

Гончарук-Хомин Мирослав Юрійович,
доктор філософії,
завідувач кафедри терапевтичної стоматології,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0002-7482-3881
м. Ужгород, Україна

Турчин Юрій Володимирович,
лікар-стоматолог,
Приватна практика «Стоматологічна клініка Турчина»
м. Київ, Україна

Баранець Владислав Васильович,
PhD-здобувач кафедри терапевтичної стоматології,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0009-0006-8863-7605
м. Ужгород, Україна

Білей Анастасія Михайлівна,
PhD-здобувач кафедри хірургічної стоматології та клінічних дисциплін,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0009-0002-7673-6930
м. Ужгород, Україна

Вплив розміру вокселя на можливість верифікації другого мезіо-щічного каналу (МВ2) в структурі верхніх молярів за даними конусно-променевої комп'ютерної томографії

Вступ. Логічним видається припущення, що збільшення показника поширеності ідентифікації другого мезіо-щічного каналу (МВ2) у структурі верхніх молярів повинно бути асоційоване із меншими розмірними параметрами вокселя КПКТ-зображення, однак розбіжності у результатах окремих досліджень, а також між такими висвітленими у дослідженнях експериментального та систематичного характеру, аргументують потребу у проведенні відповідного компаративного аналізу доступних даних з метою їх подальшої систематизації та об'єктивної інтерпретації. **Мета дослідження.** Проаналізувати дані щодо впливу параметрів розміру вокселя КПКТ-зображення на можливість верифікації другого мезіо-щічного каналу у структурі молярів верхньої щелепи. **Матеріали та методи.** Дослідження представляло собою структурований огляд літератури з виокремленням у якості цільових досліджуваних параметрів розміру вокселя КПКТ зображення (як потенційної детермінанти) та встановленої поширеності/ймовірності ідентифікації МВ2 за даними КПКТ (як потенційної похідної). Аналіз первинної когорти публікацій проводився за назвою та змістом анотацій/резюме, після чого ті роботи, які в найбільшій мірі відповідали меті даного дослідження підлягали деталізованому контент-аналізу, категорії котрого включали наступні: 1) взаємозв'язок розміру вокселя та поширеності ідентифікації МВ2 каналу за даними КПКТ досліджень; 2) відмінності частоти ідентифікації МВ2 каналу при різних вихідних розмірах вокселя за даними КПКТ досліджень; 3) вплив різних дизайнів досліджень на репрезентовану у їх результатах поширеність ідентифікації МВ2 при різних розмірах вокселя; 4) фактори, котрі впливають на ймовірність ідентифікації МВ2 каналу на КПКТ зображеннях при різних розмірах вокселя. **Результати досліджень та їх обговорення.** Дані, агреговані в ході проведеного огляду літератури, вказують на те, що ймовірність ідентифікації МВ2 каналу у структурі верхніх молярів за даними КПКТ при різних розмірах вокселя, які менші або ж рівні 0,2 мм, статистично не відрізняється за умови, що розмір вокселя інтерпретований як основна детермінанта варіації поширеності МВ2 за даними КПКТ. Попри це на ймовірність ідентифікації МВ2 каналу впливають стан МВ1 каналу, факт наявності артефактів, товщина різку під час аналізу зображень, досвід оператора, особливості використовуваного програмного забезпечення. Збільшення розміру вокселя в понад 0,2 мм потенційно може критично впливати на зміни ймовірності верифікації МВ2 каналу в структурі молярів верхньої щелепи за даними КПКТ зображень. В процесі аналітичного опрацювання наукових публікацій вдалось виявити специфічну залежність, яка проявлялась в тому, що у тих наукових роботах, в яких цільовими для дослідження виступали саме категорійні дані, більш точні результати КПКТ обстежень були пов'язані із вищою роздільною здатністю (меншим розміром) вокселя.

Висновки. У проведених систематичних оглядах не було ідентифіковано статистично обґрунтованих відмінностей щодо критичного впливу використовуваних різних розмірів вокселя як значущої детермінанти варіації рівнів поширеності другого мезіо-щічного каналу в структурі молярів верхньої щелепи, хоча за даними окремих досліджень відмічалась тенденція до вищої поширеності ідентифікації МВ2 каналу при використанні КПКТ-протоколів з малим розміром вокселя, та у випадках використання розміру вокселя $\leq 0,2$ мм (в порівнянні з випадками використання розміру вокселя $> 0,2$ мм).

Ключові слова: ендодонтія, воксель, конусно-променева комп'ютерна томографія.

Goncharuk-Khomyn Myroslav Yuriyovich, PhD, Head of Department of Restorative Dentistry, SHEI "Uzhhorod National University", ORCID ID: 0000-0002-7482-3881, Uzhhorod, Ukraine

Turchyn Yuriy Volodymyrovych, Dentist, private practice "Turchyn Dental Clinic", Kyiv, Ukraine

Impact of voxel's size on the possibility of second mesio-buccal canal (MB2) verification within the structure of upper molars based on cone-beam computed tomography data

Introduction. It seems logical to assume that the increase in the prevalence of second mesio-buccal canal (MB2) identification within maxillary molars should be associated with smaller dimensional parameters of the CBCT-image voxel, however, discrepancies in the results of individual studies, as well as between those highlighted in experimental and systematic studies, argue for the need to conduct a corresponding comparative analysis of available data for the purpose of their further systematization and objective interpretation. **Objective of the research.** To analyze the data on the impact of the CBCT image voxel's size parameters on the possibility of the second mesio-buccal canal verification within the structure of the maxillary molars. **Materials and methods.** The study was provided as a structured literature review with the target investigated parameters being presented by the voxel size of the CBCT image (as a potential determinant) and the established prevalence/probability of identification of MB2 canal based on the CBCT data (as a potential derivative). The analysis of the publications primary cohort was carried based on the title and content of the abstracts/summaries, after which those works that most closely corresponded to the purpose of this study were subjected to the detailed content analysis, the categories of which included the following: 1) the relationship between the voxel size and the prevalence of the MB2 canal identification according to the CBCT studies data; 2) differences in the frequency of of the MB2 canal identification at different initial voxel sizes according to the data of CBCT studies; 3) impact of different research designs on the prevalence of MB2 canal identification represented in their results considering different voxel sizes; 4) factors affecting the probability of identifying MB2 canal on the CBCT images at different voxel sizes. **Results and discussions.** The data aggregated during the literature review indicated that the probability of identifying MB2 canal according to the CBCT data with different voxel sizes, which are less than or equal to 0,2 mm, does not differ statistically, and such outcome is reliable when the voxel size is interpreted as the main determinant for MB2 canal prevalence variation based on CBCT data. Despite this, the probability of identifying the MB2 canal is affected by the condition of the MB1 canal, presence of artifacts, thickness of the slice during image analysis, experience of the operator, and features of used software. An increase in the voxel size of more than 0,2 mm can potentially have a critical impact on the changes of probability for MB2 canal verification within the structure of the maxillary molars according to the CBCT images. During the analytical processing of scientific publications, it was possible to identify a specific dependence, which was manifested in the fact that in those scientific works in which categorical data were targeted for research, more accurate results of CBCT examinations were associated with a higher resolution (smaller voxel size). **Conclusions.** In the conducted systematic reviews, no statistically substantiated differences were identified regarding the critical influence of the used different voxel size as a significant determinant for the variation of the second mesio-buccal canal prevalence within the structure of the maxillary molars, although, according to the data of individual studies, a trend towards a higher prevalence of identification of the MB2 canal was noted when using CBCT- protocols with a small voxel size, and in cases of using a voxel size $\leq 0,2$ mm (compared to cases of using a voxel size $> 0,2$ mm).

