



Планиметрический и планиграфический методы определения возраста человека по рентгенограммам костей кисти

Ю.И. Пиголкин, М.А. Юрченко, Г.В. Золотенкова, А.Г. Ластовецкий

Кафедра судебной медицины ГБОУ ВПО «Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова», г. Москва, Россия

Исследованы рентгенограммы костей кисти 500 человек в возрасте от 18 до 68 лет с помощью планиметрического и планиграфического методов. Были изучены остеофиты, остеопоротические, склеротические изменения, суставные деформации, а также различные измерительные признаки костей кисти. В результате были получены регрессионные уравнения для мужчин и женщин с различным индексом массы тела и различных возрастных групп, позволяющие определять возраст человека с точностью от 2 до 6 лет.

Ключевые слова: рентгенограммы кисти, возраст человека, признаки старения

Введение. В судебно-медицинской практике определение возраста человека производится, главным образом, с целью установления личности. В случае невозможности определения возраста по макроскопическим признакам, что характерно для случаев поздних трупных изменений, поврежденности расчленения и скелетирования трупа, может быть использован метод определения возраста по морфологическим параметрам костей кисти, видимым на рентгенограмме кисти.

Известно, что в ходе жизни индивидуума форма и размеры его костей изменяются под влиянием механической нагрузки. Костная система даёт интегративный показатель эволюционных процессов и менее всего подвержена деструкции при трупных изменениях, поэтому привлекает внимание исследователей. Дискретно проявляемые признаки старения (остеофиты, апиостозы, остеопоротические явления) начинают появляться в возрасте 25 лет при отсутствии выраженных патологий костей кисти. В более поздние периоды жизни происходит накопление данных элементов инволютивных изменений, оцениваемых с помощью балльной системы. Кроме этого, начиная с 20 лет, изменяются морфометрические параметры.

Первые работы по разработке и описанию критериев морфологических изменений на костях кисти на различных этапах возрастной перестройки начались в 30-х годах XX века [1]. В дальнейших разработках количество и характер маркёров возрастных изменений уточнялись, на основании чего в 1987 году была предложена синтетическая схема элементов возрастной трансформации костей кисти, оцениваемых баллами [2]. Единичные пробы применения

балльных оценок для задач судебно-медицинской экспертизы дают положительные результаты [3]. Однако этот метод имеет существенный недостаток, состоящий в существенной субъективности оценки выраженности неметрических признаков, следствием чего является несопоставимость результатов различных исследователей.

Вместе с тем, общепринят тот факт, что наиболее сложным для определения возраста является период с 18 до 40 лет, когда рост кости уже практически закончен, а выраженные проявления возрастной инволюции ещё не начались. Все методики упомянутых выше авторов позволяют определять возраст в этом периоде с минимальной точностью, так как пока не найдены оптимальные морфометрические параметры, при измерении которых можно было бы эту точность значительно повысить.

Цель исследования: найти оптимальные морфометрические параметры, необходимые для точного определения возраста именно в этом диапазоне (18-40 лет) и разработать комплексный эффективный способ определения возраста человека по рентгенограмме кисти с использованием измерительных признаков, описывающих возрастные изменения размеров костей кисти.

Материал и методы. Классическим и наиболее изученным объектом рентгенографических исследований является скелет кисти и дистального отдела предплечья, что связано с технически несложным способом получения рентгенограммы и хорошей изученностью вариационной анатомии данного отдела скелета. Изучали левую руку с целью максимального исключения влияния профессиональной деятель-



ности на возрастную динамику костных элементов. Исследование возрастных изменений проводили на фалангах пальцев 1-5 лучей.

Рентгенограмму кисти сканируют с помощью сканера AGFA DuoScan T2500 и программы Agfa FotoLook 3,5. Сохранять изображения рекомендуется в формате JPEG с установкой качества сканирования 3 единицы.

При исследовании рентгенограмм кисти использовали компьютерную систему: компьютер Pentium IV 1,9 Mhz / RAM 1 Гбайт/MATROX G-550 32 Mb DD RAGP / HD Seagate Cheetah 36Gb / Монитор Mitsubishi Diamond Pro 2060u / Сканер AGFA DuoScan T2500; параметры: A4, 2500x2500 dpi, 36-bit, 3,5D, SCSI, слайд-модуль, программа сканирования Agfa FotoLook 3,5. Принтер HP LJ 2200D, Windows 2000, MicroSoft Co. Графический редактор Adobe PhotoShop 4,0, Adobe SystemsInc.

