

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm702>

# Радиоморфометрическая оценка возрастных изменений в строении нижней челюсти

N. Harshitha, K. Patil, C.J. Sanjay, D. Nagabhushana, S. Viveka

JSS Dental College and Hospital, JSS Academy of Higher Education and Research, Карнатака, Индия

## АННОТАЦИЯ

**Цели.** Основная цель настоящего исследования заключалась в определении, сравнении и разграничении изменений в строении нижней челюсти у добровольцев разных возрастных групп мужского и женского пола с естественным зубным рядом с использованием панорамной цифровой визуализации, а также в определении достоверности полученных таким образом данных при оценке возраста для обоснования судебно-медицинского заключения.

**Материал и методы.** Выполнили панорамную цифровую визуализацию нижней челюсти у 620 добровольцев четырёх возрастных групп: 12–18 лет, 19–40 лет, 41–60 лет и старше 60 лет. Измерили и проанализировали такие показатели, как нижнечелюстной угол, длина мышцелкового отростка нижней челюсти, длина ветви нижней челюсти, толщина кортикального слоя кости и ширина вырезки ветви нижней челюсти. Полученные данные обработали с применением методов описательного статистического анализа, а также с использованием двустороннего t-критерия Стьюдента и критерия двухфакторного дисперсионного анализа.

**Результаты.** При выполнении углового и четырёх линейных измерений между всеми возрастными группами было выявлено статистически значимое различие ( $p < 0,05$ ), при этом для всех показателей, кроме нижнечелюстного угла, была установлена следующая закономерность: чем старше возрастные группы, тем больше различие. Отмечено также статистически значимое различие ( $p < 0,05$ ) между правой и левой сторонами по всем параметрам (нижнечелюстной угол, длина ветви нижней челюсти и ширина вырезки ветви нижней челюсти).

**Заключение.** Подтверждена возможность оценки возраста на основании результатов углового и линейных измерений нижней челюсти в исследуемой популяции. Установлено, что все параметры, кроме нижнечелюстного угла, позволяют надёжно определить возраст, при этом чем старше возраст, тем больше среднее значение всех параметров, и для всех параметров, кроме нижнечелюстного угла, выявлено статистически значимое различие. Таким образом, на основании результатов настоящего исследования можно рекомендовать использование всех рассматриваемых параметров, кроме нижнечелюстного угла, для оценки возраста при проведении судебно-медицинской экспертизы.

**Ключевые слова:** цифровая рентгенография; установление возраста; ортопантомография; линейные и угловые измерения; нижняя челюсть.

## Как цитировать

Harshitha N., Patil K., Sanjay C.J., Nagabhushana D., Viveka S. Радиоморфометрическая оценка возрастных изменений в строении нижней челюсти // Судебная медицина. 2022. Т. 8, № 4. С. 5–14. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm702>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm702>

# A radiomorphometric evaluation of age-related changes in mandibular morphology

N. Harshitha, Karthikeya Patil, C.J. Sanjay, D. Nagabhushana, S. Viveka

JSS Dental College and Hospital, JSS Academy of Higher Education and Research, Mysore Karnataka, India

## ABSTRACT

**AIMS:** The main aim of this study was to determine, compare and differentiate the morphologically related changes of the mandible in dentate males and females among different age groups on digital panoramic images and to assess their authenticity in age estimations to provide evidence in forensics.

**MATERIALS AND METHODS:** Digital panoramic images were made of 620 subjects, belonging to into four groups of ages ranging between 12–18 years, 19–40 years, 41–60 years, and older than 60 years. Measurements such as gonial angle, condylar length, ramus length, cortical bone thickness, and ramal notch width were measured and evaluated. The data obtained was then subjected to descriptive statistical analysis followed by a Paired t-test and a Two-way ANOVA test to arrive at the results.

**RESULTS:** On measuring an angular and four linear measurements a statistically significant differences were found among all the age groups with  $p < 0.05$  and also increased on aging except for the gonial angle. Among all the parameters, the gonial angle, ramus length, and ramal notch width depicted a statistically significant difference between the right and left sides and with  $p < 0.05$ .

**CONCLUSION:** Age estimation with linear and angular measurements of the mandible was possible among the study population. It is found that all parameters except gonial angle are reliable for age determination. It was found that as age increased, the mean value of all the parameters increased and showed a significant difference between all age groups except the gonial angle. Hence, this study positively recommends the use of all parameters except gonial angle for the purpose of age estimation in the field of forensics.

**Keywords:** digital radiographic assessment; age estimation; orthopantomography; linear and angular measurements; mandible.