Key words: endodontics, voxel, cone-beam computed tomography.

Вступ. У систематичному огляді Anirudha S. та колег було підтверджено, що поширеність другого мезіо-щічного каналу (MB2) у структурі верхніх молярів за даними КПКТ сягає 64,76%, тоді як глобальна поширеність даного каналу складає 73,8% [12]. У мультицентричному дослідженні Martins J.N.R. та колег, яке передбачало аналіз даних КПКТ з розміром вокселя не більше 0,25 мм, глобальна поширеність MB2 складала 73,8%, варіюючи у різних географічних регіонах від 48% до 97,6% [35]. Пропущений в ході ендодонтичного лікування MB2 канал асоційований з 5,5-кратно вищою ймовірністю розвитку апікального періодонтиту (в порівнянні із зубами, в яких він був верифікований і опрацьований в ході втручання), що обґрунтовує доцільність пошуку підходів до його верифікації і належної хемомеханічної обробки [5]. При цьому 77,19% перших верхніх молярів проаналізованих з використанням методу КПКТ після завершеного ендодонтичного лікування продемонстрували наявність необтурованого MB2 каналу [1].

Згідно даних систематичного огляду Aung N.M. КПКТ характеризується найвищими рівнем чутливості по відношенню до можливості ідентифікації MB2 каналу (96,6%) в порівнянні із іншими додатковими каналами, однак порівняно нижчим рівнем специфічності (85,1%) [6].

Попередньо були запропоновані різні підходи до оптимізації пошуку MB2 за даними конусно-променевої компютерної томографії. Так Zhuk R. та колеги (2020) продемонстрували, що відстань від MB1 до MB2 складає в середньому $2,06 \pm 0,52$ мм, однак варіації цього показника можливі між пацієнтами [21]. У роботі Perondi I. та колег (2023) було відмічено, що при довжині MB1 рівній або більшій за 14,56 мм статистично збільшується ймовірність сполучення MB1 та MB2 [32]. Наявність MB2 за даними мікро-КТ також була асоційована із більшою товщиною дентинної стінки MB1 каналу з піднебінного боку, а також із меншим діаметром MB1 каналу, що також було аргументовано статистично [7, 19, 20, 22]. Rosado L.P. та колеги довели, що об'єм MB1 каналу при відсутності MB2 є статистично більшим [7, 19, 20, 22]. Su C. та колеги запропонували використовувати співвідношення відстаней від устями каналів для оптимізації пошуку устя MB2 на КПКТ-зрізах [16], а Zhang Y. та колеги продемонстрували, що співвідношення відстані від устя мезіощічного каналу до піднебінного до відстані між устями дистальнощічного до піднебінного каналів більше за 1,26 свідчить про високу ймовірність наявності MB2 каналу (жоден із досліджуваних молярів з ідентифікованим MB2 не характеризувався співвідношенням даних відстаней меншим за 1,16, тоді як всі моляри з даним співвідношенням відстаней біль-

шим за 1,37 без виключення демонстрували наявність MB2) [4].

В умовах лабораторних досліджень з використанням КПКТ поширеність ідентифікації другого мезіо-щічного каналу складала 63,33% та 65,0% відповідно для двох різних операторів, при цьому у описі методології дослідження не було деталізовано ні параметрів величини вокселя, ні товщини зрізу, які застосовувалися в ході експерименту [17]. При цьому варто відмітити, що автори не змогли верифікувати відмінностей діагностичних можливостей щодо верифікації MB2 каналу при порівнянні методу КПКТ та фізичного секціонування видалених зубів, використовуючи для обох методів аналогічні координати для графічного та фізичного перерізів [17]. Аналогічно у дослідженні поширеності MB2 за даними КПКТ, в якому автори відмітили показники такого на рівні 51,3% у структурі перших молярів верхньої щелепи, дослідниками не було деталізовано при якому розміру вокселя та за якої товщини зрізу було реалізовано дане дослідження [26]. Слід відзначити, що відсутність деталізації розмірних параметрів вокселя, використовуваних в ході проведення конусно-променевої комп'ютерної томографії, або ж залежності між такою та частотою верифікації MB2, неодноразово зустрічається у наукових роботах, спрямованість котрих включає ідентифікацію MB2 за даними КПКТ.

Логічним видається припущення, що збільшення показника поширеності ідентифікації другого мезіо-щічного каналу в структурі верхніх молярів повинно бути асоційоване із меншими розмірними параметрами вокселя КПКТ-зображення, однак розбіжності у результатах окремих досліджень, а також між такими висвітленими у дослідженнях експериментального та систематичного характеру, аргументують потребу у проведенні відповідного комп'ютерного аналізу доступних даних з метою їх подальшої систематизації та об'єктивної інтерпретації шляхом виокремлення фактичного впливу розміру вокселя на ймовірність верифікації другого мезіо-щічного каналу у структурі молярів верхньої щелепи.

Мета. Проаналізувати дані щодо впливу параметрів розміру вокселя КПКТ-зображення на можливість верифікації другого мезіо-щічного каналу у структурі молярів верхньої щелепи.