На основании анализа 118 измерительных признаков костей кисти 500 индивидов от 19 до 68 лет были отобраны максимально связанные с возрастом 34 признака, в том числе площади дистальных фаланг. Для оценки морфологических особенностей индивида (конституционального типа, массивности кисти) измеряли 6 признаков. Далее осуществляли корреляционный анализ данных, в результате которого для дальнейшего исследования были отобраны только те характеристики, которые обнаружили значимую связь с возрастом. В таблице представлены признаки планиметрии, включённые в модель определения возраста индивида. Измерения проводятся на всех пальцах кисти. Ввиду боковой проекции первого пальца на рентгенограмме, измерение ширины фаланг невозможно, поэтому проводятся измерения высоты соответствующих участков кости, под которой понимается расстояние между тыльной и ладонной сторонами кисти [4].

ТАБЛИЦА. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ПО РЕНТГЕНОГРАММАМ КОСТЕЙ КИСТИ

Название признака	Описание признака
P1	Ширина кисти костная – наибольшее проекционное расстояние между радиальным краем основания второй пястной кости и ульнарным краем основания пятой пястной кости.
P2	Наибольшая проекционная высота основания 1-й пястной кости. Расстояние между наиболее удаленными друг от друга точками на дорзальной и ладонной поверхности основания кости. Измеряется в плоскости, перпендикулярной продольной оси кости.
P3	Ширина канала проксимальной фаланги первого пальца. Расстояние между внутренними поверхностями компактного вещества кости. Измеряется в месте геометрической половины длины кости суставной (наибольшая длина кости между серединами суставных площадок).
P4	Высота тела проксимальной фаланги первого пальца. Расстояние между дорзальной и ладонной поверхностями тела фаланги. Измеряется там же, где предыдущий размер.
P5	Высота головки проксимальной фаланги первого пальца. Расстояние между наиболее удаленными друг от друга точками на дорзальной и ладонной поверхности головки фаланги.
P6	Ширина канала проксимальной фаланги второго пальца. Расстояние между внутренними поверхностями компактного вещества кости. Измеряется в месте геометрической половины длины кости суставной (наибольшая длина кости между серединами суставных площадок).
P7	Высота тела проксимальной фаланги второго пальца. Расстояние между радиальной и ульнарными сторонами тела фаланги. Измерение проводится перпендикулярно продольной оси кости.
P8	Ширина основания средней фаланги второго пальца. Расстояние между наиболее удаленными одна от другой точками на ульнарной и радиальной сторонах основания. Измеряется параллельно поперечной оси основания.
P9	Ширина основания средней фаланги третьего пальца. Расстояние между наиболее удаленными одна от другой точками на ульнарной и радиальной сторонах основания. Измеряется параллельно поперечной оси основания.
P10	Ширина основания средней фаланги четвертого пальца. Расстояние между точками на ульнарной и радиальной сторонах основания наиболее удаленными одна от другой. Измеряется параллельно поперечной оси основания.
P11	Ширина основания средней фаланги пятого пальца. Расстояние между наиболее удаленными одна от другой точками на ульнарной и радиальной сторонах основания. Измеряется параллельно поперечной оси основания.



