

Aqeel Al-Saedi¹, Bahaa Al-Bakhakh², Riad Al-Taee², Ali Ayad Swadi¹

Anatomical Configuration of Mandibular Incisors: a Cone Beam Computed Tomography Study

¹ College of Dentistry, University of Basrah, Basrah, Iraq

² College of Dentistry, Al-Maaqal University, Basrah, Iraq

Contact person: Aqeel Al-Saedi, e-mail: medicalresearch82@yahoo.com, aqeel.lazim@uobasrah.edu.iq

ABSTRACT

Purpose: Through the use of cone-beam computed tomography (CBCT) imaging, the objective of this study was to investigate the root canal anatomy of mandibular incisors in a subset of Iraqis.

Methods: A total of 519 permanent incisors in the jaw were included in the 150 CBCT pictures that were taken into consideration. An examination of statistics was carried out on the reported root canal number as well as the root canal configuration, which was then classified in accordance with the Vertucci technique. A research project was carried out with the purpose of investigating the relationship between gender and age, as well as the frequency of root canal morphology and the number of root canals.

Result: Type I Vertucci configurations were found in the teeth of the study participants at a rate of 54.9 %, followed by type III configurations at a rate of 43.3 %. Types V and VII configurations were found in the least significant proportions, with 1.2 % and 0.6 % respectively. With each and every incisor that was checked, there was a single root that was present. Patients who were above the age of 40 had a lower number of teeth that required two root canals.

Conclusion: The most prevalent kind of mandibular incisors found in the Iraqi subpopulation are those that have a single canal and a structure that is classified as kind I canal. On the other hand, there are instances in which there is more than one root canal, and the patterns of the canals are different.

Keywords: cone-beam computed tomography, mandibular incisors, root canal, apical foramen, Iraq's subpopulation

For citation: Aqeel Al-Saedi, Bahaa Al-Bakhakh, Riad Al-Taee, Ali Ayad Swadi. Anatomical Configuration of Mandibular Incisors: a Cone Beam Computed Tomography Study. Medical Radiology and Radiation Safety. 2026;71(1):73–81. DOI:10.33266/1024-6177-2026-71-1-73-81

Aqeel Al-Saedi¹, Bahaa Al-Bakhakh², Riad Al-Taee²

ИССЛЕДОВАНИЕ АНАТОМИЧЕСКОЙ КОНФИГУРАЦИИ РЕЗЦОВ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ МЕТОДОМ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

¹ Институт стоматологии Университета Басры, Басра, Ирак

² Институт стоматологии Университета Аль-Маакаль, Басра, Ирак

Контактное лицо: Aqeel Al-Saedi, e-mail: medicalresearch82@yahoo.com, aqeel.lazim@uobasrah.edu.iq

РЕЗЮМЕ

Цель: Анализ конфигурации корневых каналов нижних резцов в иракской субпопуляции с использованием конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ).

Методы: Были проведены 150 КЛКТ-исследований 519 постоянных резцов нижней челюсти. Конфигурация системы корневых каналов, классифицированная по Вертуччи, и количество корневых каналов были зарегистрированы и статистически проанализированы. Было изучено влияние пола и возраста на частоту встречаемости различных вариантов морфологии корневых каналов и на их количество.

Результаты: Среди пациентов, участвовавших в исследовании, большинство зубов (54,9 %) имели конфигурацию корневых каналов типа I по Вертуччи, за ним следовал тип III (43,3 %), в свою очередь типы V и VII встречались реже всего (1,2 % и 0,6 % соответственно). Все обследованные резцы имели только один корень. У пациентов старше 40 лет выявлялось меньшее количество с двумя корневыми каналами.

Заключение: Одиночный корневой канал с конфигурацией типа I является наиболее распространенным типом корневых каналов нижних резцов в иракской субпопуляции. Однако также отмечена встречаемость зубов с несколькими корневыми каналами с различной конфигурацией.

Ключевые слова: конусно-лучевая компьютерная томография, нижние резцы, корневой канал, апикальное отверстие, иракская субпопуляция

Для цитирования: Aqeel Al-Saedi, Bahaa Al-Bakhakh, Riad Al-Taee. Исследование анатомической конфигурации резцов нижней челюсти методом конусно-лучевой компьютерной томографии // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2026. Т. 71. № 1. С. 73–81. DOI:10.33266/1024-6177-2026-71-1-73-81

Introduction

Starting in the pulp chamber, root canals extend into the periodontium via the apical foramen. Root canals may change in size and form over treatment, even in the same patient [1]. Due to insufficient evaluation of other potential canals or a lack of knowledge with root canal anatomy, some canals may go unnoticed during root canal therapy. Finding and filling more channels greatly improves treatment success. Evidence suggests that teeth may contain several apical foramina, loops, C-shaped canals, and maybe one or two auxiliary canals. The frequency of single channel mandibular incisors varies substantially between demographics due to anatomical differences. The majority of the mandible's front teeth have a single root and canal. Some teeth may have two roots or canals, although this is rather rare [2].

All too often, problems arise during and after root canal therapy because the dentist misunderstands the nature of the pulp cavity. Investigations into the dental pulp and dentin have shown that complex anatomical changes may affect any pair of teeth, including the lower incisors. This is due to the fact that many dental experts are unaware of the existence of the second canal [3].

Decalcification and clearing with nitric acid makes root canals visible, allowing one to study root structure [4]. This is one of many methods for studying root canal anatomy.

Dye injections into tooth root canals are an alternate approach suggested by Vertucci et al [5]. Using this technology, researchers thoroughly examined the shape of root canals [6].

Weine et al. proposed a new root canal classification based on their study where they used rough and paper disks to divide the roots of the maxillary molars [7].

Введение

Корневой канал начинается в пульпарной камере и проходит через апикальное отверстие в периодонт. Конфигурация корневых каналов может быть различной от зуба к зубу как у разных людей, или изменяться у одного и того же человека в течение лечения [1].

При эндодонтической терапии некоторые корневые каналы могут быть не обнаружены из-за недостаточного знания их анатомии или недостаточного поиска дополнительных каналов. Тем не менее, их обнаружение и правильное пломбирование значительно улучшает прогноз лечения. В процессе исследования наблюдались множественные апикальные отверстия, петли, С-образные и дополнительные каналы.

Одноканальные нижние резцы наиболее широко распространены в различных популяциях, однако небольшой процент таких зубов может иметь два корня или два канала [2].