Матеріали та методи. Дослідження представляло собою структурований огляд літератури з виокремленням у якості цільових досліджуваних параметрів розміру вокселя КПКТ зображення (як потенційної детермінанти) та встановленої поширеності/ймовірності ідентифікації MB2 за даними КПКТ (як потенційної похідної). Первинний пошук публікацій, асоційованих із метою даного дослідження, проводився у базі даних PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), в якій з використанням ключових слів «second mesiobuccal canal» та «voxel» всього було ідентифіковано лише 8 наукових робіт. Для збільшення обсягу когорти наукових робіт, пов'язаних із метою даного дослідження, додатковий пошук проводився у базі PubMed Central (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>), в якій із застосуванням дескриптора «second[All Fields] AND

mesiobuccal[All Fields] AND («dental pulp cavity»[MeSH Terms] OR («dental»[All Fields] AND «pulp»[All Fields] AND «cavity»[All Fields]) OR «dental pulp cavity»[All Fields] OR «canal»[All Fields]) AND voxel[All Fields]» вдалось верифікувати 359 наукових робіт, котрі відповідали запиту [11]. Додатково пошук наукових робіт проводили також через систему Google Scholar (<https://scholar.google.com/>) з використанням аналогічних ключових слів «second mesiobuccal canal» та «voxel» [23], проте всі роботи верифіковані через Google Scholar, які відповідали меті даного дослідження, виявилися дублікатами робіт, уже попередньо верифікованими у базі PubMed Central. Аналіз первинної когорти публікацій проводився за назвою та змістом анотацій/резюме, після чого ті роботи, які в найбільшій мірі відповідали меті даного дослідження підлягали деталізованому контент-аналізу, категорії котрого включали наступні: 1) взаємозв'язок розміру вокселя та поширеності ідентифікації MB2 каналу за даними КПКТ досліджень; 2) відмінності частоти ідентифікації MB2 каналу при різних вихідних розмірах вокселя за даними КПКТ досліджень; 3) вплив різних дизайнів дослідження та репрезентованої у їх результатах поширеності ідентифікації MB2 при різних розмірах вокселя; 4) фактори, котрі впливають на ймовірність ідентифікації MB2 каналу на КПКТ зображеннях при різних розмірах вокселя.

Групування та категоризація даних у відповідності до різних категорій контент-аналізу проводилася у програмному забезпеченні Microsoft Excel 2019 (Microsoft Office 2019, Microsoft) з побудовою відповідних графів залежностей між показниками, які представляли інтерес згідно сформульованої мети дослідження, та їх подальшим топологічним сортуванням у відповідності до встановлених взаємозв'язків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Систематичний огляд, присвячений вивченню впливу варіації розміру вокселя на результати діагностики з використанням методу КПКТ в стоматології, продемонстрував, що наразі неможливо запропонувати уніфікованих параметрів для протоколу дослідження пацієнтів з різними патологіями, і такі, враховуючи, різну діагностичну спрямованість, повинні відрізнятися у різних клінічних випадках [31]. Хоча попередньо специфічно для ендодонтичних цілей дослідники запропонували використовувати розмір вокселя в 0,2 мм та режим сканування тривалістю в 14,7 секунд [18].

Hiebert В. та колегами було відмічено, що застосування КПКТ з метою верифікації MB2 є доцільним тільки у випадках, коли такий не вдалось знайти в ході клінічного пошуку, при цьому комплексний підхід забезпечував ідентифікацію MB2 в 87% випадків [27]. Прямий інтраопераційний пошук MB2 забезпечував статистично кращі результати, ніж ізольований перегляд КПКТ сканів (з розміром вокселя 0,125 мм) по відношенню до показника ймовірності ідентифікації каналу (78% проти 69%) [27]. В дослідженні Studebaker В., в якому КПКТ дослідження проводилися з розміром вокселя 0,076 мм, поширеність MB2 каналу у клінічних випадках лікування верхніх молярів з наявними передопераційними КПКТ даними складала 76%, тоді

як у випадках без доступних передопераційних КПКТ (тобто, встановлена лише в ході клінічного втручання) – 54,5% [33].

У роботі Carlo Bello M. (2018) використання розміру вокселя у 0,125 мм дозволило верифікувати другий мезіо-щічний канал у 43,54% досліджуваних зубів, що статистично не відрізнялося від показників, отриманих при фізичному секціонуванні зубів (41,50%) [13]. КПКТ з розміром вокселя у 0,125 мм характеризувалося порівняно вищою верифікаційною здатністю, аніж візуальний аналіз, використання збільшуючих лупів та мікроскопу у розрізі ймовірності ідентифікації MB2 каналу, а показники чутливості і специфічності даного методу сягали 88,52% та 88,37% відповідно [13]. Хоча у роботі de Oliveira Santos P. та колег (2022) поширеність верифікації MB2 за даними КПКТ складала 67% (при розмірі вокселя – 0,076 мм), а з використанням операційного мікроскопу – 45% [25]. У іншому КПКТ дослідженні, проведеному на уже obtурованих перших молярах верхньої щелепи, було встановлено, що розмір вокселя в 0,125 мм дозволяє в достатньо точно виявити MB2 (96% чутливості та 100% специфічності), що також перевищувало показники характерні для операційного мікроскопу (83,33% та 100% відповідно) [2].

Fernandes N.A. та колеги встановили, що при використанні розміру вокселя у 0,2 мм вдалось верифікувати наявність другого мезіо-щічного каналу в структурі перших молярів верхньої щелепи у 87-92% [34].

Вищі показники методу КПКТ для діагностичної ідентифікації MB2 в порівнянні із іншими методами були відмічені у дослідженнях, в яких розмір вокселя був меншим 0,2 мм [9]. При цьому автори відмітили, що не тільки розмір вокселя, але й вдосконалення програмного забезпечення також може забезпечувати покращення умов для верифікації MB2 у структурі зрізів отриманих в ході томографії [34]. Аналогічно налаштування КПКТ в цілому та параметр товщини зрізу демонстрували вплив на ймовірність верифікації MB2 [10]. У попередньому дослідженні також було відмічено, що зростання товщини зрізу від 0,2 до 2,0 мм провокує 2,26-кратне зниження діагностичної можливості верифікації MB2 у структурі першого моляра верхньої щелепи [36] (рис. 1).