Название признака	Описание признака
P12	Ширина канала средней фаланги третьего пальца. Расстояние между внутренними поверхностями компактного вещества кости. Измеряется в месте геометрической половины длины кости суставной (наибольшая длина кости между серединами суставных площадок).
P13	Ширина тела средней фаланги третьего пальца. Расстояние между радиальной и ульнарной сторонами тела фаланги. Измерение проводится перпендикулярно продольной оси кости.
P14	Ширина основания дистальной фаланги второго пальца. Расстояние между наиболее удаленными одна от другой точками на ульнарной и радиальной сторонах основания. Измеряется параллельно поперечной оси основания.
P15	Ширина основания дистальной фаланги третьего пальца. Расстояние между наиболее удаленными одна от другой точками на ульнарной и радиальной сторонах основания. Измеряется параллельно поперечной оси основания.
P16	Ширина основания дистальной фаланги четвертого пальца. Расстояние между наиболее удаленными одна от другой точками на ульнарной и радиальной сторонах основания. Измеряется параллельно поперечной оси основания.
P17	Ширина основания дистальной фаланги пятого пальца. Расстояние между наиболее удаленными одна от другой точками на ульнарной и радиальной сторонах основания. Измеряется параллельно поперечной оси основания.
P18	Ширина тела дистальной фаланги второго пальца. Расстояние между радиальной и ульнарной сторонами тела фаланги. Измерение проводится перпендикулярно продольной оси кости.
P19	Ширина тела дистальной фаланги третьего пальца. Расстояние между радиальной и ульнарной сторонами тела фаланги. Измерение проводится перпендикулярно продольной оси кости.
P20	Ширина тела дистальной фаланги четвертого пальца. Расстояние между радиальной и ульнарной сторонами тела фаланги. Измерение проводится перпендикулярно продольной оси кости.
P21	Ширина тела дистальной фаланги пятого пальца. Расстояние между радиальной и ульнарной сторонами тела фаланги. Измерение проводится перпендикулярно продольной оси кости.
P22	Ширина головки дистальной фаланги второго пальца. Расстояние между наиболее удаленными одна от другой точками на ульнарной и радиальной сторонах головки фаланги. Измеряется параллельно поперечной оси головки.
P23	Ширина головки дистальной фаланги третьего пальца. Расстояние между наиболее удаленными одна от другой точками на ульнарной и радиальной сторонах головки фаланги. Измеряется параллельно поперечной оси головки.
P24	Ширина головки дистальной фаланги четвертого пальца. Расстояние между наиболее удаленными одна от другой точками на ульнарной и радиальной сторонах головки фаланги. Измеряется параллельно поперечной оси головки.
P25	Ширина головки дистальной фаланги пятого пальца. Расстояние между наиболее удаленными одна от другой точками на ульнарной и радиальной сторонах головки фаланги. Измеряется параллельно поперечной оси головки.
P26	Ширина тела третьей пястной кости в середине диафиза. Расстояние между радиальной и ульнарной сторонами тела. Измерение проводится перпендикулярно продольной оси кости.
P27	Ширина канала третьей пястной кости в середине диафиза. Расстояние между внутренними поверхностями компактного вещества кости. Измеряется в месте геометрической половины длины кости суставной (наибольшая длина кости между серединами суставных площадок).
P30	Ширина суставной щели между средней и дистальной фалангой второго пальца. Измерение проводится между центрами суставных площадок.
P31	Ширина суставной щели между средней и дистальной фалангой третьего пальца. Измерение проводится между центрами суставных площадок.
P32	Ширина суставной щели между средней и дистальной фалангой четвертого пальца. Измерение проводится между центрами суставных площадок.
P33	Ширина суставной щели между средней и дистальной фалангой пятого пальца. Измерение проводится между центрами суставных площадок.



Название признака	Описание признака
P34	Наибольшая проекционная длина дистальной фаланги второго пальца. Расстояние между центром проксимальной суставной площадки дистальной фаланги и наиболее удаленной от него по срединной линии точкой на головке фаланги. Измеряется по продольной оси кости.
P35	Наибольшая проекционная длина дистальной фаланги третьего пальца. Расстояние между центром проксимальной суставной площадки дистальной фаланги и наиболее удаленной от него по срединной линии точкой на головке фаланги. Измеряется по продольной оси кости.
P36	Наибольшая проекционная длина дистальной фаланги четвертого пальца. Расстояние между центром проксимальной суставной площадки дистальной фаланги и наиболее удаленной от него по срединной линии точкой на головке фаланги. Измеряется по продольной оси кости.
P37	Наибольшая проекционная длина дистальной фаланги пятого пальца. Расстояние между центром проксимальной суставной площадки дистальной фаланги и наиболее удаленной от него по срединной линии точкой на головке фаланги. Измеряется по продольной оси кости.
P38	Морфологическая длина третьего луча. Прямое расстояние между дистальной точкой бугристости дистальной фаланги и серединой основания пястной кости на рентгеновском изображении (независимо от направления осей сегментов луча и с включением суставных щелей).