Многие весьма серьезные проблемы, возникающие во время и после эндодонтической терапии, связаны с недостаточным пониманием анатомии пульпарной полости, в частности, с незнанием существования второго корневого канала [3].

Существует несколько методик изучения анатомии корневых каналов. Например, производится декальцинация и очистка зубов в азотной кислоте для придания им прозрачности, что облегчает изучение конфигурации корней [4].

Другая методика исследования, предложенная Вертуччи и соавторами, заключается в введении красителя в корневые каналы зубов [5], данный метод использовался многими исследователями для изучения их морфологии [6].

Resin models may allow for three-dimensional evaluation of the morphology of the pulp of human permanent mandibular incisors [8].

It was Alacam et al [9], who investigated the shape of root canals. Several contrast materials containing iodine were combined with calcium hydroxide powder to take advantage of their radiopaque qualities.

Digital radiography, computed tomography, and micro CT were used to study the root canal architecture [10–12].

Research has shown that compared to 2D radiography, cone beam computed tomography (CBCT) is superior at detecting periapical lesions. This imaging method may detect lesions in close proximity to the maxillary sinus, as well as any involvement of the space's membrane and its proximity to the mandibular canal. It is possible to look at the root canal system, including its twists and turns, in great detail. Endodontists may find that CBCT helps them better gauge the root canal's working length. Additionally, CBCT improves the endodontic treatment success rate by assisting in the detection of the auxiliary root canal [13]. In comparison to traditional CT and spiral CT, CBCT reduces radiation exposure by 98 % and has a scan duration of 10 to 40 seconds, which gets rid of motion artifact [14].

The diagnostic value of the images is diminished due to beam hardening and artifact generation; CBCT also has limitations such as low contrast resolution and aberrations. Restorations, metal posts, and enamels are common culprits in this regard. Long scan times (anything from fifteen to twenty seconds) and low spatial resolution mean the patient has to stay still for the majority of the procedure [15].

In a groundbreaking development, Weiner et al. identified four unique root canal configurations that may coexist inside a single root [7]. Vertucci analyzed the root canal architec-

Помимо этого, возможно препарирование корней верхних моляров шероховатыми и бумажными дисками. Используя эту методику, Вайн и соавторы предложили новую классификацию корневых каналов [7].

Для оценки морфологии пульпы постоянных нижних резцов человека в трех измерениях можно использовать модели из смолы [8].

Алакам и соавторы использовали рентгеноконтрастные свойства нескольких йодсодержащих материалов в сочетании с порошком гидроксида кальция для изучения морфологии корневых каналов [9].

Цифровая рентгенография, компьютерная томография и микроКТ также используются для изучения анатомии корневых каналов [10–12].

Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) превосходит двумерную рентгенографию в диагностике периапикальных поражений. Она позволяет визуализировать дефекты вблизи верхнечелюстной пазухи, а также повреждения мембраны верхнечелюстной пазухи, а также их близость к нижнечелюстному каналу. КЛКТ позволяет провести полную оценку системы корневых каналов, включая изгибы и бифуркации. Данный метод помогает определить рабочую длину корневого канала во время эндодонтического лечения. Кроме того, КЛКТ повышает успешность эндодонтического лечения, помогая идентифицировать дополнительный корневой канал [13]. По сравнению со спиральной КТ, КЛКТ минимизирует дозу облучения (до 98 % по сравнению с обычной КТ). Кроме того, КЛКТ имеет малое время сканирования от 10 до 40 сек, что снижает артефакты движения [14].

К ограничениям КЛКТ относятся низкое контрастное разрешение, а также жесткость пучка, приводящая к искажениям и появлению артефактов, что снижает диа-

ture of maxillary first premolars using the cleaning process to enhance his explanation of Weine's classification. There are eight different root canal systems that he found [16].

Several publications have explored the root canal architecture of mandibular incisors because to the great anatomical diversity [17, 18].

To address the present knowledge vacuum, this study examined the root morphology of mandibular incisors in a population from southern Iraq. Previous research on this topic was lacking.

Material and methods

Sample

A total of 150 CBCT images were submitted by patients referred to the oral radiology clinic at the College of Dentistry/University of Basrah. Out of these photos, 75 were submitted by male patients and 75 were submitted by female patients. The ages of the patients varied from ten to sixty. We divided the patients into three groups based on their age: those between 10 and 24, 25 to 39, and 40 and above.

Endodontics, dental implants, and oral surgery were among the many dental treatments that referred patients to CBCT. Every image of the lateral and central mandibular incisors was evaluated for root canal types according to the Vertucci method.

A total of 519 mandibular incisors were examined, with 261 situated in the middle and 258 on each side.

At least one mandibular incisor should be present in the CBCT scans of the mandible for this study to be valid. Furthermore, it was essential that the teeth have sealed apices and not have any evidence of root resorption, calcification, or root canal filling. You may expect high-quality CBCT im-

ages that don't include any motion or foreign object artefacts.

Radiographic Technique X-ray technology

In order to get the CBCT images, we used a Gendex (GXDP-7000) CBCT apparatus located in Hatfield, Pennsylvania, United States of America. This apparatus was operated at 90 kV and 10 mA for a duration of 13 seconds. For this particular instance, the picture resolution was $200 \times 200 \times 200 \mu\text{m}$, the field of view was $80.0 \times 80.0 \times 60.0 \text{ mm}$, and the image size (IJK) was $400 \times 400 \times 300 \text{ pixels}$. It was necessary to have a minimum thickness of 0.25 millimeters and a layer spacing of 0.5 millimeters. The resolution of the detector was set at $200 \mu\text{m}$ on the scale. The procedure that was prescribed by the manufacturer was adhered to during the whole scanning process. All computed tomography (CBCT) examinations were carried out by a technician who had more than ten years of experience. The technician adhered to the "as low as reasonably achievable" radiation protocol's lowest exposure standards in order to guarantee good image quality.

Evaluation of the Images

In order to combine all of the CBCT images with the *In vivo* 5 Dental Viewer (Anatomage, San Jose, California, United States), we used a piece of software known as Gx-Picture. This program was created by Kavo Dental in Biberach and der Riss, Germany. This was accomplished on a machine running Windows 7 64-bit. (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, United States of America) was investigated throughout the course of the investigation. Every photo was analyzed using a 19-inch LCD screen that was produced by Dell in Round Rock, Texas, United States of

гностическую эффективность изображений. Как правило это вызвано металлическими штифтами, эмалью и реставрациями зуба. Ограничивающими факторами также являются низкое пространственное разрешение и длительное время сканирования (от 15 до 20 сек), требующее минимального движения пациента [15].