Ex vivo дослідження Bauman R. та колег продемонструвало, що розмір вокселя впливає на коректну ідентифікацію MB2: так розмір вокселя в 0,4 мм дозволяв верифікувати MB2 в 60,3% випадків, розмір вокселя в 0,3 мм – в 77,7% випадків, в 0,2 мм – в 88,8% випадків, 0,125 мм – в 93,3% випадків [15]. Рівні ефективності ідентифікації MB2 відрізнялися при усіх розмірах вокселя, окрім пари 0,2 мм та 0,125 мм, які демонстрували відносно аналогічні показники ефективності [15]. При цьому також відмічалось зростання рівня узгодженості результатів ідентифікації MB2 між різними операторами: від показника карра на рівні 0,129 при розмірі вокселя в 0,4 мм, до показника карра на рівні 0,657 при

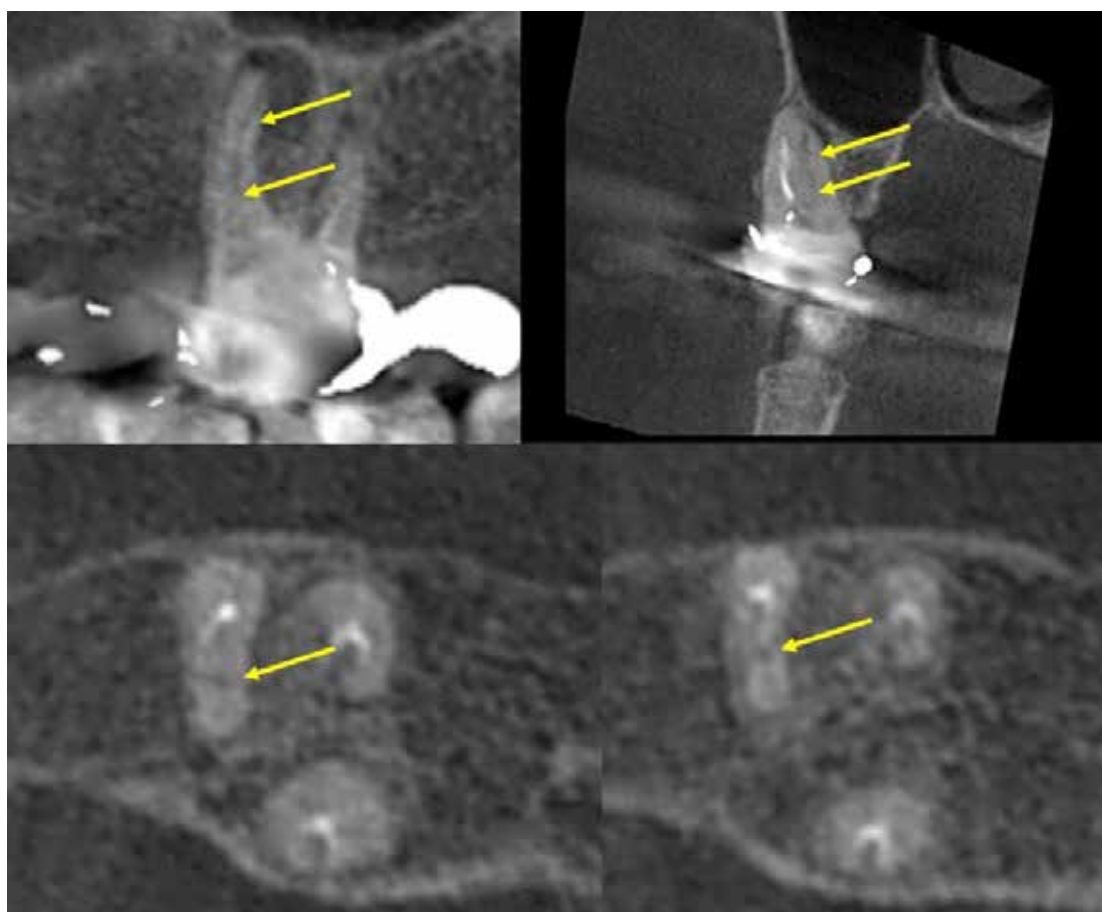


Рис. 1. Візуалізація MB2 каналу при розмірі вокселя 0,2 мм за умови obtурованого стану каналу MB1

розмірі вокселя в 0,125 мм [15]. Аналогічно у дослідженні Mouzinho-Machado S. було встановлено, що розмір вокселя в 0,08 мм характеризується вищою діагностичною точністю по відношенню до ймовірності верифікації MB2 в порівнянні із розмірами вокселя 0,125 мм та 0,2 мм; при цьому однак застосування різних фільтрів для покращення та збільшення гостроти зображення не сприяло покращенню показників чутливості та специфічності методу КПКТ [20].

В умовах розміру вокселя в 0,125 мм серед субпопуляції пацієнтів в Бразилії MB2 вдалось ідентифікувати у структурі 64,22% перших молярів [28]. При цьому в дослідженні наведена дискусія щодо однакової діагностичної чутливості підходів з використанням вокселів у 0,125 мм та 0,2 мм, якщо такі використовуються у при аналізі результатів КПКТ аналогічних популяцій [28]. КПКТ-дослідження проведене при розмірі вокселя в 0,15 мм продемонструвало наявність другого мезіоцічного каналу в 85,4% випадків трьохкореневих верхніх перших молярів [4]. При розмірі вокселя в 0,12 мм Betancourt P. та колеги верифікували MB2 в 69,82% досліджуваної вибірки 1100 верхніх перших молярів [24].

За даними дослідження Alves C. розміри вокселя в 0,15 та 0,11 мм є аналогічними по відношенню до можливості верифікації MB2 за КПКТ даними, однак менший розмір вокселя сприяє можливості кращої диференціації внутрішньої анатомії каналу згідно класифікації Vertucci [30].

Vizzotto M. та колеги встановили, що в умовах відсутнього пломбувального матеріалу в структурі MB1 розмір вокселя в 0,3 мм є достатнім для верифікації MB2, однак при наявності пломбувального матеріалу в MB1 вища точність КПКТ по відношенню до ідентифікації MB2 відмічається при розмірі вокселя в 0,25 мм та, особливо, 0,2 мм [8, 14]. При розмірі вокселя в 0,2 мм наявність пломбувального матеріалу в MB1 не провокує критичного зниження точності методу КПКТ по відношенню до ймовірності ідентифікації MB2 [8, 14]. При відсутності пломбувального матеріалу в MB1 точність методу КПКТ по відношенню до ідентифікації MB2 з розмірами вокселя 0,3 мм, 0,25 мм та 0,2 мм є статистично аналогічною (0,87, 0,82 та 0,88 відповідно) [8, 14]. В експерименті було встановлено, що при розмірі вокселя в 0,085 мм наявність внутрішньоканальних матеріалів та активація режиму редукції металевих артефактів не впливають на діагностичну можливість виявлення MB2 на КПКТ зрізах [19, 20]. У роботі Vizzotto M. було виявлено, що при оцінці результатів КПКТ стан кореневого каналу MB1 (обтурований чи необтурований) та досвід оператора впливали на ймовірність ідентифікації MB2 в більшій мірі, ніж розмір вокселя, хоча також варто зазначити, що в даному дослідженні порівнювалися зрізи з розмірами вокселя 0,2 мм та 0,3 мм відповідно [8, 14] (рис. 1).