## To cite this article

Harshitha N, Patil K, Sanjay CJ, Nagabhushana D, Viveka S. A radiomorphometric evaluation of age-related changes in mandibular morphology. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):5–14. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm702>

Received: 05.03.2022

Accepted: 24.10.2022

Published: 29.11.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm702>

## 下颌骨结构中随着年龄有关的变化放射形态学评估

N. Harshitha, Karthikeya Patil, C.J. Sanjay, D. Nagabhushana, S. Viveka

JSS Dental College and Hospital, JSS Academy of Higher Education and Research, Mysore Karnataka, India

### 简评

**目的。**本研究的主要目的是利用全景数字成像技术，确定、比较和区分不同年龄段的男性和女性自然牙齿志愿者的下颌骨结构的变化，并确定由此获得的数据在年龄评估中的可靠性，以支持法医意见。

**材料与方法。**我们对620名志愿者进行了下颌骨的全景数字成像，分四个年龄组：12-18岁、19-40岁、41-60岁和60岁以上。我们测量并分析了下颌角、下颌骨髁突长度、下颌骨分支长度、皮质骨厚度和下颌骨分支切口宽度。数据的处理采用了描述性的统计分析方法，以及双侧学生t检验和双因素方差分析。

**结果。**角度和四项线性测量显示，所有年龄组之间的差异具有统计学意义 ( $p < 0.05$ )，除下颌角外，所有测量都有以下规律：年龄组越大，差异越大。左右两边的所有参数（下颌角、下颌支长度和下颌支切口宽度）都有统计学上的显著差异 ( $p < 0.05$ )。

**结论。**研究人群中，根据下颌骨的角度和线性测量来估计年龄的可能性已被证实。研究发现，除下颌角外的所有参数都能可靠地确定年龄，年龄越大，所有参数的平均值越大，对于除下颌角外的所有参数，发现有统计学上的显著差异。因此，根据这项研究的结果，可以建议在法医检查中使用除下颌角以外的所有参数进行年龄评估。

**关键词：**数字放射照相术；年龄确定；正射断层摄影术；线性和角度测量；下颌。

### To cite this article

Harshitha N, Patil K, Sanjay CJ, Nagabhushana D, Viveka S. 下颌骨结构中随着年龄有关的变化放射形态学评估. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(4):5-14. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm702>

收到: 05.03.2022

接受: 24.10.2022

发布日期: 29.11.2022

## ОБОСНОВАНИЕ

Данные эволюционных биологических исследований свидетельствуют, что человек произошёл от древних приматов. В разных областях науки разрабатываются технологии для расширения наших представлений об эволюции человека [1]. Проведено множество исследований для описания обусловленных генетикой различий между отдельными представителями разных половозрастных групп, включая оценку генетических компонентов [2].

Важное направление судебной медицины и судебной антропологии — установление личности неизвестного человека, погибшего в результате преступления, несчастного случая, самоубийства или массовой трагедии, или преступника, скрывающего свою личность. Чаще всего пол и возраст человека определяют на основании особенностей скелета [3].

В области нижней челюсти наблюдается множество возрастных анатомических и морфологических изменений: изменение её размера и формы в сочетании с постепенным разрастанием и изменением функции в зависимости от возраста, пола и состояния зубного ряда [4]. Процессы ремоделирования нижней челюсти проявляются в гониальной и антегониальной области, мышцелковом отростке и ветви нижней челюсти [5]. Все указанные зоны качественно визуализируются и поддаются оценке и измерению с помощью ортопантомографии — метода панорамной стоматологической рентгенографии, широко применяемого в научных исследованиях и в судебной медицине для установления возраста и пола человека [6].

**Цель исследования** — изучить изменения в строении нижней челюсти, связанные со старением и состоянием зубного ряда, с помощью одного углового и четырёх линейных измерений параметров тела и ветви нижней челюсти.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

В отделении стоматологии и радиологии проведено проспективное исследование с участием 620 добровольцев. После критической оценки протокола исследования этический комитет Стоматологического колледжа и больницы JSS одобрил его проведение [Протокол заседания этического комитета организации № 63/2019 от 25 октября 2019 года].

### Критерии соответствия

**Критерии включения.** В настоящее исследование включали добровольцев молодого и пожилого возраста, удовлетворявших следующим критериям: наличие естественного зубного ряда; отсутствие повреждений на всех зубах (за исключением третьих моляров, для которых допускалось как их присутствие, так и отсутствие); наличие полного комплекта медицинской документации;

для добровольцев старше 60 лет — наличие не менее пяти зубов в каждом квадранте без учёта третьих моляров.

**Критерии исключения.** В исследование не включали добровольцев пожилого возраста, использующих зубные протезы, а также пациентов со сверхкомплектными зубами (независимо от того, прорезались они или были ретинированы); пациентов с любым системным заболеванием, поражающим челюстную кость, а также пациентов, которые ранее или на момент участия в исследовании проходили ортодонтическое или ортогнатическое лечение.

### Методы исследования

Для выполнения цифровой панорамной радиографии использовали систему Planmeca Promax Digital Panographic (Planmeca, Хельсинки, Финляндия) со стандартными настройками, рекомендованными производителем. Всего в исследовании приняли участие 620 добровольцев, по 180 в каждой группе, за исключением группы старше 60 лет, в которую были включены 80 добровольцев.

Все измерения челюсти выполняли с двух сторон с помощью программного обеспечения ROMEXIS DICOM (Planmeca, Хельсинки, Финляндия). Продолжительность настоящего исследования составила приблизительно 18 мес.