Вайн и соавторы первыми разделили конфигурации корневых каналов в пределах одного корня на четыре основных типа [7]. Вертуччи, изучив морфологию корневых каналов первых премоляров верхней челюсти методом очищения, доработал классификацию Вайна. Он разделил системы корневых каналов на восемь типов [16].

В связи с большим разнообразием анатомического строения, многие авторы изучали анатомию корневых каналов нижних резцов [17, 18].

Морфология корней нижних резцов у населения южного Ирака никогда не изучалась подробно, что и обусловило необходимость проведения настоящего исследования.

Материал и методы исследования

Выборка

В настоящем исследовании были проанализированы 150 КЛКТ-снимков пациентов (75 мужчин и 75 женщин в возрасте от 10 до 60 лет), направленных в клинику рентгенологии полости рта института стоматологии университета Басры. Выборка пациентов была разделена на три возрастные группы: 1: 10–24 года, 2: 25–39 лет и 3: ≥ 40 лет.

Пациенты были направлены на КЛКТ по различным показаниям, такими как хирургия полости рта, денталь-

ная имплантация и эндодонтия. На каждом снимке боковые и центральные нижние резцы с обеих сторон классифицировались по Вертуччи.

В исследуемой выборке было обнаружено всего 519 нижних резцов (261 центральный резец и 258 боковых резцов).

Для данного исследования были отобраны КЛКТ-снимки нижней челюсти с наличием хотя бы одного резца; при этом все зубы должны были иметь закрытые верхушки корней. Также не допускалось наличия пломбированных корней, кальцификации или культевой коронки; помимо этого у зубов, отбираемых для данного исследования, не должно было быть признаков резорбции корней, а КЛКТ-снимки должны были быть хорошего качества, без артефактов движения или посторонних предметов.

Радиографический метод

Изображения КЛКТ были получены на КЛКТ-аппарате Gendex (GXDP-7000) (Хэтфилд, Пенсильвания, США) при напряжении 90 кВ и силе тока 10 мА с экспозицией 13 с. Размер изображения составлял $400 \times 400 \times 300$ пикселей (IJK), разрешение изображения – $200 \times 200 \times 200 \text{ мкм}$, размер изображения (поле зрения) – $80,0 \times 80,0 \times 60,0 \text{ мм}$. Минимальная толщина слоя составляла 0,25 мм, расстояние между слоями – 0,5 мм. Разрешение детектора – 200 мкм. Процедура сканирования проводилась в соответствии с протоколом производителя. Все КЛКТ-исследования проводились техником с более чем 10-летним опытом работы с использованием минимальных параметров экспозиции, необходимых для получения приемлемого качества изображений в соответствии с концепцией облучения «настолько низко, насколько это разумно достижимо».

America. The examination took place in a room that was completely black. The resolution of the screen was 1366×768 pixels that were shown. Throughout the whole of the analysis process, the image processing capabilities of the program were used to make modifications to the contrast and brightness of the pictures in order to provide the most favorable viewing conditions that were potentially attainable. During the course of the assessment, the examiners switched between axial, coronal, and sagittal views periodically.

All of the photographs were analyzed by three dental experts, each of whom had more than fifteen years of experience in the area. These specialists were an oral radiologist, an endodontist, and a maxillofacial surgeon. The purpose of this action was to eliminate any potential of prejudice.

The first evaluation was followed by a second set of readings that were carried out one month later. Approximately twenty percent of the photographs were selected at random for this second set of readings. Using Cohen's kappa test, the objective of this second set of readings was to determine the degree of dependability that existed among the examiners themselves.

Root canal classification

For the purpose of this study [16], Vertucci's classification was used to assess the root canal structure of mandibular incisors. Vertucci divided root canal morphology into eight different groups, which are shown, respectively, in fig. 1:

- Type I (1-1): Only one channel extends from the aperture to the apex.
- Type II (2-1): It is from the pulp chamber that two canals emerge, which eventually merge into a single canal.
- Type III (1-2-1): One canal emerges from the pulp chamber, and as it travels across the space, it divides into

two canals. The two canals come together once again to form a single canal before leaving the apex.

- Type IV (2-2): From the opening to the apex, there are two canals on their own.
- Type V (1-2): There is a single canal that originates from the bottom of the pulp chamber and, as it travels, splits into two canals.
- Type VI (2-1-2): In the course of its journey, two canals originate from the pulp chamber; they first merge into a single canal, and then they split into two canals once again before emerging from the root apex.
- Type VII (1-2-1-2): Before leaving the apex, one canal leaves the pulp chamber, which then divides and then re-unites with itself at various points along its path, and eventually divides into two vessels.
- Type VIII (3-3): Three distinct canals depart from the pulp chamber and go towards the apex.

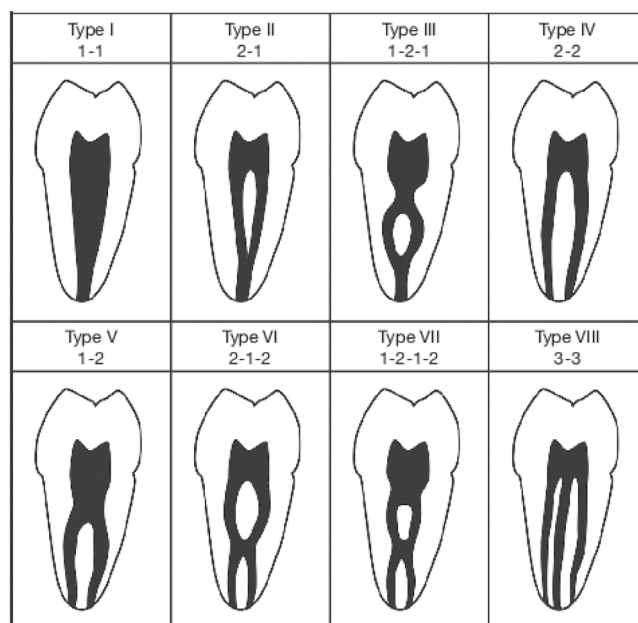


Fig. 1. Visual depictions of the root canal morphology categorization system proposed by Vertucci [16]. Non-Commercial Attribution License via Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) [19]

Рис. 1. Схематическое изображение классификации морфологии корневых каналов по Вертуччи [16]. Лицензия Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) [19]

Оценка изображений

Все КЛКТ-изображения были интегрированы в *In vivo 5 Dental Viewer* (Anatomage, Сан-Хосе, Калифорния, США) с помощью программного обеспечения (GxPicture; Kavo Dental, Биберах-на-Рисе, Германия), работающего на 64-разрядной системе Windows 7 (Microsoft Corporation, Редмонд, Вашингтон, США). Все изображения анализировались на 19-дюймовом ЖК-дисплее (Dell, Раунд-Рок, Техас, США) с разрешением 1366×768 пикселей в темной комнате. Контрастность и яркость изображения корректировались в процессе анализа с помощью инструментов обработки изображений в программном обеспечении для достижения оптимальных условий визуализации.