В систематичному огляді Spin-Neto R. було відмічено, що значущі зміни щодо ймовірності ідентифікації корневих каналів характерні при порівнянні розмірів вокселя 0,4 мм та 0,2 мм, однак такі виявилися не суттєвими при порівнянні розмірів вокселя 0,2 мм та 0,125 мм [31].

У систематичному огляді Martins J. дійшов до висновку, що розмір вокселя не є обґрунтованою детермінантою для прогнозу варіації поширеності MB2 за даними конусно-променевої томографії (при цьому до уваги приймались лише дослідження, в котрих застосований розмір вокселя становив 0,2 мм і менше) [35]. У систематичному огляді Martins J. різні розміри вокселя були пов'язані з наступною поширеністю MB2, встановленою у попередніх дослідженнях: 0,075 мм – 57,8%, 0,076 мм – 48,6-74,9%, 0,08 мм – 91,7%, 0,085 – 84%, 0,12 мм – 69,8%, 0,125 мм – 48,9-60,1%, 0,133 мм – 74,5%, 0,15 мм – 61,4-96,7%, 0,16 мм – 53,1%, 0,167 мм – 63,6-71,8%, 0,18 мм – 61,9-86,2%, 0,2 мм – 46,5-95,2% [35].

Враховуючи поширеність технології штучного інтелекту, можливості такої були апробовані і для використання з метою автоматичної детекції другого мезіо-цічного каналу у структурі верхніх молярів. Проблема розробка коректного алгоритму автоматизованого пошуку MB2 в структурі даних КПКТ викликана двома факторами: необхідністю залучення достатнього обсягу даних високого рівня якості (підтверджених випадків MB2 в клінічних умовах, відсутні ділянки артефактів, які накладаються на зони інтересу, врахування ймовірності різної вираженості облітерації по ходу каналу); та варіативністю отриманих сегментацій каналу через різні анатомічні варіації його морфології [3]. Хоча останні напрацювання по алгоритму автоматичної детекції MB2 продемонстрували, що він характеризується рівнем чутливості 0,8 та рівнем специфічності 1, в структурі такого все ж відмічалися проблеми з коректною сегментацією, викликані в основну наявними артефактами та особливостями конфігурації каналу [3].

Потребує уваги також той факт, що в процесі аналітичного опрацювання наукових публікацій вдалось виявити специфічну залежність, яка проявлялась в тому, що у тих наукових роботах, в яких цільовими для дослідження виступали саме категорійні дані, більш точні результати КПКТ обстежень бути пов'язані із вищою роздільною здатністю (меншим розміром) вокселя [31].

Дані, агреговані в ході проведеного огляду літератури, вказують на те, що ймовірність ідентифікації MB2 каналу за даними КПКТ при різних розмірах вокселя, які менші або ж рівні 0,2 мм, статистично не відрізняється за умови, що розмір вокселя інтерпретований як основна детермінанта варіації поширеності MB2 за даними КПКТ. Попри це на ймовірність ідентифікації MB2 каналу впливають стан MB1 каналу, факт наявності артефактів, товщина зрізу під час аналізу зображень, досвід оператора, особливості використовуваного програмного забезпечення. Збільшення розміру вокселя в понад 0,2 мм потенційно може критично впливати на зміни ймовірності верифікації MB2 каналу в структурі молярів верхньої щелепи за даними КПКТ зображень.

Враховуючи відсутність уніфікованих протоколів КПКТ досліджень для різних ендодонтичних цілей та вплив суміжних факторів на ідентифікаційну здатність методу по відношенню до можливості визначення MB2 каналу на отриманих зрізах доцільним є врахування

діючих міжнародних гайдлайнів та програмних заяв профільних організацій, на зразок таких представлених European Society of Endodontology, American Association of Endodontists та American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology.

Висновки. У проведених систематичних оглядах не було ідентифіковано статистично обґрунтованих відмінностей щодо критичного впливу використовуваних різних розмірів вокселя як значущої детермінанти варіації рівнів поширеності другого мезіо-щічного каналу в структурі молярів верхньої щелепи, хоча за даними окремих досліджень відмічалась тенденція до вищої

поширеності ідентифікації MB2 каналу при використанні КПКТ-протоколів з малим розміром вокселя, та у випадках використання розміру вокселя $\leq 0,2$ мм (в порівнянні з випадками використання розміру вокселя $> 0,2$ мм). Очевидно, що неузгодженості та різниці у результатах окремих досліджень пов'язані із відмінностями їх дизайну, специфікою реалізації та особливостями інтерпретації отриманих результатів, а також впливом факторів стану MB1 каналу, фактів наявності артефактів, товщини зрізу під час аналізу зображень, досвіду оператора та особливостей використовуваного програмного забезпечення.