Кроме первичных данных использовались результирующие признаки, представляющие собою нормированную оценку метрических признаков кисти.

$Q1=P1/P38$; $Q2=P2*100/P1$; $Q3=P5*100/P1$;
 $Q4=P8*100/P1$; $Q5=P9*100/P1$; $Q6=P10*100/P1$;
 $Q7=P11*100/P1$; $Q8=P14*100/P1$; $Q9=P15*100/P1$;
 $Q10=P16*100/P1$; $Q11=P17*100/P1$; $Q13=(P4-P3)/P4$;
 $Q14=(P7-P6)/P7$; $Q15=(P13-P12)/P13$; $Q18=P26-P27/P26$;
 $Q22=P22/P18$; $Q23=P23/P19$; $Q24=P24/P20$;
 $Q25=P25/P21$.

Вся совокупность индивидов была разделена на группы по полу и возрасту. Как уже говорилось, темпы старения зависят от многих биохимических показателей, которые в свою очередь, связаны с морфологическими характеристиками тела. Так как в судебно-медицинской практике представляется невозможным строгое определение степени жировотложения, наиболее тесно связанного с темпом старения индивида, для разбиения всей совокупности на антропологические типы был использован индекс массивности скелета (ИМС). В соответствии с ним вся совокупность индивидов была разбита на три группы наблюдений: ИМС=1, что означает некоторую легкость костяка, ИМС=2 – средние показатели, ИМС=3 – массивный костяк. Разумеется, границы выделения типов различны для мужской и женской подгруппы. Построение регрессионных моделей, таким образом, ведётся внутри возрастных интервалов и с учётом антропологических характеристик, суммированных в ИМС.

Было проведено планиграфическое исследование костей кисти на рентгенограммах [2], заключающееся в том, что учитывалось наличие (0 – нет, 1 – есть) следующих признаков старения:

1. Остеофиты (апиостозы, узлы Рохлина, Эбердена и Бушара, экзостозы, узел в основании проксималь-

ной фаланги). Максимальное количество апиостозов – 4, узлов на проксимальных фалангах – 16 и средних фалангах – 16 и на дистальных фалангах – 8, максимальное количество экзостозов – 16.

2. Остеопороз (общий остеопороз и очаги локальной атрофии костного вещества). Вычисляется суммарный балл по кисти – число фаланг, имеющих признаки остеопороза.
3. Остеосклероз, включающий эностозы и склеротические ядра. Возможный балл по кисти не ограничен.
4. Нетравматические суставные деформации (общее сужение суставной щели и ульнарная подточность головки средней фаланги). Максимальный балл по кисти – 4.

Количество маркёров старения на каждом уровне (дистальные, средние, проксимальные фаланги) суммировали для получения результирующих признаков, представляющих собой сумму балльных оценок маркёров старения кисти по каждому «слою» фаланг (SD – сумма балльных оценок по дистальным фалангам, SM – по средним фалангам, SP – по проксимальным фалангам), а также суммарный балл остеопороза (PB) по всей кисти. В качестве интегральной характеристики использовали суммарный балл неметрических признаков по костям кисти в целом – ТВ. Интегральный признак – это сумма признаков старения кисти по каждому «слою» фаланг, количества суставных деформаций кисти (DB) и балла, описывающего склеротические изменения кисти (SB). Два последних признака определяются по кисти в целом, т.е. $TB = SD + SM + SP + DB + SB$. Эта интегральная характеристика является единственным универсальным критерием старения индивида. Учитывали как отдельные признаки и их проявление на отдельных фалангах, так и общий суммарный балл.