Отсматривались 3 проекции: аксиальная, корональная и сагитальная.

Во избежание предвзятости все изображения оценивали три стоматолога-специалиста (рентгенолог-стоматолог, эндодонтист и челюстно-лицевой хирург, все с более чем 15-летним опытом работы).

Через месяц после первой оценки снимков была проведена их повторный просмотр, включающий примерно 20 % случайно выбранных изображений с целью оценки достоверности полученных первоначально результатов, с использованием каппа-критерия Коэна.

Классификация корневых каналов

В настоящем исследовании для определения конфигурации корневых каналов нижних резцов использовалась классификация Вертуччи [16]. Вертуччи разделил морфологию корневых каналов на восемь типов следующим образом (рис. 1):

- Тип I (1-1): Один канал идёт от устья до апекса.

- Тип II (2-1): Из пульповой камеры берут начало два канала, которые по ходу своего хода сливаются в один.
- Тип III (1-2-1): Один канал выходит из пульповой камеры и в дальнейшем разделяется на два, которые снова сливаются в один перед выходом из апекса.
- Тип IV (2-2): Два канала идут отдельно от устья до апекса.
- Тип V (1-2): От дна пульповой камеры начинается один канал, который затем разделяется на два.
- Тип VI (2-1-2): От дна пульповой камеры берут начало два канала, которые затем сливаются в один, а перед выходом из верхушки корня снова разделяются на два.
- Тип VII (1-2-1-2): Из пульповой камеры выходит один канал, который затем делится, снова сливается и, наконец, разделяется на два перед выходом из верхушки.
- Тип VIII (3-3): Из пульповой камеры выходят три канала, которые идут независимо друг от друга к верхушке.

Statistical Analysis

The gender and age of the patients, in addition to the root canal configuration type discovered in the mandibular incisors, were the subjects of the data collection. It was determined that Pearson's chi-square tests were used in order to ascertain the relationships that existed between age, gender, and canal type. By our standards, a p -value that was lower than 0.05 was considered to be statistically significant, and a p -value that was lower than 0.001 was considered to be very significant. The kappa test developed by Cohen was used in order to investigate the dependability of the examiners as well as the reliability of the outcomes. IBM Corporation, located in Armonk, New York, United States of America, developed a software package known as SPSS 22.0 for Windows, which was used in order to carry out the statistical analysis.

Results

The kappa test score was 0.8, which indicates that there is a high level of dependability both within and between examiners.

The present study included 519 mandibular incisors, consisting of 261 centrals and 258 laterals, and was based on CBCT images of 150 patients who attended teaching clinics at the faculty of dentistry at the University of Basrah. There were a total of 125 patients, fifty-five of them were female, and their ages ranged from ten to sixty years old. Patients had an average age of 26.8 years, according to the data.

According to the data shown in Table (1), the type I arrangement was the most prevalent among all of the mandibular incisors. Following it, the next most prevalent types were Type III, Type V, and Type VII. Of the teeth that were examined, 54.9 % were of the Vertucci type I variety, 43.3 %

were of the type III variety, 1.2 % were of the type V variety, and 0.6 % were of the type VII variety (fig. 2).

Table 1

Frequency of canal types in total sample

Canal type	No.	%
I	285	54.9
III	225	43.3
V	6	1.2
VII	3	0.6
Total	519	100.0

As shown by the data presented in table (2), the type I canal configuration was the kind of canal design that was seen the most often in mandibular central incisors for the most part. After this, categories III, V, and VII came next

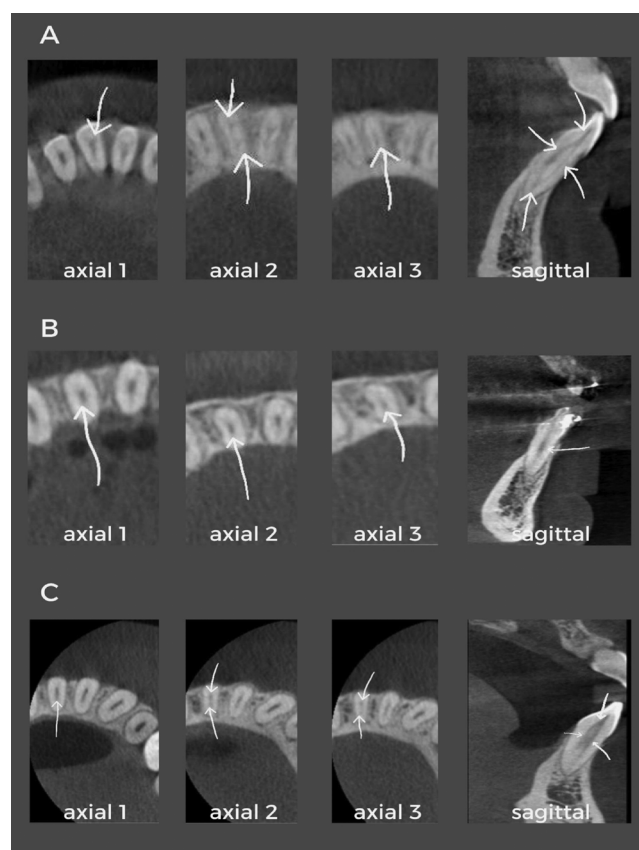


Fig. 2. Classification of mandibular incisor vertucci as A type III, B type I, and C type V using axial and sagittal computed tomography images

Рис. 2. Аксиальная и сагиттальная проекции КЛКТ нижнего резца.

А – тип III Вертуччи, В – тип I Вертуччи, С- тип V Вертуччи

Статистический анализ

При статистической обработке результатов исследования учитывались типы конфигурации корневых каналов нижних резцов, пол и возраст пациентов. Взаимосвязанность этих параметров оценивалась с помощью критерия хи-квадрат Пирсона. Значения $p < 0,05$ считались статистически значимыми, а значения $p < 0,001$ – высокозначимыми. Внутриэкспертная и межэкспертная надежность анализировалась с помощью каппа-критерия Коэна. Для проведения статистического анализа использовалась программа Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) версии 22.0 для Windows (IBM Corporation, Армонк, штат Нью-Йорк, США).