В исследовании измеряли следующие параметры (рис. 1):

- 1) нижнечелюстной угол (Gonial Angle, GA) формируется при проведении линии между двумя воображаемыми линиями, которые проходят от нижнего края нижней челюсти к ветви нижней челюсти;
- 2) длина мышцелкового отростка (Condylar Length, CL) — расстояние между двумя линиями, проведёнными по касательной: одна в самой верхней точке головки мышцелкового отростка, а другая — в самой глубокой точке вогнутости сигмовидной вырезки;
- 3) длина ветви нижней челюсти (Ramus Length, RL) рассчитывается путём проведения двух линий:

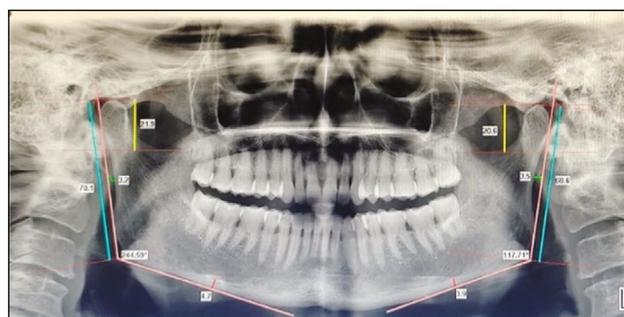


Рис. 1. Все линейные и угловые показатели, измеряемые с помощью ортопантомографии с использованием программного обеспечения Planmeca Romexis.

Fig. 1. All linear and angular parameters on OPG using Planmeca Romexis Software.

одной — параллельно касательной к ветви на уровне наиболее латеральной точки мышцелкового отростка, второй — параллельно касательной к ветви на уровне наиболее латеральной точки ветви. Расстояние между двумя указанными линиями и есть RL;

- 4) толщина кортикального слоя кости: толщина рентгеноконтрастной полосы, измеряемая у нижнего края тела нижней челюсти, где мезиально начинается антегониальная вырезка;
- 5) глубина вырезки ветки нижней челюсти (Ramus Notch Depth, RND): расстояние между касательной к ветви нижней челюсти и самой глубокой точкой вогнутости её вырезки.

### Статистический анализ

Данные по каждой переменной анализировали методами описательной статистики и с применением критерия двухфакторного дисперсионного анализа. Различия в результатах измерения с левой и правой сторон челюсти анализировали с использованием двустороннего t-критерия Стьюдента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Исследуемая выборка

Все 620 участников настоящего исследования были разделены на четыре возрастные группы: по 180 (28,6%) человек в группах 1 (12–18 лет), 2 (19–40 лет) и 3 (41–60 лет); 80 (14,3%) человек старше 60 лет в группе 4.

### Основные результаты исследования

**Нижнечелюстной угол.** Среднее значение нижнечелюстного угла в 1-й группе (12–18 лет) составило 180,8372°, во 2-й (19–40 лет) — 180,0166°, в 3-й (41–60 лет) — 180,6042°, в 4-й (более 60 лет) — 180,4131°.

В более молодых возрастных группах среднее значение нижнечелюстного угла было сравнительно больше, чем в более старших группах. Таким образом, чем старше возраст, тем меньше нижнечелюстной угол.

При сравнении всех возрастных групп статистически значимых различий в средних значениях нижнечелюстного угла не выявлено, т.е. данный параметр признан статистически незначимым ( $p=0,568$ ) (табл. 1).

**Таблица 1.** Сравнение средних значений ортодонтических переменных в группах исследования с использованием критерия двухфакторного дисперсионного анализа

**Table 1.** Comparison of four Age groups (Group 1, Group 2, Group 3, Group 4) with mean values and standard deviation of gonial angle (°), ramus height (mm), condylar length (mm), cortical bone thickness (mm) and ramus notch depth (mm). Two-way ANOVA test for all parameters

Переменные	Описательная статистика			Критерий двухфакторного дисперсионного анализа		
	Возрастная группа, лет	Среднее значение	Стандартное отклонение	Среднеквадратическое значение	F	Sig
Нижнечелюстной угол, град.	12–18	180,8372	6,35736	14,399	0,674	0,568
	19–40	180,0166	5,20161			
	41–60	180,6042	2,44684			
	60+	180,4131	1,92699			
Длина мышцелкового отростка, мм	12–18	20,9397	3,88782	58,004	3,584	0,014*
	19–40	22,1681	4,44695			
	41–60	22,2246	3,70023			
	60+	22,1692	4,06674			
Длина ветви нижней челюсти, мм	12–18	65,9610	9,78409	522,762	7,731	0,000*
	19–40	69,8940	8,07540			
	41–60	70,1633	7,99625			
	60+	70,8367	7,07502			
Толщина кортикального слоя кости, мм	12–18	3,3413	0,62294	5,794	11,531	0,000*
	19–40	3,6350	0,59964			
	41–60	3,8704	0,73088			
	60+	3,7517	0,91614			
Ширина вырезки ветви нижней челюсти, мм	12–18	2,5629	0,94160	8,275	8,419	0,000*
	19–40	2,8821	1,01761			
	41–60	2,9317	0,86233			
	60+	3,3858	1,08460			

\* Статистически значимый результат при  $p < 0,05$  и уровне статистической значимости 5%.

\* $p < 0.05$  significance at 5% level of significance.

Выявлено статистически значимое различие в значениях нижнечелюстного угла справа и слева ( $p < 0,05$ ). Справа значение нижнечелюстного угла было статистически значимо больше, чем слева (табл. 2).