Измерение оптической плотности кости проводили с помощью денситометра Digital Dencitometer II with RS232C Interface, Model 07-440, производитель Victoreen, LLC. Для этого денситометр калибровали выставляли на нулевую отметку, поместив в рабочее поле прибора прозрачный участок исследуемой рентгенограммы. Линейный размер на клине переводили в мг/мм³ по номограммам или таблицам, отдельным для мужчин и женщин. Оптическую плотность измеряли в трёх точках, расположенных на дистальной и средней фалангах 3-го луча. Первая точка – место наибольшего схождения компактного вещества дистальной фаланги. Вторая – центральная точка губчатого вещества в основании дистальной фаланги. Третья точка – аналогична первой, но на средней фаланге третьего луча. Измерив значение плотности кости, исследователь ищет такое же значение оптической плотности на отпечатке клина-эталоны, который располагается обычно между первым и вторым пальцами, и делает пометку на изображении клина фломастером или чернилами. Затем необходимо измерить плотность мягких тканей рядом с указанными точками и также найти соответствующие значения на клине-эталоны. После этого вычисляют расстояние между значениями оптической плотности кости и мягкой ткани (M1 – по первой точке, M2 – по второй точке, M3 – по третьей точке).

Известно также, что темпы старения индивида зависят от его конституционального типа [2,5]. В связи с этим учитывались антропометрические показатели исследуемых индивидов, такие как рост, ширина плеч и таза и показатели массивности скелета – широтные размеры лодыжки, колена, запястья и локтя. Данные показатели позволяют рассчитать индекс массивности скелета [6], что необходимо для оценки конституциональных особенностей индивида и, следовательно, темпов его старения. Эти характеристики использовались при составлении уравнений регрессии.

Результаты и обсуждение. Построены три корреляционные матрицы для каждого типа массивности скелета. Связь с возрастом обнаруживают различные признаки в зависимости от типа массивности скелета. Учитывались только те признаки, коэффициент корреляции которых выше 0,4.

Так, для подгруппы мужчин грацильного типа связь с возрастом обнаружили следующие признаки: R11, Q7, Q22-Q25, R25, SD, SP и TB. Таким образом, в этой подгруппе наибольшая нагрузка в процессе накопления возрастных изменений ложится на дистальные фаланги, а также на пятый луч кисти.

В подгруппе мужчин среднего типа телосложения наиболее связаны с возрастом следующие признаки: R2, Q2, R8, R16, R23-R25, Q23, SD, TB. В этой

подгруппе также наибольшую связь с возрастом обнаруживают признаки, фиксируемые на дистальных фалангах.

В подгруппе мужчин с массивным скелетом наибольшую связь с возрастом обнаруживают следующие признаки: R12, R13, R17, R21, Q9, Q7, IC (коэффициент корреляции самый высокий – 0,85).

С учётом всего вышеизложенного регрессионные модели для мужчин в возрасте от 18 до 30 лет выглядят следующим образом:

1. $IMC=1, AGE=6,002+0,002*SI + 0,874*R8 + 5,089*Q23$; Std.Err=2,2; r=0,784
2. $IMC=2, AGE=-12,799 + 0,002*R25 + 0,66*Q2 + 0,113*Q23$; Std.Err=2,16; r=0,734
3. $IMC=3, AGE=15,005 + 13,076*IC + 0,9*R12$; Std.Err=2,3; r=0,814

Необходимо заметить, что подгруппа мужчин массивного сложения в этом возрастном интервале менее многочисленная, чем две другие. Кроме того, ведущими признаками в этой подгруппе стали иные признаки – индекс компактизации костей кисти, рассчитанный по стандартной методике для третьей пястной кости, и аналогичная, но ненормированная характеристика для третьего луча – ширина канала средней фаланги третьего пальца. Очевидно, что показатели старения мужчин массивного сложения существенно отличаются от показателей других подгрупп.

Анализ данных по группе мужчин в возрасте от 31 до 50 лет. Корреляционный анализ данных из этого, наиболее многочисленного, возрастного интервала позволяет выделить следующие наборы признаков, тесно связанные с возрастом.

В подгруппе мужчин грацильного типа: R4, R19, R23, R24, SD, M2, DB, TB. Как и в возрастном интервале от 18 до 30 лет, в подгруппе мужчин грацильного типа скелета больше всего отражают возрастные изменения те признаки (количественные и качественные), которые определяются на дистальных фалангах.

В подгруппе мужчин среднего типа телосложения только небольшое количество признаков обнаруживает связь с возрастом, причём коэффициенты корреляции невысоки и лишь приближаются к 0,4: R3, SP, DB, TB.