Результаты

Как внутриэкспертная, так и межэкспертная надежность результатов оказалась высокой (значение каппа-критерия = 0,8).

В настоящее исследование были включены 519 резцов нижней челюсти (261 центральный и 258 боковых), полученные при анализе 150 КЛКТ-изображений 150 пациентов, посещающих клинические занятия в институте стоматологии университета Басры. Выборка пациентов включала 75 мужчин и 75 женщин, средний возраст которых составил 26,8 года, а возрастной диапазон – от 10 до 60 лет.

В табл. 1 показано, что тип I был наиболее частой конфигурацией корневых каналов для всех нижних резцов, за ним следовали типы III, V и VII соответственно. Среди обследованных зубов 54,9 % относились к типу I по Вертуччи, 43,3 % – к типу III Вертуччи, 1,2 % – к типу V Вертуччи, а тип VII встречался только у одного зуба (0,6 %). (рис. 2).

Таблица 1

Частота встречаемости различных типов корневых каналов в общей выборке

Тип канала	Кол-во	%
I	285	54,9
III	225	43,3
V	6	1,2
VII	3	0,6
Всего	519	100,0

Как показано в табл. 2, у центральных резцов нижней челюсти наиболее распространенным типом конфигурации корневых каналов являлся тип I Вертуччи, затем следовали типы III, V и VII соответственно. Среди обследованных зубов 59,3 % относились к типу I Вертуччи

in the order that they were presented. Vertucci type I was discovered in 59.3 percent of the teeth that were examined, Vertucci type III was discovered in 37.9 percent of the teeth, and Vertucci type V and Vertucci type VII were discovered in 1.2 % of the mandibular central incisors.

Table 2

Frequency of canal types in central incisors

Canal type	No.	%
I	156	59.7
III	99	37.9
V	3	1.2
VII	3	1.2
Total	261	100.0

As an additional point of interest, the configuration type I was the most prevalent among all of the mandibular lateral incisors, followed by type III and type V in that particular order. Table 3 displays this information for your perusal. In the teeth that were examined, the proportion of Vertucci type I was fifty percent, the percentage of Vertucci type III was forty-eight percent, and the percentage of Vertucci type V was one point two percent.

Table 3

Frequency of canal types in lateral incisors

Canal type	No.	%
I	129	50.0
III	126	48.8
V	3	1.2
Total	258	100.0

чи, 37,9 % – к типу III Вертуччи, а у 1,2 % центральных резцов нижней челюсти встречались как тип V, так и тип VII.

Таблица 2

Частота встречаемости корневых каналов различных типов в центральных резцах

Тип канала	Кол-во	%
I	156	59,7
III	99	37,9
V	3	1,2
VII	3	1,2
Всего	261	100,0

Примечательно, что согласно табл. 3 у нижних боковых резцов наиболее частой конфигурацией корневых каналов также являлись тип I, затем следовали III и V соответственно. Среди исследованных зубов 50,0 % относились к типу I Вертуччи, 48,8 % – к типу III и 1,2 % – к типу V Вертуччи.

Таблица 3

Частота встречаемости корневых каналов различных типов в боковых резцах

Тип канала	Кол-во	%
I	129	50,0
III	126	48,8
V	3	1,2
Всего	258	100,0

Как видно из табл. 4, выборка была разделена на три группы: группа 1 (10–24 года), группа 2 (25–39 лет) и группа 3 (≥ 40 лет). Влияние возраста на конфигурацию

каналов оценивалось только по их количеству; статистически значимые различия были обнаружены между пациентами 3-й и 2-й групп. Среди пациентов 3-й группы частота встречаемости III типа была ниже. V тип наблюдался в 1-й и 2-й возрастных группах, а VII тип – только в 3-й.

Table 4

Distribution of canal types according to age groups

		Canal type				Total
		1	3	5	7	
AGE group	Group I (10–24 years)	73	59	3	0	135
	Group II (25–39 years)	172	152	3	0	327
	Group 3 (≥ 40 years)	40	14	0	3	57
Total		285	225	6	3	519

As may be shown in table 5, there are significant gender differences in root canal design. While type III was more often found in males than females in the mandibular incisors, type I was more commonly found in females than males. Type V was only seen in males, while type VII was exclusively found in females.

каналов оценивалось только по их количеству; статистически значимые различия были обнаружены между пациентами 3-й и 2-й групп. Среди пациентов 3-й группы частота встречаемости III типа была ниже. V тип наблюдался в 1-й и 2-й возрастных группах, а VII тип – только в 3-й.

Таблица 4

Распределение типов корневых каналов по возрастным группам

		Тип канала				Всего
		1	3	5	7	
Возрастные группы	Группа 1 (10–24 лет)	73	59	3	0	135
	Группа 2 (25–39 лет)	172	152	3	0	327
	Группа 3 (≥ 40 лет)	40	14	0	3	57
Всего		285	225	6	3	519

Как показано в табл. 5, конфигурация корневых каналов у мужчин и женщин имеет существенные различия. Распространенность типа III в нижних резцах была выше у мужчин, чем у женщин, в то время как тип I чаще встречался у женщин. Тип V наблюдался только у мужчин, а тип VII – только у женщин.

Таблица 5

Распределение типов корневых каналов по полу

		Тип канала				всего
		1	3	5	7	
Пол	1(Мужчины)	154	107	6	0	267
	2(Женщины)	131	118	0	3	252
Всего		285	225	6	3	519

Table 5

Distribution of canal types according to gender

		Canal type				Total
		1	3	5	7	
Gender	1(Male)	154	107	6	0	267
	2(Female)	131	118	0	3	252
Total		285	225	6	3	519

The accuracy of detecting intricate root canal anatomies using CBCT is influenced by several key imaging parameters. Notably, voxel size plays a critical role—smaller voxel sizes (e.g., 0.125–0.2 mm) allow for higher spatial resolution, enabling the visualization of fine anatomical details such as accessory canals or bifurcations. Additionally, field of view (FOV) should be appropriately limited to the region of interest to reduce scatter and enhance image clarity. Tube voltage (kVp) and current (mA) settings should be optimized to balance image quality with radiation exposure, typically ranging from 70–90 kVp and 4–10 mA in dental applications. Proper patient positioning and motion control are also essential to prevent image artifacts.

