение скелета конечностей (антропометрическое и рентгенографическое исследование). // Мат. VIII научн. конф. по возрастной морфологии, физиологии и биохимии, М., 1967. С. 217–218.
- Никитюк Б.А. Функциональные основы старения скелета // Вопр. антропол., 1968. Вып. 30. С. 69–87.
- Никитюк Б.А. Старение скелета и некоторые факторы, его регулирующие. Автореф. дисс. ... докт. мед. наук, М., 1969.
- Никитюк Б.А. Современная морфология и перспективы повышения физической дееспособности человека // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1989, Т. 161. № 1. С. 5–14.
- Павлова М.Н., Поляков А.Н. Возрастные изменения минерализации бедренной кости человека по данным количественной микрорентгенографии // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1971. Т. 61. № 7. С. 83–88.
- Павловский О.М. О результатах повторного рентгенофотометрического исследования минерализации некоторых участков скелета человека // Вопр. антропол., 1964. Вып. 7. С. 69–76.
- Павловский О.М. Биологический возраст человека. М.: изд-во МГУ, 1987.
- Павловский О.М. От возрастной морфологии – к «собственному времени» человека // Современный олимпийский спорт и спорт для всех. 7 Междунар. науч. конгр. Мат. конф., 24–27 мая 2003 г. М., 2003. Т. 2. С. 132–134.
- Попов В.Л. Классификация признаков личности // Биомедицинские и биосоциальные проблемы интегративной антропологии. Сб. мат. конф. Вып. 2. СПб, 1998. С. 181–184.
- Подрушняк Е.П. Возрастные изменения суставов человека. Киев: Здоровья, 1972.
- Понятовский Ю.В. Рентгенологические и фотоденситометрические особенности возрастных изменений коленного сустава человека // Здравоохранение Молдавии. Вып. 4. 1978. С. 26–28.
- Привес М.Г., Машкара К.И., Рохлин Д.Г. Влияние труда на старение скелета // Проблемы геронтологии и гериатрии в ортопедии и травматологии, Киев: Здоровья, 1966. С. 135–136.
- Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М.: Прогресс, 1986.
- Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. М., 1994.
- Рохлин Д.Г. Проявления старения в области локтевого сустава // Старость и ее закономерности, Л.: Медгиз, 1963. С. 360–364.
- Рохлин Д.Г. Количественная оценка проявлений старения в некоторых отделах скелета // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1974, № 2. С. 41–44.
- Рохлин Д.Г. Рентгеноостеология и рентгеноантропология. Л., М.: Огиз-Биомедгиз, 1936. Ч. 1.
- Рохлин Д.Г. Проблема старения и проявления старения в суставах // Тез. IV годичной сессии 1-го ЛМИ им. И.П. Павлова, Л., 1950. С. 20–22.
- Albert A.M. The use of vertebral ring epiphyseal union for age estimation in two cases of unknown identity // J. Forensic Sci., 1998, Oct 97 (1). P. 11–20.
- Bartley M.H., Arnold J.S., Haslam R.K. et al. The relationship of bone strength and bone quantity in health, disease and aging // J. Gerontology, 1966. Vol. 21. P. 517–521.
- Dudar J.C. Identification of rib number and assessment of intercostal variation at the sternal rib end // J. Forensic Sci., 1993. Jul 38(4). P. 788–797.
- Dudar J.C., Pfeiffer S., Saunders S.R. Evaluation of morphological and histological adult skeletal age-at-death estimation techniques using ribs // J. Forensic Sci., 1993. May 38(3). P. 677–685.
- Fortland W. Evaluation of bone density from roentgenograms // Science, 1954. Vol. 18. P. 4.
- Isan M.Y., Loth S.R., Wright R.K. Metamorphosis at the sternal rib end: a new method to estimate age at death in white males // Am. J. Phys. Anthropol., 1984. Oct 65(2). P. 147–156.
- Isan M.Y., Loth S.R., Wright R.K. Age estimation from the rib by phase analysis: white females // J. Forensic Sci., 1985. Jul 30(3). P. 853–863.

- Hackenbroch M.* Der Plattfuss // Handbuch der Ortopadie. Stuttgart, 1961. Bd. 4, T. 2. S. 998–1067.
- Kiebzak G.M.* Age related bone changes // *Experim. Gerontol.*, 1991. Vol. 26. P. 171–187.
- Lovejoy C.O., Meindl R.S., Pryzbeck T.R., Mensforth R.P.* Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death // *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1985. Sep. 68(1). P. 15–28.
- Mailand D.* A study of age differences in the X-ray density of life bones in the adult human wrist and hand // *J. Gerontology*, 1957. Vol. 12. P. 105–111.
- Milne J.S., Lonegran M.* A five-years follow-up study of bone mass in older people // *Amer. J. Hum. Biol.*, 1977. Vol. 3. P. 243–252.
- Murray K.A., Murray T.* A test of the auricular surface aging technique // *J. Forensic Sci.*, 1991. Jul. 36(4). P. 1162–1169.
- Pasquier E., De Saint Martin Pernot L., Mounaye C.* Determination of age at death: assessment of an algorithm of age prediction using numerical three-dimensional CT data from pubic bones // *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1999. Mar. 108(3). P. 261–268.
- Poznansky A.K.* The Hand in Radiological Diagnosis/ W.B. Saunders Company: Philadelphia-London-Toronto, 1974.
- Riggs B.L., Melton L.J.* Involutional osteoporosis // *N. Engl. J. Med.*, 1986. Vol. 26; N 314(26). P. 1676–1686.
- Russell K.F., Simpson S.W., Genovese J.* Independent test of the fourth rib aging technique // *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1993. Sep. 92(1). P. 53–62.
- Wowen N., Stoltze K.* Sex and age differences in structure of human mandibles // *Calcif. Tissue Res.*, 1977. Suppl. 27. P. 213–217.

---

*Контактная информация:*

Пиголкин Ю.И. E-mail: pigolkin@mail.ru;  
 Гончарова Н.Н. E-mail: 1455008@gmail.com;  
 Самоходская О.В. 125284, г. Москва, ул. Поликарпова, д. 12/13,  
 РЦСМЭ: E-mail: ovsam@mail.ru;  
 Черепов А.В. E-mail: cherepov@mma.ru.

## DIFFERENTIATED SCORE ASSESSMENT OF AGE-RELATED CHANGES IN HAND BONES (A NEW METHODOLOGICAL APPROACH)

Y.I. Pigolkin<sup>1</sup>, N.N. Goncharova<sup>2</sup>, O.V. Samokhodskaya<sup>3</sup>, A.V. Cherepov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *IM. Sechenov Moscow Medical Academy (MMA)*

<sup>2</sup> *Institute and Museum of Anthropology, MSU, Moscow*

<sup>3</sup> *Russian Centre Forensic Medical Examination, Moscow*

*Different approaches to the biological age estimation are discussed to achieve more precise method based on a quantitative evaluation of age changes fixed on the phalanxes. Hand radiographs of 497 live individuals of random sample aged 18–58 years are included in the research. A developed biological age estimation is based on the quantitative evaluation of skeletal age indicators. It enables to make an individual age estimation. Indeed, the method is useful as an isolated technique of skeletal age indicators. When used in conjunction with other age indicators, the new technique improves the classical anthropological method and ensures an accuracy of age estimation. Group variability analysis of quantitative evaluations detects age changes more precisely. In addition the modified method describes the start of involution process and phase of age stability in a different way.*

**Key words:** *biological age, hand bones, quantitative evaluations, aging, involution*