ЛІТЕРАТУРА

1. A Cone Beam Computed Tomography (CBCT) evaluation of MB2 canals in endodontically treated permanent maxillary molars. A retrospective study in Indian population. H. Shetty, S. Sontakke, F. Karjodkar et al. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2017. Vol. 9(1). P. e51.
2. Accuracy of cone-beam computed tomography in the detection of a second mesiobuccal root canal in endodontically treated teeth: an ex vivo study / H. Mirmohammadi, L. Mahdi, P. Partovi et al. *Journal of endodontics*. 2015. Vol. 41(10). P. 1678–1681.
3. Artificial intelligence (AI) for detection and localization of unobturated second mesial buccal (MB2) canals in cone-beam computed tomography (CBCT). L. Albitar, T. Zhao, C. Huang et al. *Diagnostics*. 2022. Vol. 12(12). P. 3214.
4. Assessment of the second mesiobuccal root canal in maxillary first molars: a cone-beam computed tomographic study. Y. Zhang, H. Xu, D. Wang et al. *Journal of endodontics*. 2017. Vol. 43(12). P. 1990–1996.
5. Association between second mesiobuccal canal and apical periodontitis in retrospective cone-beam computed tomographic images. G. Colakoglu, I. Kaya Buyukbayram, M. A. Elcin et al. *Australian Endodontic Journal*. 2023. Vol. 49(1). P. 20–26.
6. Aung N. M., Myint K. K. Diagnostic accuracy of CBCT for detection of second canal of permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Dentistry*. 2021. Vol. 2021. P. 1–18.
7. Can the detection of second mesiobuccal canals be enhanced based on the volume of adjacent canals? / L. P. L. Rosado, D. Q. Freitas, K. Rovaris et al. *Archives of Oral Biology*. 2023. Vol. 146. P. 105604.
8. CBCT for the assessment of second mesiobuccal (MB 2) canals in maxillary molar teeth: effect of voxel size and presence of root filling. M. B. Vizzotto, P. F. Silveira, N. A. Arús et al. *International endodontic journal*. 2013. Vol. 46(9). P. 870–876.
9. CBCT uses in clinical endodontics: the effect of CBCT on the ability to locate MB 2 canals in maxillary molars. J. Parker, A. Mol, E. M. Rivera et al. *International endodontic journal*. 2017. Vol. 50(12). P. 1109–1115.
10. Comparing image qualities of dental cone-beam computed tomography with different scanning parameters for detecting root canals. Y. F. Kuo, M. H. Chen, K. H. Huang et al. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2021. Vol. 120(3). P. 991–996.
11. Demystifying the search button: a comprehensive PubMed search strategy for performing an exhaustive literature review. L. McKeever, V. Nguyen, S. J. Peterson et al. *Journal of parenteral and enteral nutrition*. 2015. Vol. 39(6). P. 622–635.
12. Detection of second mesiobuccal canals in maxillary first molars of the Indian population—a systematic review and meta-analysis. S. Anirudhan, C. Suneelkumar, H. Uppalapati et al. *Evidence-Based Dentistry*. 2022. Vol. Online ahead of print. P. 1–10.
13. Diagnostic efficacy of four methods for locating the second mesiobuccal canal in maxillary molars. M. D. C. Bello, C. Tibúrcio-Machado, C. D. Londero et al. *Iranian Endodontic Journal*. 2018. Vol. 13(2). P. 204.
14. Diagnostic reproducibility of the second mesiobuccal canal by CBCT: influence of potential factors. M. B. Vizzotto, P. G. Da Silveira, G. S. Liedke et al. *Oral Radiology*. 2015. Vol. 31. P. 160–164.
15. Ex vivo detection of mesiobuccal canals in maxillary molars using CBCT at four different isotropic voxel dimensions. R. Bauman, W. Scarfe, S. Clark et al., *International endodontic journal*. 2011. Vol. 44(8). P. 752–758.
16. Geometric features of second mesiobuccal canal in permanent maxillary first molars: A cone-beam computed tomography study. C. C. Su, Y. C. Wu, M. P. Chung et al. *Journal of Dental Sciences*. 2017. Vol. 12(3). P. 241–248.
17. Gupta R., Adhikari H. D. Efficacy of cone beam computed tomography in the detection of MB2 canals in the mesiobuccal roots of maxillary first molars: An: in vitro: study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*. 2017. Vol. 20(5). P. 332–336.
18. Impact of voxel size and scan time on the accuracy of three-dimensional radiological imaging data from cone-beam computed tomography. E. Dach, B. Bergauer, A. Seidel et al. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2018. Vol. 46(12). P. 2190–2196.
19. Influence of the intracanal material and metal artifact reduction tool in the detection of the second mesiobuccal canal in cone-beam computed tomographic examinations. L. D. P. L. Rosado, F. B. Fagundes, D. Q. Freitas et al. *Journal of Endodontics*. 2020. Vol. 46(8). P. 1067–1073.
20. Influence of voxel size and filter application in detecting second mesiobuccal canals in cone-beam computed tomographic images. S. Mouzinho-Machado, L. D. P. L. Rosado, F. Coelho-Silva et al. *Journal of Endodontics*. 2021. Vol. 47(9). P. 1391–1397.
21. Locating the MB2 canal in relation to MB1 in Maxillary First Molars using CBCT imaging / R. Zhuk, S. Taylor, J. D. Johnson et al. *Australian Endodontic Journal*. 2020. Vol. 46(2). P. 184–190.
22. Morphological characteristics of the mesiobuccal root in the presence of a second mesiobuccal canal: a micro-CT study. L. P. L. Rosado, M. L. Oliveira, K. Rovaris et al. *Restorative Dentistry & Endodontics*. 2022. Vol. 47(1). P. e6.

23. Morshed T., Hayden S. Google versus PubMed: comparison of google and PubMed's search tools for answering clinical questions in the emergency department. *Annals of Emergency Medicine*. 2020. Vol. 75(3). P. 408–415.
24. Prevalence and location of the secondary mesiobuccal canal in 1,100 maxillary molars using cone beam computed tomography. P. Betancourt, P. Navarro, G. Muñoz et al. *BMC medical imaging*. 2016. Vol. 16. P. 1–8.
25. Prevalence of MB2 canals in maxillary molars using different assessment methods: ex vivo analysis / P. A. X. de Oliveira Santos, S. Q. Tonelli, F. R. Manzi et al. *Research, Society and Development*. 2022. Vol. 11(11). P. e147111133323-e147111133323.
26. Prevalence of mesiobuccal-2 canals in maxillary first and second molars among the Bruneian population–CBCT analysis. H. Y. Onn, M. S. Y. A. Sikun, H. Abdul Rahman et al. *BDJ open*. 2022. Vol. 8(1). P. 32.
27. Prevalence of second mesiobuccal canals in maxillary first molars detected using cone-beam computed tomography, direct occlusal access, and coronal plane grinding. B. M. Hiebert, K. Abramovitch, D. Rice et al. *Journal of endodontics*. 2017. Vol. 43(10). P. 1711–1715.
28. Root anatomy and canal configuration of maxillary molars in a Brazilian subpopulation: a 125- μ m cone-beam computed tomographic study. N. T. Mohara, M. S. Coelho, N. V. de Queiroz et al. *European Journal of Dentistry*. 2019. Vol. 13(01). P. 082–087.
29. Second mesiobuccal root canal in maxillary molars—a systematic review and meta-analysis of prevalence studies using cone beam computed tomography. J. N. Martins, D. Marques, E. J. N. L. Silva et al. *Archives of oral biology*. 2020. Vol. 113. P. 104589.
30. Second mesiobuccal root canal of maxillary first molars in a Brazilian population in high-resolution cone-beam computed tomography. C. R. G. Alves, M. M. Marques, M. S. Moreira et al. *Iranian Endodontic Journal*. 2018. Vol. 13(1). P. 71.
31. Spin-Neto R., Gottfredsen E., Wenzel A. Impact of voxel size variation on CBCT-based diagnostic outcome in dentistry: a systematic review. *Journal of digital imaging*. 2013. Vol. 26. P. 813–820.
32. The Correlation between Intraorifice Distance and the Anatomical Characteristics of the Second Mesiobuccal Canal of Maxillary Molars: A CBCT Study. I. Perondi, S. Taschieri, M. Baruffaldi et al. *International Journal of Dentistry*. 2024. Vol. 2024. P. 6636637.
33. The incidence of second mesiobuccal canals located in maxillary molars with the aid of cone-beam computed tomography. B. Studebaker, L. Hollender, L. Mancl et al. *Journal of endodontics*. 2018. Vol. 44(4). P. 565–570.
34. The prevalence of second canals in the mesiobuccal root of maxillary molars: A cone beam computed tomography study. N. A. Fernandes, D. Herbst, T. C. Postma et al. *Australian Endodontic Journal*. 2019. Vol. 45(1). P. 46–50.
35. Worldwide analyses of maxillary first molar second mesiobuccal prevalence: a multicenter cone-beam computed tomographic study. J. N. Martins, M. B. A. Alkhawas, Z. Altaki et al. *Journal of Endodontics*. 2018. Vol. 44(11). P. 1641–1649.
36. Турчин Ю. В., Гончарук-Хомин М. Ю. Можливості використання конусно-променевої комп'ютерної томографії для ідентифікації другого мезіо-щічного каналу (MB2) в структурі перших молярів верхньої щелепи. *Вісник стоматології*. 2023. Т. 123. № 2. С. 40–46.