**Длина мыщелкового отростка.** Средняя длина мыщелкового отростка в 1-й группе (12–18 лет) составила 20,9397 мм, во 2-й (19–40 лет) — 22,1681 мм, в 3-й (41–60 лет) — 22,2246 мм, в 4-й (старше 60 лет) — 22,1692 мм.

В более молодых возрастных группах средняя длина мыщелкового отростка была сравнительно меньше, чем в более старших группах. Таким образом, чем старше возраст, тем больше длина мыщелкового отростка.

При сравнении всех возрастных групп в средней длине мыщелкового отростка выявлено статистически значимое различие, т.е. данный параметр признан статистически значимым ( $p=0,035$ ).

При сравнении длины мыщелкового отростка слева и справа статистически значимого различия не выявлено, т.е. данный параметр признан статистически незначимым ( $p > 0,05$ ).

**Длина ветви нижней челюсти.** Средняя длина ветви нижней челюсти в 1-й группе (12–18 лет) составила 65,9610 мм, во 2-й (19–40 лет) — 69,8940 мм, в 3-й (41–60 лет) — 70,1633 мм, в 4-й (старше 60 лет) — 70,8367 мм.

В более молодых возрастных группах средняя длина ветви нижней челюсти была сравнительно меньше, чем в более старших группах. Таким образом, чем старше возраст, тем больше длина ветви нижней челюсти.

При сравнении всех возрастных групп в средней длине ветви нижней челюсти выявлено статистически значимое различие, т.е. данный параметр признан статистически значимым ( $p=0,000$ ).

Выявлено статистически значимое различие в длине ветви нижней челюсти справа и слева ( $p < 0,05$ ). Справа длина ветви нижней челюсти была статистически значимо больше, чем слева.

**Толщина кортикального слоя кости.** Средняя толщина кортикального слоя кости в 1-й группе (12–18 лет) составила 3,3413 мм, во 2-й (19–40 лет) — 3,6350 мм, в 3-й (41–60 лет) — 3,87043 мм, в 4-й (старше 60 лет) — 3,7517 мм.

В более молодых возрастных группах средняя толщина кортикального слоя кости была сравнительно меньше, чем в более старших группах. Таким образом, чем старше возраст, тем больше толщина кортикального слоя кости, но после 60 лет она начинает уменьшаться.

При сравнении всех возрастных групп в средней толщине кортикального слоя кости выявлено статистически значимое различие, т.е. данный параметр признан статистически значимым ( $p=0,000$ ).

При сравнении толщины кортикального слоя кости слева и справа статистически значимого различия не выявлено, т.е. данный параметр признан статистически незначимым ( $p > 0,05$ ).

**Ширина вырезки ветви нижней челюсти.** Средняя ширина ветви нижней челюсти в 1-й группе (12–18 лет) составила 2,5629 мм, во 2-й (19–40 лет) — 2,8821 мм, в 3-й (41–60 лет) — 2,9317 мм, в 4-й (старше 60 лет) — 3,3858 мм.

В более молодых возрастных группах средняя ширина вырезки ветви нижней челюсти была сравнительно меньше, чем в более старших группах. Таким образом, чем старше возраст, тем шире вырезка ветви нижней челюсти.

**Таблица 2.** Сравнение средних значений ортодонтических переменных в группах исследования с помощью двустороннего t-критерия Стьюдента

**Table 2.** Comparison of right and left sides of gonial angle (°), ramus height (mm), condylar length (mm), cortical bone thickness (mm) and ramus notch depth (mm) with mean values and standard deviation. Paired T-test for all parameters

Переменные	Стороны	Среднее значение	Стандартное отклонение	Парные различия		p
				среднее значение	стандартное отклонение	
Нижнечелюстной угол, град.	Справа	236,0962	8,19937	111,24123	15,46445	0,000*
	Слева	124,8550	9,76338			
Длина мыщелкового отростка, мм	Справа	21,8139	4,19556	-0,03900	2,69601	0,767
	Слева	21,8529	4,35044			
Длина ветви нижней челюсти, мм	Справа	69,2093	8,78312	0,45469	3,06425	0,003*
	Слева	68,7546	8,76774			
Толщина кортикального слоя кости, мм	Справа	3,6179	0,75727	-0,03429	0,46712	0,133
	Слева	3,6521	0,76497			
Ширина вырезки ветви нижней челюсти, мм	Справа	2,7962	1,03384	-0,16167	0,69174	0,000*
	Слева	2,9579	1,07159			

\* Статистически значимый результат при  $p < 0,05$  и уровне статистической значимости 5%.

\* $p < 0,05$  significance at 5% level of significance.

При сравнении всех возрастных групп в средней ширине вырезки ветви нижней челюсти выявлено статистически значимое различие, т.е. данный параметр признан статистически значимым ( $p=0,000$ ).

Выявлено статистически значимое различие в ширине вырезки ветви нижней челюсти справа и слева ( $p < 0,05$ ). Слева ширина вырезки ветви нижней челюсти статистически значимо больше, чем справа.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящем разделе описан ряд методологических вопросов, которые часто возникают при попытке определить возраст человека на момент смерти или предоставить остеологическое заключение для установления его личности [7]. Две основные задачи, которые необходимо решить при обнаружении останков скелета и зубов человека, заключаются в установлении его личности и причины смерти. В судебной медицине любая работа с останками начинается с установления возраста и пола того, кому они принадлежали [8].