Общими характеристиками для подгрупп мужчин среднего типа массивности скелета в первой и второй возрастной когорте являются признаки, определяемые на первом луче кисти (первая пястная кость и проксимальная фаланга большого пальца), который обычно исключается из рассмотрения ввиду боковой проекции на рентгенограмме.



В подгруппе мужчин массивного типа телосложения также мало признаков, связанных с возрастом: SD, Q13, TB. Регрессионные модели для данной возрастной группы таковы:

1. $ИМС=1; AGE=26,395 + 1,053*R24 + 1,733*DEFBALL + 0,731*TOTBALL; St.Er.=4,08; r=0,758;$
2. $ИМС=2; AGE=27,97 + 0,732*SP + 1,325*R3 + 0,615*TOTBALL; St.Er.=4,2; r=0,729;$
3. $ИМС=3; AGE=57,237 + 1,419*SD - 61,18*Q13; St.Er.=3,8; r=0,855$

Анализ данных по группе мужчин в возрасте от 51 года. В этом возрастном интервале индивидов грацильного сложения меньше, чем других типов. Однако именно в этой подгруппе с возрастом связано большое количество как измерительных (причём большее значение имеют абсолютные, а не нормированные значения), так и описательных признаков: R3, R14-R16, R22, R30, Q14, Q22, SM, SP, PB, DB, IC, TB.

Большая часть указанных признаков связана между собой, поэтому в итоговое уравнение регрессии вошли те признаки, корреляция между которыми незначительна.

Корреляционный анализ данных по подгруппе мужчин среднего типа выделяет следующие признаки: Q4, Q15, SM, PB, SB, M3, TB. Налицо заметный контраст между двумя подгруппами – во второй (средний тип массивности скелета) в качестве значимых признаков выступают в основном неметрические характеристики, а также признаки, связанные со средними фалангами.

В подгруппе мужчин с массивным скелетом количество связанных с возрастом признаков невелико: Q15, PB, SB. Регрессионные модели для последней возрастной группы таковы:

1. $ИМС=1, AGE=26,314 + 0,211*TOTBALL + 13,977*Q22; Std.Er.=5,78; r=0,877$
2. $ИМС=2, AGE=39,397 + 1,118*Q4 - 15,149*Q15 + 0,267*TOTBALL + 0,733*PORBALL + 2,619*SKLBALL - 7,50*MINER3; Std.Er.=6,3; r=0,724;$
3. $ИМС=3, AGE=56,180 + 0,496*PORBALL + 6,288*SKLBALL; Std.Er.=3,79; r=0,839$

Итог для изучения возрастных зависимостей в группе мужчин в целом, можно отметить определенные различия в направлении возрастных перестройки костей кисти в зависимости от типа скелета и возрастного интервала. В подгруппе мужчин грацильного типа первыми признаками старения становятся изменения на дистальных фалангах, как количественные, так и качественные. Напротив, в группе мужчин с массивным скелетом ведущими признаками выступают показатели соотношения толщины компактного вещества кости и ширины канала, причём их изменения значимы уже на самых ранних возрастных стадиях. Кроме того, на ранних возрастных стадиях большее значение

имеют количественные признаки, описывающие изменение размеров костей. Очевидно, что кости кисти после достижения дефинитивной стадии и приобретения вполне «взрослого» вида всё же продолжают расти и увеличиваться в размерах. При этом ещё не происходит собственно возрастных изменений качественного характера, таких как увеличение ногтевой бугристости дистальной фаланги (апиостоз) или увеличение ширины тела кисти за счёт экзостозов. Эти качественные признаки на более поздних стадиях очевидны, но в то же время камуфлируют собственно увеличение размера кости за счёт её роста. Накопление качественных признаков у индивидов, как уже говорилось, происходит с разными темпами, поэтому происходит снижение значимости различных характеристик в экспертном определении возраста в следующих возрастных интервалах. Наибольшую трудность в дифференциации возраста представляет «средняя» группа – мужчины средней массивности скелета. В эту группу, очевидно, попадают индивиды с разными темпами старения, поэтому точность определения возраста во всех возрастных интервалах для этой подгруппы не столь высока.