Discussion

There are many potential reasons for endodontic treatment to fail, but a missing canal due to a misdiagnosis is among the most common. Various subpopulations from different regions, ethnicities, and ages have reported variations in the root canal system's space, which is indicative of the fact that demographic factors significantly impact the internal anatomy of teeth [20]. This fact explains why the Iraqi population has been the subject of more studies.

Based on the results of the current study, four different geometries of Vertucci root canals—types I, III, V, and VII—

have been identified (Table 1). The study found that apical foramina types I and III, which occur in 42.8 % and 55.5 % of mandibular central and lateral incisors, respectively, compared to types V and VII, which occur in 1.2 % and 0.5 % of these teeth. Their results are consistent with those of previous research that examined the Saudi subpopulation, such as Al-Fouzan et al [21] and Mashyakhly et al [22]. In addition, our results corroborate those of other studies that have examined different populations [23].

Our study's purview included a review of the literature on how the shape of the central and lateral incisors of the mandible alter with gender. Mustafa et al likewise found no statistically significant variation in root number or root canal size between the sexes in their study of a Saudi population sample [24].

In contrast to a study conducted by Goran et al [25] on Kurdish individuals from Erbil city in Iraq, our research indicated a somewhat greater prevalence of mandibular incisors type III. This was discovered by using the same examination process, although with a different sample size. Though type III remains the most common, this investigation discovered a different sample size. We confirmed the findings of Ghabbani et al [18] and Mahmood Talabani [26] that type I was the most common in both sexes.

The results found by Alkahtany et al [27] in a Saudi population were completely at odds with our own findings. They found that the prevalence of two canals in mandibular incisors was significantly higher in men than in women. Additionally, in an Iraqi study, Mahmood Talabani [26] found that the incidence of two root canals was much higher in females than in males.

When looking at the correlation between gender and root canal frequency, investigations on different populations have

Точность визуализации сложной анатомии корневых каналов с помощью КЛКТ зависит от нескольких ключевых параметров изображения, при этом решающую роль играет размер вокселя: чем меньше размер (например, 0,125–0,2 мм), тем выше пространственное разрешение, что позволяет увидеть тонкие анатомические особенности, как дополнительные каналы или разветвления. Кроме того, для уменьшения рассеивания и повышения четкости изображения следует соответствующим образом ограничить поле зрения (FOV) областью интереса. Настройки напряжения трубки (кВп) и тока (мА) должны быть оптимизированы для баланса между качеством изображения и воздействием излучения, обычно в стоматологической практике значения этих параметров составляют 70–90 кВп и 4–10 мА соответственно. Правильное позиционирование пациента и контроль его движений также необходимы для уменьшения количества артефактов.

Обсуждение результатов

Множество причин приводит к неудачам эндодонтического лечения, одной из наиболее частых является необнаруженный корневой канал вследствие неправильной диагностики. Демографические факторы значительно влияют на внутреннюю анатомию зубов, а различия в конфигурации корневых каналов наблюдаются не только между субпопуляциями из разных географических регионов, но и между различными этническими и возрастными группами [20]. Этот факт потребовал расширения исследований, посвященных населению Ирака.

В настоящем исследовании были выявлены четыре типа конфигурации корневых каналов по Вертуччи (типы I, III, V, VII) (табл. 1). Распространенность одно-

го апикального отверстия (типы I, III) в центральных и боковых резцах нижней челюсти была выше, чем двух апикальных отверстий (типы V и VII): 42,8 %, 55,5 % и 1,2 %, 0,5 % соответственно. Эти результаты согласуются с результатами предыдущих исследований, проведенных на субпопуляции жителей Саудовской Аравии Аль-Фузаном и соавторами [21] и Машьякхи и соавторами [22]. Более того, наши результаты согласуются с результатами предыдущих исследований, проведенных на различных популяциях [23].

В нашем исследовании изучались различия в морфологии центральных и боковых резцов нижней челюсти в зависимости от пола. Существенных различий в количестве корней и корневых каналов между полами обнаружено не было; аналогичное наблюдение было также проведено Мустафой и соавторами в их исследовании выборки жителей Саудовской Аравии [24].

В этом исследовании частота встречаемости нижних резцов типа III была несколько выше, чем у Горана и соавторов [25], исследовавших иракское курдское население города Эрбиль, применявших ту же методику исследования, но с разницей в размере выборки, хотя тип I был также определен как наиболее распространенный. В нашем исследовании было установлено, что тип I является наиболее распространенным у обоих полов, что согласуется с исследованиями Махмуда Талабани [26] и Габбани и соавторов [18].

Наши результаты противоречат результатам, полученным Алкахтани и соавт. [27] в отношении популяции из Саудовской Аравии, в которой обнаружено, что у мужчин распространенность двух корневых каналов нижних резцов значительно выше, чем у женщин. Более того, в иракском исследовании Махмуда Талабани [26]

shown conflicting results. According to studies done in Iran by Kazimpor et al., root canal shapes might differ significantly across sexes (28). This finding was further supported by studies done all over the world by Martins et al, who discovered that the likelihood of men having two canals was higher than that of females [23]. Martins et al. found that the occurrence of two canals in mandibular incisors varied significantly across geographic locations, ethnicities, sexes, and age groups in their global survey. It is possible that these changes account for the discrepancies between our results and those of previous investigations [23].

Additionally, this study examined the impact of aging on root canal shape. Teeth with a single canal and more complicated root canal morphology were more common among those aged 21–40, compared to other age groups, according to the findings. Our results go counter to those of Alkahtany et al., who found that individuals under the age of 40 had a significantly higher incidence of two root canals [27]. However, our results run counter to what they found. Furthermore, a study conducted by Karobari et al. [29], which analyzed the root canal morphology of a Malaysian population, found that the frequency of canal changes in mandibular incisor tissues was highest in persons aged 20 to 30.

As people age, they experience changes like as the build-up of secondary dentin and the hardening of canals. As we become older, our teeth's pulp undergoes changes such as

a loss in vascular supply, the formation of fibrous bundles, a decrease in fibroblast density, and a shrinking of the pulp chamber caused by the continual development of dentin. Beginning between the ages of 20 and 39, these changes are followed by a decrease in odontoblast cellularity between the ages of 40 and 59. These alterations may explain why elderly people need to have more root canals removed.