С целью совершенствования технологий, применяемых в судебно-медицинской практике, были проведены исследования по оценке возрастных и этнических различий в характеристиках скелета [9]. Кости меняются на протяжении всей жизни человека, поэтому существует определённая хронология развития скелета. Если знать, какие изменения происходят в костях, можно установить возраст человека, которому принадлежал скелет. Для решения этой задачи из всех структур скелета подходят только таз, череп и челюсть, поскольку они отличаются наибольшим половым диморфизмом [10]. Челюсть играет важную роль в установлении возраста, поскольку это крепкая кость, которую сложно разрушить или разбить. Кроме того, даже во взрослом возрасте у костей челюсти продолжают меняться размер и форма.

Одним из главных инструментов, применяемых в судебной медицине, в том числе для установления возраста человека, является рентгенографическое исследование [9]. В повседневной стоматологической практике широко применяется панорамная визуализация, которая позволяет оценить состояние всей челюсти на едином панорамном снимке и выявить все стоматологические нарушения. По этой причине для оценки параметров в рамках настоящего исследования была выбрана именно панорамная рентгенография [11].

С использованием снимков, полученных методом панорамной цифровой рентгенографии, выполнили одно угловое (нижнечелюстной угол) и четыре линейных (длина мыщелкового отростка, длина ветви нижней челюсти, толщина кортикального слоя кости и ширина вырезки ветви нижней челюсти) измерения для изучения корреляции и оценки применимости указанных параметров при установлении возраста.

## Нижнечелюстной угол

В настоящем исследовании при сравнении возрастных групп статистически значимого различия в значениях нижнечелюстного угла не выявлено. Таким образом, данный параметр признан статистически незначимым ( $p > 0,05$ ). Данный вывод согласуется с результатами исследований, проведённых R. Okşayan и соавт. [4], A.M. Raustia и M.A. Salonen [12], Q.F. Xie и A. Ainamo [13], в которых также не было отмечено статистически значимого различия в значениях нижнечелюстного угла при сравнении разных возрастных групп. В исследовании E. Ohm и J. Silness [14], напротив, были отмечены возрастное увеличение нижнечелюстного угла и прогрессирующая потеря зубов. Одной из причин такого расхождения в выводах может быть тот факт, что, в отличие от исследования E. Ohm и J. Silness [14], в наше исследование пациентов с адентией не включали. Тем не менее данные, полученные у пациентов с естественным рядом зубов, коррелируют с результатами нашего исследования. В целом не выявлено оснований считать нижнечелюстной угол перспективным параметром с точки зрения установления возраста.

В настоящем исследовании выявлено статистически значимое различие в значениях нижнечелюстного угла с правой и левой сторон челюсти. Указанная корреляция согласуется с данными, полученными R. Chole и соавт. [15], которые сделали аналогичные наблюдения. Однако в исследовании T.A. Larheim и D.B. Svanaes [16] статистически значимого различия в значениях нижнечелюстного угла с правой и левой сторон не наблюдалось. Указанное расхождение может быть обусловлено различиями в размере выборки и включением в исследование представителей возрастной группы 14–28 лет.

Кроме того, в нашем исследовании установлено, что нижнечелюстной угол с правой стороны челюсти статистически значимо больше, чем с левой стороны, т.е. данный параметр является статистически значимым, если сравнивать правую и левую стороны ( $p < 0,05$ ).

## Длина мыщелкового отростка

При сравнении разных возрастных групп в исследованиях, проведённых V. Sairam и соавт. [11] и S. Huuonen и соавт. [17], выявлено статистически значимое различие в длине мыщелкового отростка. По данным нашего исследования, в более старших возрастных группах длина мыщелкового отростка сравнительно больше, чем в более молодых группах. В исследованиях R. Okşayan и соавт. [4], J.K. Joo и соавт. [18], A.M. Raustia и M.A. Salonen [12], O. Merrot и соавт. [19], напротив, статистически значимых различий в указанном параметре между разными возрастными группами не выявлено, что может быть обусловлено различиями в этнической принадлежности пациентов, размере выборки и возрастной группе. В указанные исследования были включены пациенты с адентией. В наше исследование

включали только пациентов с естественным рядом зубов. В целом, длину мышцелкового отростка можно рассматривать в качестве перспективного параметра для установления возраста.

Следует отметить, что в нашем исследовании не выявлено статистически значимых различий в длине мышцелкового отростка при сравнении двух сторон челюсти, т.е. данный параметр признан статистически незначимым ( $p > 0,05$ ).

### Длина ветви нижней челюсти

В настоящем исследовании при сравнении всех возрастных групп выявлено статистически значимое различие в длине ветви нижней челюсти. Данное наблюдение согласуется с результатами исследования R. Okşayan и соавт. [4], но не согласуется с данными исследований J.K. Joo [18], A.M. Raustia и M.A. Salonen [12] и O. Merrot и соавт. [19], в которых не было отмечено статистически значимых изменений в указанной параметре в более старших группах, что может быть обусловлено различиями в этнической принадлежности пациентов, размере выборки и возрастной группе. В нашем исследовании и исследовании V. Sairam и соавт. [11] длина ветви нижней челюсти с возрастом увеличивалась. В исследованиях R. Okşayan и соавт. [4] и S. Niimonen и соавт. [17], напротив, данный параметр с возрастом уменьшался. Указанное расхождение может быть обусловлено тем, что в наше исследование не включали пациентов с адентией. В целом, длину ветви нижней челюсти можно использовать для установления возраста.