Анализ данных по группе женщин в возрасте от 18 до 30 лет. Для подгруппы с грацильным типом скелета наибольшая связь с возрастом у следующих признаков: R8, R14, R22, Q4, Q8.

Интересно, что в этой подгруппе все признаки, связанные с возрастом, только измерительные и определяются на втором пальце кисти. Для подгруппы среднего типа массивности скелета: R6, R8, R9, R16, R22, IC.

В подгруппе с массивным типом скелета связаны с возрастом такие признаки: R12, R35, Q10, Q14, Q15, M3, IC. Очевидно, что налицо совпадение тенденций возрастных изменений в группе от 18 до 30 лет у мужчин и женщин. Для индивидов с грацильным типом скелета определяющими становятся размерные характеристики фаланг (в мужской подгруппе – дистальных), в то же время в подгруппе с массивным типом скелета на первые места выходят признаки, связанные с соотношением толщины кости и ширины канала, а также показатели минерализации костей.

Регрессионные модели для данной возрастной группы таковы:

1. $ИМС=1; AGE=-30,66 + 2,884*R14 + 2,206*R22 + 0,77*Q4; Std.Er.=2,4; r=0,724;$
2. $ИМС=2; AGE=-24,25 + 1,75*R6 + 2,06*R8 + 1,97*R9 - 2,18*R16 - 1,85*R22 + 18,955*Q18; Std.Er.=2,29; r=0,771$
3. $ИМС=3; AGE=15,469 + 2,208*R12 - 1,058*Q10 + 11,85*MINER3 + 15,997*INDCOMP; Std.Er.=2,79; r=0,781$



Анализ данных по группе женщин в возрасте от 30 до 50 лет. Для подгруппы с грацильным типом скелета наибольшая связь с возрастом у следующих признаков: R2, R32, SM, PB, DB, TB.

Для подгруппы среднего типа массивности скелета: Q9, M3, SP, PB, TB. Для подгруппы массивного типа телосложения: Q10, SP, SM, DB, TB.

Регрессионные модели для данной возрастной группы таковы:

1. $ИМС=1; AGE=31,541 + 1,452*SM + 1,168*R5 - 8,303*R32 + 1,776*PORBALL; Std.Er.= 4,24; r=0,741;$
2. $ИМС=2; AGE=20,825 + 0,86*TOTBALL + 1,049*Q9 - 7,184*MINER3; St.Er.=4,44; r=0,729;$
3. $ИМС=3; AGE=16,727 + 1,015*SM + 0,864*Q10 + 0,652*TOTBALL; Std.Er.=4,06; r=0,758$

Анализ данных по группе женщин в возрасте от 51 года. Для подгруппы грацильного типа телосложения связь с возрастом обнаруживает большее число признаков, особенно измерительных. Однако в уравнение регрессии для определения возраста вошли практически только описательные признаки: R2, R5, R6, R8-R10, R14-R17, Q13, SD, SM, PB, DB, M3, IC, TB.

В этом возрастном интервале в подгруппе грацильных индивидов тенденции возрастных изменений также совпадают в мужской и женской подгруппах: большое количество измерительных признаков обнаруживает высокую связь с возрастом, в то время, как в итоговой модели регрессии входят в основном неметрические характеристики.

Для подгруппы среднего типа массивности скелета практически тот же набор неметрических признаков, но значительно меньше измерительных: Q9, SD, SM, PB, M3, IC, TB.

В подгруппе с массивным типом скелета значимыми признаками являются: R33, Q23, SD, M2, PB, IC, TB.

Отметим, что для всех типов массивности скелета в данном возрастном интервале ведущую роль в определении возраста играют неметрические признаки, в особенности те, что связаны с плотностью костей, соотношением компакты и канала, с атрофическими процессами (остеопороз).