REFERENCES

1. Shetty, H., Sontakke, S., Karjodkar, F., Gupta, P., Mandwe, A. & Banga, K. S. (2017). A Cone Beam Computed Tomography (CBCT) evaluation of MB2 canals in endodontically treated permanent maxillary molars. A retrospective study in Indian population. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 9(1), e51. [in English].
2. Mirmohammadi, H., Mahdi, L., Partovi, P., Khademi, A., Shemesh, H. & Hassan, B. (2015). Accuracy of cone-beam computed tomography in the detection of a second mesiobuccal root canal in endodontically treated teeth: an ex vivo study. *Journal of endodontics*, 41(10), 1678–1681. [in English].
3. Albitar, L., Zhao, T., Huang, C. & Mahdian, M. (2022). Artificial intelligence (AI) for detection and localization of unobturated second mesial buccal (MB2) canals in cone-beam computed tomography (CBCT). *Diagnostics*, 12(12), 3214. [in English].
4. Zhang, Y., Xu, H., Wang, D., Gu, Y., Wang, J., Tu, S. & Zhang, G. (2017). Assessment of the second mesiobuccal root canal in maxillary first molars: a cone-beam computed tomographic study. *Journal of endodontics*, 43(12), 1990–1996. [in English].
5. Colakoglu, G., Kaya Buyukbayram, I., Elcin, M. A., Garip Berker, Y. & Ercalik Yalcinkaya, S. (2023). Association between second mesiobuccal canal and apical periodontitis in retrospective cone-beam computed tomographic images. *Australian Endodontic Journal*, 49(1), 20–26. [in English].
6. Aung, N. M. & Myint, K. K. (2021). Diagnostic accuracy of CBCT for detection of second canal of permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Dentistry*, 2021, 1–18. [in English].
7. Rosado, L. P. L., Freitas, D. Q., Rovaris, K., Oliveira, M. L. & Neves, F. S. (2023). Can the detection of second mesiobuccal canals be enhanced based on the volume of adjacent canals?. *Archives of Oral Biology*, 146, 105604. [in English].
8. Vizzotto, M. B., Silveira, P. F., Arús, N. A., Montagner, F., Gomes, B. P. F. A. & Silveira, H. D. (2013). CBCT for the assessment of second mesiobuccal (MB 2) canals in maxillary molar teeth: effect of voxel size and presence of root filling. *International endodontic journal*, 46(9), 870–876. [in English].
9. Parker, J., Mol, A., Rivera, E. M. & Tawil, P. (2017). CBCT uses in clinical endodontics: the effect of CBCT on the ability to locate MB 2 canals in maxillary molars. *International endodontic journal*, 50(12), 1109–1115. [in English].
10. Kuo, Y. F., Chen, M. H., Huang, K. H., Chang, H. H., Yeh, C. L. & Lin, C. P. (2021). Comparing image qualities of dental cone-beam computed tomography with different scanning parameters for detecting root canals. *Journal of the Formosan Medical Association*, 120(3), 991–996. [in English].