В нашем исследовании выявлено статистически значимое различие в длине правой и левой ветви нижней челюсти, при этом справа значение было больше, чем слева ( $p \leq 0,05$ ).

### Толщина кортикального слоя кости

В настоящем исследовании при сравнении всех возрастных групп добровольцев с естественным рядом зубов выявлено статистически значимое различие в толщине кортикального слоя кости, что согласуется с данными ряда других исследований, проведённых J.K. Joo [18], C.L. Schwartz-Dabney и P.C. Dechow [20]. Установлено, что в более молодых возрастных группах толщина кортикального слоя кости была меньше, чем в более старших группах. В наше исследование пациентов с полной адентией не включали, поэтому невозможно сравнить его результаты с данными ранее проведённых исследований с участием пациентов с адентией. В целом толщину кортикального слоя кости можно рекомендовать в качестве параметра для установления возраста.

В нашем исследовании, несмотря на различие в толщине кортикального слоя кости с правой и левой сторон нижней челюсти при большем значении справа, указанное различие не было статистически значимым ( $p > 0,05$ ).

### Ширина вырезки ветви нижней челюсти

В исследовании R. Okşayan и соавт. [4] отмечено увеличение ширины вырезки ветви нижней челюсти, но статистически значимых различий между разными возрастными группами не выявлено. В нашем исследовании установлена статистическая значимость указанного параметра при меньших значениях в более молодых возрастных группах по сравнению с более старшими группами. Данные наблюдения согласуются с результатами исследования R. Okşayan и соавт. [4], в котором отмечено возрастное увеличение ширины вырезки ветви нижней челюсти. Тем не менее, в отличие от исследования R. Okşayan и соавт. [4], различие в значениях указанного параметра при сравнении разных возрастных групп было статистически значимым. Такое расхождение может быть обусловлено разным этническим происхождением участников, разным размером выборки и участием в другом исследовании добровольцев более старшего возраста (60–69 лет), в том числе пациентов с адентией. В наше исследование не включали представителей указанной возрастной группы и пациентов с адентией. В целом, ширина вырезки ветви нижней челюсти признана перспективным параметром для использования при установлении возраста.

В нашем исследовании было отмечено, что ширина вырезки ветви с левой стороны нижней челюсти больше, чем с правой стороны. Тем не менее указанное различие не было статистически значимым ( $p > 0,05$ ).

### Ограничения исследования

Поскольку исследование было ограничено во времени, анализ поводился с минимальным, но статистически допустимым размером выборки. Рекомендуется провести дополнительные исследования для подтверждения нашей гипотезы с использованием выборки большего размера, включающей представителей разных этнических и социально-экономических групп.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для решения различных задач в области судебной медицины на протяжении многих лет проводятся исследования как с участием живых добровольцев, так и с использованием трупного материала. Наиболее информативным методом установления возраста считается анализ рентгеновских снимков, в том числе на основании оценки таких параметров, как длина мышцелкового отростка нижней челюсти, длина ветви нижней челюсти, толщина кортикального слоя кости и ширина вырезки ветви нижней челюсти, по причине их стабильности даже при значительном разрушении костей черепа.

Согласно результатам настоящего исследования, почти все исследуемые параметры (длина мышцелка, длина ветви нижней челюсти, толщина кортикального слоя кости и ширина вырезки ветки нижней челюсти,

за исключением нижнечелюстного угла) можно использовать для установления возраста благодаря наличию статистически значимых анатомических различий между разными возрастными группами. Результаты всех линейных измерений, проведённых в настоящем исследовании, указывают на наличие статистически значимых различий между разными возрастными группами, поэтому соответствующие параметры можно использовать в судебно-медицинской антропологии для установления возраста. Таким образом, указанные параметры рекомендуются для обоснования судебно-медицинских заключений, особенно в случае отсутствия других костей скелета.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён

следующим образом: N. Harshitha, S. Viveka — планирование и проведение исследований, сбор и анализ данных, редактирование и написание текста рукописи; K. Patil — планирование, дизайн исследования, написание и редактирование рукописи; C.J. Sanjay — дизайн исследования, сбор и анализ данных, написание текста рукописи; D. Nagabhushana — анализ данных, редактирование и написание текста рукописи.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. N. Harshitha, S. Viveka — participation in planning and conducting research, data acquisition, data analysis, editing and writing; K. Patil — participation in planning, study design, manuscript writing and manuscript editing; C.J. Sanjay — study design, data acquisition, data analysis and manuscript writing; D. Nagabhushana — data analysis, manuscript editing and writing.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gluckman P.D., Low F.M., Buklijas T., et al. How evolutionary principles improve the understanding of human health and disease // *Evol Appl*. 2011. Vol. 4, N 2. P. 249–263. doi: 10.1111/j.1752-4571.2010.00164
2. Ngun T.C., Ghahramani N., Sánchez F.J., et al. The genetics of sex differences in brain and behavior // *Front Neuroendocrinol*. 2011. Vol. 32, N 2. P. 227–246. doi: n10.1016/j.yfrne.2010.10.001
3. Weisberg Y.J., Deyoung C.G., Hirsh J.B. Gender differences in personality across the ten aspects of the big five // *Front Psychol*. 2011. N 2. P. 178. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00178
4. Okşayan R., Asarkaya B., Palta N., et al. Effects of edentulism on mandibular morphology: evaluation of panoramic radiographs // *Sci World J*. 2014. P. 254932. doi: 10.1155/2014/254932
5. Ghosh S., Vengal M., Pai K.M., Abhishek K. Remodeling of the antegonial angle region in the human mandible: A panoramic radiographic cross-sectional study // *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2010. Vol. 15, N 5. P. e802–807. doi: 10.4317/medoral.15.e802
6. Maat G.J., Maes A., Aarents M.J., Nagelkerke N.J. Histological age prediction from the femur in a contemporary Dutch sample. The decrease of nonremodeled bone in the anterior cortex // *J Forensic Sci*. 2006. Vol. 51, N 2. P. 230–237. doi: 10.1111/j.1556-4029.2006.00062.x
7. Konigsberg L.W., Herrmann N.P., Wescott D.J., Kimmerle E.H. Estimation and evidence in forensic anthropology: Age-at-death // *J Forensic Sci*. 2008. Vol. 53, N 3. P. 541–557. doi: 10.1111/j.1556-4029.2008.00710
8. Mann R.W., Ubelakar D.H. The forensic anthropologist. F.B.I Law enforcement bulletin // *Am J Phys Anthropol*. 1990. Vol. 81. P. 17–25.
9. Franklin D., Cardini A., Higgins P.O., et al. Mandibular morphology as an indicator of human subadult age: geometric morphometric approaches // *J Forensic Sci Med Pathol*. 2008. Vol. 4, N 2. P. 91–99. doi: 10.1007/s12024-007-9015-7
10. 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. Vol. 38, N 3. P. 677–685.
11. Sairam V., Potturi G.R., Praveen B., Vikas G. Assessment of effect of age, gender, and dentoalveolar changes on mandibular morphology: A digital panoramic study // *Contemp Clin Dent*. 2018. Vol. 9, N 1. P. 49–54. doi: 10.4103/ccd.ccd\_704\_17
12. Raustia A.M., Salonen M.A. Gonial angles and condylar and ramus height of the mandible in complete denture wearers—a panoramic radiograph study // *J Oral Rehabil*. 1997. Vol. 24, N 7. P. 512–516. doi: 10.1046/j.1365-2842.1997.00532.x
13. Xie Q.F., Ainamo A. Correlation of gonial angle size with cortical thickness, height of the mandibular residual body, and duration of edentulism // *J Prosthet Dent*. 2004. Vol. 91, N 5. P. 477–482. doi: 10.1016/S0022391304001118
14. Ohm E., Silness J. Size of the mandibular jaw angle related to age, tooth retention and gender // *J Oral Rehabil*. 1999. Vol. 26, N 11. P. 883–891. doi: 10.1046/j.1365-2842.1999.00464.x
15. Chole R., Patil R., Chole B.S., et al. Association of mandible anatomy with age, gender, and dental status: a radiographic study // *ISRN Radiology*. 2013. Vol. 2013. P. 453763. doi: 10.5402/2013/453763
16. Larheim T.A., Svanaes D.B. Reproducibility of rotational panoramic radiography: Mandibular linear dimensions and angles // *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1986. Vol. 90, N 1. P. 45–51. doi: 10.1016/0889-5406(86)90026-0

17. Huuonen S., Sipilä K., Haikola B., et al. Influence of edentulousness on gonial angle, ramus and condylar height // *J Oral Rehabil.* 2010. Vol. 37, N 1. P. 34–38. doi: 10.1111/j.1365-2842.2009.02022.x
18. Joo J.K., Lim Y.J., Kwon H.B., Ahn S.J. Panoramic radiographic evaluation of the mandibular morphological changes in elderly dentate and edentulous subjects // *Acta Odontol Scand.* 2013. Vol. 71, N 2. P. 357–362. doi: 10.3109/00016357.2012.690446

19. Merrot O., Vacher C., Merrot S., et al. Changes in the edentate mandible in the elderly // *Surg Radiol Anat.* 2005. Vol. 27, N 4. P. 265–270. doi: 10.1007/s00276-005-0323-x
20. Schwartz-Dabney C.L., Dechow P.C. Edentulation alters material properties of cortical bone in the human mandible // *J Dent Res.* 2002. Vol. 81, N 9. P. 613–617. doi: 10.1177/154405910208100907