Регрессионные модели для данной возрастной группы таковы:

1. $ИМС=1; AGE=69,125 - 25,920*Q13 + 0,912*TOTBALL - 23,365*INDCOMP; Std.Er.=6,3; r=0,847$
2. $ИМС=2; AGE=46,967 + 0,447*SM + 0,611*Q9 + 0,711*PORBALL + 0,543*SD - 23,562*INDCOMP; Std.Er.=5,93; r=0,745$

3. $ИМС=3; AGE=62,605 - 9,085*R33 + 7,845*Q23 + 0,545*TOTBALL - 16,484*MINER2 - 15,445*INDCOMP; Std.Er.=5,12; r=0,807$

Сравнивая направление возрастных изменений в мужской и женской группах, можно сказать, что накопление возрастных признаков имеет схожий вектор. Так, для групп с грацильным типом скелета, особенно в первом возрастном интервале, ведущую роль играют измерительные признаки кистей, а также признаки, связанные с изменениями на дистальных фалангах. В следующих возрастных интервалах большая роль в определении возраста переходит к слою средних и проксимальных фаланг. В мужской группе значительный вклад в определение возраста вносит баллы атрофических изменений, особенно в последнем возрастном интервале, в то же время в женской группе именно в этом возрасте ведущую роль играют атрофические процессы: уменьшение толщины компакты и остеопороз.

Для улучшения регрессионных моделей и, следовательно, повышения точности экспертной оценки перспективным является изменение принципа определения неметрических признаков инволюции костей кисти. В упоминавшихся выше работах О.М.Павловского определение возрастных маркёров базируется на двоичной схеме «есть признак» – «нет признака», что достаточно для изучения остеоморфного статуса популяций и выработке единого критерия старения для сравнения популяций. В то же время, очевидно, что для экспертной практики такая схема недостаточна, так как не учитывает степень развития признака старения. Исследования в этом направлении и разработка новых критериев оценки маркёров возраста могут дать содержательную информацию и детализировать методику определения возраста индивида по неметрическим признакам костей кисти.

Другим направлением исследований, очевидно, должно стать рассмотрение степени связи некоторых интегральных характеристик организма, таких как конституциональный тип (в широком значении этого определения), с процессами инволютивных изменений организма. Такого рода исследования помимо важнейшего теоретического значения будут связаны и с прикладными работами, позволяя вырабатывать своего рода нормативы возрастных изменений. Это, в свою очередь, приведёт к появлению новых экспертных методик определения возраста индивида.



ЛИТЕРАТУРА

1. Рохлин Д.Г. Рентгеноостеология и рентгеноантропология. Скелет кисти и дистального отдела предплечья / Д.Г. Рохлин. - М., Л: Огиз-Биомедгиз. - 1936, - Ч.1. - 234с.
2. Павловский О.М. Биологический возраст человека / О.М. Павловский. - М: Изд-во МГУ. - 1987. - 278 с.
3. Дубягин Ю.П. Знание возможностей специальных экспертных методик – залог раскрытия особо опасных преступлений / Ю.П.Дубягин // Следственная практика. -1985. - Вып. 147. - С.113-122
4. Алексеев В.П. Остеометрия. Методика антропологических исследований / В.П. Алексеев. - М: Наука. - 1966. - 250 с.
5. Никитюк Б.А. Морфология человека / Б.А. Никитюк, В.П. Чтецов. - М: Изд-во МГУ. -1983. - 320 с.
6. Определение возраста и пола по рентгенограммам костей кисти: пособие для судебных медицинских экспертов и студентов медицинских вузов / Л.А. Алексина [и др.]. - СПб: Изд-во СПбГМУ. - 1998. - 59 с.

Summary

Planimetric and planigraphic methods for determining a person's age by x-ray of hand bones

Yu.I. Pigolkin, M.A. Yurchenko, G.V. Zelenkova, A.G. Lastovetsky

Chair of Forensic Medicine SEAHPE «First Moscow State Medical University named after IM Sechenov», Moscow, Russia

X-ray of the hand bones of 100 people aged 18 to 68 years with the planimetric and planigraphic methods were investigated. Osteophytes, osteoporotic, sclerotic changes, joint deformities, and different measurement attributes of the hand bones were examined. Regression equations for men and women with different body mass index and the different age groups that identify a person's age within 2 to 6 years were obtained in results.

Key words: X-ray of hand, a person's age, the signs of aging

АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Ю.И. Пиголкин – заведующий кафедрой судебной медицины ГБОУ ВПО «Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»; Российская Федерация, г.Москва, ул. Россолимо, д. 15/13, стр.2
E-mail: pigolkin@mail.ru