The study may have a limited sample size and might not fully represent the entire Iraqi population, used existing CBCT data retrospectively, and it focus primarily on anatomical variation without correlating the findings with clinical outcomes.

Conclusion

It is common for mandibular incisors to have several canals. Consequently, dentists may locate and traverse more canals with the use of an enhanced dental microscope, X-ray interpretation, and improved access preparation. Future studies should include a broader and more diverse sample from different regions of Iraq to strengthen comparative data across ethnic groups. Correlating anatomical variations with actual endodontic treatment outcomes and conduct comparative studies between Iraqi populations and those from other countries. Educational integration into dental curricula and training programs.

установлено, что у женщин распространенность двух корневых каналов значительно выше, чем у мужчин.

Исследования, проведенные в разных популяциях относительно корреляции пола с количеством корневых каналов, противоречивы. В иранском исследовании, проведенном Казимпором и соавторами, сообщалось о значительных различиях в морфологии корневых каналов между полами [28]. Эти сведения были подтверждены международным исследованием Мартинса и соавторами, которые сообщили о более высокой распространенности двух каналов у мужчин [23]. Однако в международном исследовании Мартинса и соавторов были отмечены значительные различия в распространенности двух каналов в нижних резцах среди людей, принадлежащих к разным географическим регионам, этническим группам, полу и возрастным группам, что может объяснять различия между нашими результатами и результатами других исследований [23].

В настоящем исследовании также изучалось влияние возраста на морфологию корневых каналов. Результаты показали, что в возрастной группе от 21 до 40 лет наблюдалась более высокая распространенность зубов с одним каналом и более сложная анатомия корневых каналов, чем в других возрастных группах. Наши результаты расходятся с результатами Алкахтани и соавторов, которые установили, что распространенность двух корневых каналов была статистически выше у пациентов моложе 40 лет [27]. Более того, в работе Каробари и соавторов, изучавших морфологию корневых каналов у малазийцев и установлено, что у пациентов в возрасте 20–30 лет наблюдалось больше изменений корневых каналов нижних резцов [29].

Кальцификация каналов и отложение вторичного дентина связаны с возрастом. В свою очередь, возраст-

ные изменения пульпы зуба включают уменьшение пульпарной камеры, вызванное непрерывным формированием дентина, снижением кровоснабжения, образованием фиброзных пучков и снижением плотности фибробластов. Эти изменения начинаются в возрасте 20–39 лет, а затем, в возрасте 40–59 лет снижается клеточность одонтобластов. Эти изменения могут объяснять исчезновение дополнительных корневых каналов у пациентов старшего возраста.

Данное исследование, ретроспективно рассматривающее имеющиеся КЛКТ снимки, вероятно имеет ограниченный размер выборки и не в полной мере отражает статистику для всего населения Ирака. Однако основная цель данной работы – демонстрация существующих анатомических вариаций без привязки к клинической практике.