11. McKeever, L., Nguyen, V., Peterson, S. J., Gomez-Perez, S. & Braunschweig, C. (2015). Demystifying the search button: a comprehensive PubMed search strategy for performing an exhaustive literature review. *Journal of parenteral and enteral nutrition*, 39(6), 622–635. [in English].
12. Anirudhan, S., Suneelkumar, C., Uppalapati, H., Anumula, L., & Kirubakaran, R. (2022). Detection of second mesiobuccal canals in maxillary first molars of the Indian population—a systematic review and meta-analysis. *Evidence-Based Dentistry*, 1–10. [in English].
13. Bello, M. D. C., Tibúrcio-Machado, C., Londero, C. D., Barletta, F. B., Moreira, C. H. C. & Pagliarin, C. M. L. (2018). Diagnostic efficacy of four methods for locating the second mesiobuccal canal in maxillary molars. *Iranian Endodontic Journal*, 13(2), 204. [in English].
14. Vizzotto, M. B., Da Silveira, P. F., Liedke, G. S., Arus, N. A., Montagner, F., Silveira, H. L. & Silveira, H. E. (2015). Diagnostic reproducibility of the second mesiobuccal canal by CBCT: influence of potential factors. *Oral Radiology*, 31, 160–164. [in English].
15. Bauman, R., Scarfe, W., Clark, S., Morelli, J., Scheetz, J. & Farman, A. (2011). Ex vivo detection of mesiobuccal canals in maxillary molars using CBCT at four different isotropic voxel dimensions. *International endodontic journal*, 44(8), 752–758. [in English].
16. Su, C. C., Wu, Y. C., Chung, M. P., Huang, R. Y., Cheng, W. C., Tsai, Y. W. C. & Shieh, Y. S. (2017). Geometric features of second mesiobuccal canal in permanent maxillary first molars: A cone-beam computed tomography study. *Journal of Dental Sciences*, 12(3), 241–248. [in English].
17. Gupta, R. & Adhikari, H. D. (2017). Efficacy of cone beam computed tomography in the detection of MB2 canals in the mesiobuccal roots of maxillary first molars: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*, 20(5), 332–336. [in English].
18. Dach, E., Bergauer, B., Seidel, A., Von Wilmowsky, C., Adler, W., Lell, M. & Matta, R. E. (2018). Impact of voxel size and scan time on the accuracy of three-dimensional radiological imaging data from cone-beam computed tomography. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 46(12), 2190–2196. [in English].
19. Rosado, L. D. P. L., Fagundes, F. B., Freitas, D. Q., Oliveira, M. L. & Neves, F. S. (2020). Influence of the intracanal material and metal artifact reduction tool in the detection of the second mesiobuccal canal in cone-beam computed tomographic examinations. *Journal of Endodontics*, 46(8), 1067–1073. [in English].
20. Mouzinho-Machado, S., Rosado, L. D. P. L., Coelho-Silva, F., Neves, F. S., Haiter-Neto, F. & de-Azevedo-Vaz, S. L. (2021). Influence of voxel size and filter application in detecting second mesiobuccal canals in cone-beam computed tomographic images. *Journal of Endodontics*, 47(9), 1391–1397. [in English].
21. Zhuk, R., Taylor, S., Johnson, J. D. & Paranjpe, A. (2020). Locating the MB2 canal in relation to MB1 in Maxillary First Molars using CBCT imaging. *Australian Endodontic Journal*, 46(2), 184–190. [in English].
22. Rosado, L. P. L., Oliveira, M. L., Rovaris, K., Freitas, D. Q. & Neves, F. S. (2022). Morphological characteristics of the mesiobuccal root in the presence of a second mesiobuccal canal: a micro-CT study. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 47(1). [in English].
23. Morshed, T. & Hayden, S. (2020). Google versus PubMed: comparison of google and PubMed's search tools for answering clinical questions in the emergency department. *Annals of Emergency Medicine*, 75(3), 408–415. [in English].
24. Betancourt, P., Navarro, P., Muñoz, G. & Fuentes, R. (2016). Prevalence and location of the secondary mesiobuccal canal in 1,100 maxillary molars using cone beam computed tomography. *BMC medical imaging*, 16, 1–8. [in English].
25. de Oliveira Santos, P. A. X., Tonelli, S. Q., Manzi, F. R., Horta, M. C. R., Nunes, E. & Silveira, F. F. (2022). Prevalence of MB2 canals in maxillary molars using different assessment methods: ex vivo analysis. *Research, Society and Development*, 11(11), e147111133323-e147111133323. [in English].
26. Onn, H. Y., Sikun, M. S. Y. A., Abdul Rahman, H. & Dhaliwal, J. S. (2022). Prevalence of mesiobuccal-2 canals in maxillary first and second molars among the Bruneian population—CBCT analysis. *BDJ open*, 8(1), 32. [in English].
27. Hiebert, B. M., Abramovitch, K., Rice, D. & Torabinejad, M. (2017). Prevalence of second mesiobuccal canals in maxillary first molars detected using cone-beam computed tomography, direct occlusal access, and coronal plane grinding. *Journal of endodontics*, 43(10), 1711–1715. [in English].
28. Mohara, N. T., Coelho, M. S., de Queiroz, N. V., Borreau, M. L. S., Nishioka, M. M., de Jesus Soares, A. & Frozoni, M. (2019). Root anatomy and canal configuration of maxillary molars in a Brazilian subpopulation: a 125- μ m cone-beam computed tomographic study. *European Journal of Dentistry*, 13(01), 082–087. [in English].
29. Martins, J. N., Marques, D., Silva, E. J. N. L., Caramês, J., Mata, A. & Versiani, M. A. (2020). Second mesiobuccal root canal in maxillary molars—a systematic review and meta-analysis of prevalence studies using cone beam computed tomography. *Archives of oral biology*, 113, 104589. [in English].
30. Alves, C. R. G., Marques, M. M., Moreira, M. S., de Cara, S. P. H. M., Bueno, C. E. S. & Lascalea, C. Â. (2018). Second mesiobuccal root canal of maxillary first molars in a Brazilian population in high-resolution cone-beam computed tomography. *Iranian Endodontic Journal*, 13(1), 71. [in English].
31. Spin-Neto, R., Gotfredsen, E. & Wenzel, A. (2013). Impact of voxel size variation on CBCT-based diagnostic outcome in dentistry: a systematic review. *Journal of digital imaging*, 26, 813–820. [in English].
32. Perondi, I., Taschieri, S., Baruffaldi, M., Fornara, R., Francetti, L. & Corbella, S. (2024). The Correlation between Intraorifice Distance and the Anatomical Characteristics of the Second Mesiobuccal Canal of Maxillary Molars: A CBCT Study. *International Journal of Dentistry*, 2024. [in English].
33. Studebaker, B., Hollender, L., Mancl, L., Johnson, J. D. & Paranjpe, A. (2018). The incidence of second mesiobuccal canals located in maxillary molars with the aid of cone-beam computed tomography. *Journal of endodontics*, 44(4), 565–570. [in English].

-
34. Fernandes, N. A., Herbst, D., Postma, T. C. & Bunn, B. K. (2019). The prevalence of second canals in the mesiobuccal root of maxillary molars: A cone beam computed tomography study. *Australian Endodontic Journal*, 45(1), 46–50. [in English].
35. Martins, J. N., Alkhawas, M. B. A., Altaki, Z., Bellardini, G., Berti, L., Boveda, C. & Ginjeira, A. (2018). Worldwide analyses of maxillary first molar second mesiobuccal prevalence: a multicenter cone-beam computed tomographic study. *Journal of Endodontics*, 44(11), 1641–1649. [in English].
36. Turchyn, Y.V. & Goncharuk-Khomyn, M.Y. (2023). Mozhyvosti vykorystannia konusno-promenevoi kompiuternoї tomografii dlia identyfikatsii druhoho mezio-shchichnoho kanalu (MB2) v strukturі pershykh moliariv verkhnoi shchelepy [Possibilities of using cone-beam computed tomography for second mesio-buccal canal (MB2) identification in the structure of the first maxillary molars]. *Visnyk Stomatologii – Stomatological Bulletin*, 123(2), 40–46. [in Ukrainian].