## REFERENCES

1. Gluckman PD, Low FM, Buklijas T, et al. How evolutionary principles improve the understanding of human health and disease. *Evol Appl.* 2011;4(2):249–263. doi: 10.1111/j.1752-4571.2010.00164
2. Ngun TC, Ghahramani N, Sánchez FJ, et al. The genetics of sex differences in brain and behavior. *Front Neuroendocrinol.* 2011;32(2):227–246. doi: n10.1016/j.yfrne.2010.10.001
3. Weisberg YJ, Deyoung CG, Hirsh JB. Gender differences in personality across the ten aspects of the big five. *Front Psychol.* 2011;(2):178. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00178
4. Okşayan R, Asarkaya B, Palta N, et al. Effects of edentulism on mandibular morphology: evaluation of panoramic radiographs. *Sci World J.* 2014;2014:254932. doi: 10.1155/2014/254932
5. Ghosh S, Vengal M, Pai KM, Abhishek K. Remodeling of the antegonial angle region in the human mandible: A panoramic radiographic cross-sectional study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2010;15(5):e802–807. doi: 10.4317/medoral.15.e802
6. Maat GJ, Maes A, Aarents MJ, Nagelkerke NJ. Histological age prediction from the femur in a contemporary Dutch sample. The decrease of nonremodeled bone in the anterior cortex. *J Forensic Sci.* 2006;51(2):230–237. doi: 10.1111/j.1556-4029.2006.00062.x
7. Konigsberg LW, Herrmann NP, Wescott DJ, Kimmeler EH. Estimation and evidence in forensic anthropology: Age-at-death. *J Forensic Sci.* 2008;53(3):541–557. doi: 10.1111/j.1556-4029.2008.00710
8. Mann RW, Ubelakar DH. The forensic anthropologist. F.B.I Law enforcement bulletin. *Am J Phys Anthropol.* 1990;81:17–25.
9. Franklin D, Cardini A, Higgins PO, et al. Mandibular morphology as an indicator of human subadult age: Geometric morphometric approaches. *J Forensic Sci Med Pathol.* 2008;4(2):91–99. doi: 10.1007/s12024-007-9015-7
10. Dudar JC, Pfeiffer S, Saunders SR. Evaluation of morphological and histological adult skeletal age-at-death estimation techniques using ribs. *J Forensic Sci.* 1993;38(3):677–685.
11. Sairam V, Potturi GR, Praveen B, Vikas G. Assessment of effect of age, gender, and dentoalveolar changes on mandibular morphology: A digital panoramic study. *Contemp Clin Dent.* 2018;9(1):49–54. doi: 10.4103/ccd.ccd\_704\_17
12. Raustia AM, Salonen MA. Gonial angles and condylar and ramus height of the mandible in complete denture wearers—a panoramic radiograph study. *J Oral Rehabil.* 1997;24(7):512–516. doi: 10.1046/j.1365-2842.1997.00532.x
13. Xie QF, Ainamo A. Correlation of gonial angle size with cortical thickness, height of the mandibular residual body, and duration of edentulism. *J Prosthet Dent.* 2004;91(5):477–482. doi: 10.1016/S0022391304001118
14. Ohm E, Silness J. Size of the mandibular jaw angle related to age, tooth retention and gender. *J Oral Rehabil.* 1999;26(11):883–891. doi: 10.1046/j.1365-2842.1999.00464.x
15. Chole R, Patil R, Chole BS, et al. Association of mandible anatomy with age, gender, and dental status: a radiographic study. *ISRN Radiology.* 2013;2013:453763. doi: 10.5402/2013/453763
16. Larheim TA, Svanaes DB. Reproducibility of rotational panoramic radiography: Mandibular linear dimensions and angles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1986;90(1):45–51. doi: 10.1016/0889-5406(86)90026-0
17. Huuonen S, Sipilä K, Haikola B, et al. Influence of edentulousness on gonial angle, ramus and condylar height. *J Oral Rehabil.* 2010;37(1):34–38. doi: 10.1111/j.1365-2842.2009.02022.x
18. Joo JK, Lim YJ, Kwon HB, Ahn SJ. Panoramic radiographic evaluation of the mandibular morphological changes in elderly dentate and edentulous subjects. *Acta Odontol Scand.* 2013;71(2):357–362. doi: 10.3109/00016357.2012.690446
19. Merrot O, Vacher C, Merrot S, et al. Changes in the edentate mandible in the elderly. *Surg Radiol Anat.* 2005;27(4):265–270. doi: 10.1007/s00276-005-0323-x
20. Schwartz-Dabney CL, Dechow PC. Edentulation alters material properties of cortical bone in the human mandible. *J Dent Res.* 2002;81(9):613–617. doi: 10.1177/154405910208100907

## ОБ АВТОРАХ / AUTHORS' INFO

\* **Karthikeya Patil**, MD, Professor; Mysore 570015, Karnataka, India; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7941-2467>; e-mail: [dr.karthikeyapatil@jssuni.edu.in](mailto:dr.karthikeyapatil@jssuni.edu.in)

**Harshitha N.**, MD; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8795-5365>; e-mail: [harshi.bnk@gmail.com](mailto:harshi.bnk@gmail.com)

**Sanjay C.J.**, MD, Associate Professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2830-1481>; e-mail: [drsanjaycj\\_dch@jssuni.edu.in](mailto:drsanjaycj_dch@jssuni.edu.in)

**Nagabhushana D.**, MD, Associate Professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9035-0888>; e-mail: [dr.nagabhushand@jssuni.edu.in](mailto:dr.nagabhushand@jssuni.edu.in)

**Viveka S.**, MD; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2232-579X>; e-mail: [sviveka96@gmail.com](mailto:sviveka96@gmail.com)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author