Закключение

Наличие нескольких каналов в нижних резцах встречается нередко. Поэтому более тщательная предпроцедурная подготовка, комплексная интерпретация рентгеновских снимков и использование дентального микроскопа для улучшения обзора помогут врачам успешнее обнаруживать и проходить дополнительные корневые каналы. В будущих исследованиях следует использовать более широкую и разнообразную выборку из разных регионов Ирака с целью формирования статистики для разных этнических групп. Необходимо сопоставить анатомические вариации с результатами эндодонтического лечения и провести сравнительные исследования между иракским населением и населением других стран. Следует также интегрировать эти данные в образовательные программы по стоматологии и др.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Bansal R., Hegde S., Astekar M.S. Classification of Root Canal Configurations: A Review and a New Proposal of Nomenclature System for Root Canal Configuration. *J Clin Diagnostic Res.* 2018;12;5:ZE01-ZE05. Doi: 10.7860/jcdr/2018/35023.11615.
2. Saati S., Shokri A., Foroozandeh M., Poorolajal J., Mosleh N. Root Morphology and Number of Canals in Mandibular Central and Lateral Incisors using Cone Beam Computed Tomography. *Braz Dent J.* 2018;29;3:239-244. Doi: 10.1590/0103-6440201801925.
3. Boruah L.C., Bhuyan A.C. Morphologic Characteristics of Root Canal of Mandibular Incisors in North-East Indian Population: an in Vitro Study. *J Conserv Dent.* 2011 Oct;14;4:346-50. Doi: 10.4103/0972-0707.87195. PMID: 22144800; PMCID: PMC3227278.
4. Robertson D., Leeb I.J., McKee M., Brewer E. A Clearing Technique for the Study of Root Canal Systems. *J Endod.* 1980;6;1:421-424. Doi: 10.1016/S0099-2399(80)80218-4.
5. Vertucci F., Seelig A., Gillis R. Root Canal Morphology of the Human Maxillary Second Premolar. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 1974;38;3:456-464. Doi: 10.1016/0030-4220(74)90374-0.
6. Pawar A.M., Pawar M., Kfir A., et al. Root Canal Morphology and Variations in Mandibular Second Molar Teeth of an Indian Population: an in Vivo Cone-Beam Computed Tomography Analysis. *Clin Oral Invest.* 2017;21;9:2801-2809. Doi: 10.1007/s00784-017-2082-6.
7. Franklin S., Weine, Harry J., Healey, Harold Gerstein L.E. Canal Configuration in the Mesio Buccal Root of the Maxillary First Molar and its Endodontic Significance. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1969 Sep;28;3:419-25. Doi: 10.1016/0030-4220(69)90237-0.
8. Gomes B.P.F.A., Rodrigues H.H., Tancredo N. The Use of a Modelling Technique to Investigate the Root Canal Morphology of Mandibular Incisors. *Int Endod J.* 1996;29;1:29-36. Doi: 10.1111/j.1365-2591.1996.tb01356.x.
9. Alaçam T., Görgül G., Ömürlü H. Evaluation of Diagnostic Radiopaque Contrast Materials Used with Calcium Hydroxide. *J Endod.* 1990;16;8:365-368. Doi: 10.1016/S0099-2399(06)81907-2.
10. Datta P., Zahir S., Kundu G.K., Dutta K. Different Methods of Studying Root Canal Morphology of Human Tooth: A Review. *Bangladesh J Dent Res Educ.* 2015;5;2:59-63. Doi: 10.3329/bjdre.v5i2.24718.
11. Tachibana H., Matsumoto K. Applicability of X-ray Computerized Tomography in Endodontics. *Endod Dent Traumatol.* 1990 Feb;6;1:16-20. Doi: 10.1111/j.1600-9657.1990.tb00381.x. PMID: 2390962.
12. Nathani P., Naik S., Singh M.P., Verghese S. Endodontic Applications of Spiral Computed Tomography Abstract: Introduction: History: Technique: Endodontic Applications. 2009;2;1:1-4.
13. Nimeshkumar P., Ekta M. A Review on Cone Beam Computed Tomography in Dentistry. *Int J Oral Craniofacial Sci.* November 2021:003-007. Doi: 10.17352/2455-4634.000050.
14. Macleod I., Heath N. Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) in Dental Practice. *Dent Update.* 2008;35;9:594-8. Doi: 10.12968/denu.2008.35.9.590.
15. Khanna A.B. Applications of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *Evidence-Based Endod.* 2020;5;1:16-25. Doi: 10.1186/s41121-020-00020-4.
16. Vertucci F.J. Root Canal Anatomy of the Human Permanent Teeth. *Oral Surgery, Oral Med, Oral Pathol.* 1984 Nov;58;5:589-99. Doi: 10.1016/0030-4220(84)90085-9.
17. Almohaimede A., Alqahtani A., Alhatlani N., Alsaloome N. Analysis of Root Canal Anatomy of Mandibular Permanent Incisors in Saudi Subpopulation: a Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) Study. 2022 May 19;2022:3278943. Doi: 10.1155/2022/3278943.
18. Ghabbani H.M., Marghalani A.A., Alabiri H.R. Assessment of Root Canal Morphology of Mandibular Incisors Using Cone-Beam Computed Tomography among Residents of Al-Madinah Al-Munawara Region, Saudi Arabia. *Eur J Gen Dent.* 2020;9;1:40-44. Doi: 10.4103/ejgd.ejgd_141_19.
19. Al-Saedi A., Al-Bakhakh B., AL-Tae R.G. Using Cone-Beam Computed Tomography to Determine the Prevalence of the Second Mesio Buccal Canal in Maxillary First Molar Teeth in a Sample of an Iraqi Population. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2020;12:505-514. Doi: 10.2147/CCIDE.S281159.
20. Martins J.N.R., Nole C., Ounsi H.F., et al. Worldwide Assessment of the Mandibular First Molar Second Distal Root and Root Canal: a Cross-sectional Study with Meta-Analysis. *J Endod.* 2022;48;2:223-233. Doi: 10.1016/j.joen.2021.11.009.
21. Al-Fouzan K.S., Al-Fouzan M., AlManee A., Jan J., Al-Rejaie M. Incidence of Two Canals in Extracted Mandibular Incisors Teeth of Saudi Arabian Samples. *Saudi Endodontic Journal.* 2012;2;2:65-69.
22. Mashayekhi M. Anatomical Analysis of Permanent Mandibular Incisors in a Saudi Arabian Population: an in Vivo Cone-Beam Computed Tomography Study in Vivo Cone-Beam Computed Tomography Study. *Nigerian Journal of Clinical Practice.* 2019 Nov;22;11:1611-1616. Doi: 10.4103/njcp.njcp_291_19.
23. Martins J.N.R., Ensinas P., Chan F., et al. Worldwide Prevalence of the Lingual Canal in Mandibular Incisors: a Multicenter Cross-Sectional Study with Meta-Analysis. *J Endod.* 2023;49;7:819-835. Doi: 10.1016/j.joen.2023.05.012.
24. Mustafa M., Karobari M.I., Al-Maqdari A.A.A., et al. Investigating Root and Canal Morphology of Anterior and Premolar Teeth Using CBCT with a Novel Coding Classification System in Saudi Subpopulation. *Sci Rep.* 2025;15;1:1-20. Doi: 10.1038/s41598-025-86277-4.
25. Goran A.M. (EDJ) FHR-EDJ, Undefined 2020. Canal Configurations of Mandibular Anterior Teeth in Erbil City by CBCT. *HmuEduKrd.* 2020;3;1:10-12.
26. Mahmood Talabani R. Assessment of Root Canal Morphology of Mandibular Permanent Anterior Teeth in an Iraqi Subpopulation by Cone-Beam Computed Tomography. *J Dent Sci.* 2021 Oct;16;4:1182-1190. Doi: 10.1016/j.jds.2021.02.010. Epub 2021 Apr 1. PMID: 34484586; PMCID: PMC8403811.
27. Alkahtany M., Almadhi K., Madwas A. Root Canal Morphology of Mandibular Anterior Teeth Using Cone Beam Computerized Tomography in Saudi Sub-Population. *International Journal of Dentistry and Oral.* 2020;6:1-6.
28. Kazempoor M., Hajighasemi A., Hakimian R. Gender Difference and Root Canal Morphology in Mandibular Premolars: A Cone-Beam Computed Tomography Study in an Iranian Population. *Contemp Clin Dent.* 2015;6;3. Doi: 10.4103/0976-237X.161902.
29. Karobari M.I., Noorani T.Y., Halim M.S., Ahmed H.M.A. Root and Canal Morphology of the Anterior Permanent Dentition in Malaysian Population Using Two Classification Systems: a CBCT Clinical Study. *Aust Endod J.* 2021;47;2:202-216. Doi: 10.1111/aej.12454.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. *Aqeel Al-Saedi*: определение целей и задач исследования, его методологии, сбор данных, непосредственное проведение исследования, администрирование проекта; предоставление материального и программного обеспечения; написание первоначального текста работы, обеспечение рецензирования и редактирования. *Bahaa Al-Bakhakh*: определение целей и задач исследования, его методологии, сбор данных, непосредственное проведение исследования, администрирование проекта; написание первоначального текста работы, обеспечение рецензирования и редактирования. *Riad Al-Tae*: определение целей и задач исследования, его методологии, сбор данных, непосредственное проведение исследования, администрирование проекта; предоставление материального обеспечения; написание первоначального текста работы, обеспечение рецензирования и редактирования.

Поступила: 20.11.2025. Принята к публикации: 25.12.2025.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. *Aqeel Al-Saedi*: Management of the project, resources, software, conceptualization, data curation, investigation, methodology, writing (original draft and review/editing), and project management. *Bahaa Al-Bakhakh*: Ideas generation, data curation, research, methodology, project management, writing (both the first draft and subsequent revisions), and editing and review. *Riad Al-Tae*: Ideas, information gathering, analysis, methodology, management of projects, and materials; Both the «original draft» and «review and editing» stages of writing.

Article received: 20.11.2025. Accepted for publication: 25.12.2025.