

**lek. stom. Janusz Pach**

**Występowanie taurodontyzmu w populacji współczesnej  
oraz u osobników historycznych z Radomia i okolic  
na podstawie biometrycznej analizy badań radiologicznych.**

**Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych i nauk o zdrowiu  
w dyscyplinie nauki medyczne**

Promotor: dr hab. n. med. i n. o zdr., inż. Piotr Regulski

Pracownia Obrazowania Cyfrowego i Wirtualnej Rzeczywistości

Zakład Radiologii Stomatologicznej i Szczękowo-Twarzowej

Wydział Lekarsko-Stomatologiczny

Warszawski Uniwersytet Medyczny



Obrona rozprawy doktorskiej przed Radą Dyscypliny Nauk Medycznych  
Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

Warszawa 2023 r.

Słowa kluczowe : taurodontyzm, leczenie stomatologiczne, leczenie endodontyczne, leczenie ortodontyczne, schorzenia genetyczne, komora miazgi, zęby trzonowe, szyjka zęba

Keywords : taurodontism, dental treatment, endodontic treatment, orthodontic treatment, genetic diseases, pulp chamber, molars, tooth neck

*Pragnę serdecznie podziękować  
Panu Promotorowi dr hab. n. med. i n. o zdr., inż. Piotrowi Regulskiemu  
za poświęcony mi czas, za wsparcie i nieocenioną pomoc  
w trakcie przygotowywania pracy doktorskiej.*

## Wykaz publikacji stanowiących rozprawę doktorską:

- **Pach, J.**, Regulski, P. A., Tomczyk, J., & Strużycka, I. (2022). *Clinical implications of a diagnosis of taurodontism: A literature review*. Advances in clinical and experimental medicine : official organ Wroclaw Medical University, 31(12), 1385–1389. <https://doi.org/10.17219/acem/152120>

Praca przeglądowa

(Lista MNiSW czasopism naukowych: 70 pkt, IF : 2,1)

- **Pach, J.**, Regulski, P. A., Strużycka, I., & Tomczyk, J. (2023). *Frequency of occurrence of taurodontism in the historical population of Radom (11th-19th centuries)*. Archives of oral biology, 147, 105638. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2023.105638>

Praca oryginalna

(Lista MNiSW czasopism naukowych: 70 pkt, IF: 3,0)

- **Pach, J.**, Regulski, P. A., Tomczyk, J., & Strużycka, I. (2022). *Taurodontyzm - czy rozpoznanie tej anomalii może mieć wpływ na powodzenie leczenia stomatologicznego?* Forum Ortodontyczne - Orthodontic Forum, 18, 248–254. <https://doi.org/10.5114/for.2022.126064>

Praca przeglądowa

(Lista MNiSW czasopism naukowych: 40 pkt, IF : 0,0)

- **Pach, J.**, Regulski, P.A., Tomczyk, J., Reymond, J., Osipowicz, K., & Strużycka, I. *Prevalence of Taurodontism in Contemporary and Historical Populations from Radom: A Biometric Analysis of Radiological Data*. Journal of Clinical Medicine. 2023; 12(18):5988. <https://doi.org/10.3390/jcm12185988>

Praca oryginalna

(Lista MNiSW czasopism naukowych: 140 pkt, IF : 3,9)

**Sumaryczna liczba punktów MNiSW : 320 pkt**

**Sumaryczny Impact Factor: 9,0**



## **Wystąpienia i Konferencje:**

- 18<sup>th</sup> International Symposium on Dental Morphology and 3<sup>rd</sup> Congress of the International Association for Paleodontology, 15.08.22-18.08.22, **Frankfurt am Main** : „Frequency of occurrence of taurodontism in the historical population of Radom (11th-19th centuries).“
- Międzynarodowa Konferencja Stomatologiczna Zachód-Wschód, 19.05.23, **Warszawa**: „Prevalence of taurodontism in contemporary and historical populations from Radom: A biometric analysis of radiological data.”
- XLIX ogólnopolska Konferencja Naukowa Polskiego Towarzystwa Antropologicznego, 20.09.23 – 22.09.23, **Gdańsk**: „Frequency of occurrence of taurodontism in the historical population of Radom (11th-19th centuries).“

## Spis treści

I.	Lista i objaśnienie stosowanych skrótów.....	7
II.	Streszczenie w języku polskim .....	8
III.	Streszczenie w języku angielskim .....	10
IV.	Wprowadzenie .....	12
V.	Założenia i cele pracy .....	16
VI.	Omówienie cyklu publikacji wchodzących w skład rozprawy .....	17
VII.	Podsumowanie i wnioski .....	24
VIII.	Piśmiennictwo.....	25
IX.	Oświadczenie Komisji Bioetycznej .....	28
X.	Kopie opublikowanych prac .....	29
XI.	Analiza bibliometryczna .....	59
XII.	Oświadczenia współautorów publikacji .....	61

## I. Lista i objaśnienie stosowanych skrótów

1. CBCT- tomografia komputerowa wiązką stożkową (ang. Cone Beam Computed Tomography)
2. CEJ- połączenie szklino-cementowe (ang. Cemento-Enamel Junction)
3. DICOM- obrazowanie cyfrowe i wymiana obrazów w medycynie (ang. Digital Imaging and Communications in Medicine)
4. TI- wskaźnik taurodontyczny (ang. Taurodontal Index)

## II. Streszczenie w języku polskim

### WSTĘP

Taurodontyzm jest zaburzeniem morfologicznym wielokorzeniowych zębów trzonowych charakteryzującym się dowierzchołkowym przemieszczeniem dna komory miazgi, skróceniem korzeni oraz brakiem przewężenia na granicy szkliwno-zębinowej. Może znacząco wpływać na wynik planowanego leczenia stomatologicznego na każdym etapie jego realizacji, co powinno skłaniać lekarza dentystę do dokładnej analizy biometrycznej dostępnych badań obrazowych.

### CEL

Celem pracy jest analiza dostępnego piśmiennictwa na temat klinicznych implikacji taurodontyzmu oraz porównanie częstości występowania anomalii wśród osobników historycznych i współczesnej populacji osób dorosłych z Radomia i okolic.

### MATERIAŁ I METODA

W pracach przeglądowych dokonano przeglądu piśmiennictwa dostępnego w bazie PubMed z lat 2005 do 2022 wpisując słowo kluczowe „taurodontyzm”. Badania materiałów historycznych przeprowadzono na podstawie zdjęć rentgenowskich zębów pochodzących od 600 osobników z wieków od XI do XIX, wykonanych przy użyciu przenośnego urządzenia rentgenowskiego do zdjęć wewnątrzustnych. Oceny częstości występowania wady u pacjentów współczesnych dokonano na podstawie analiz biometrycznych 2198 zdjęć pantomograficznych. Podstawą rozpoznania anomalii był wskaźnik taurodontyczny Shiffmana i Chanannela.

### WYNIKI

Prace przeglądowe wykazały istotność rozpoznania taurodontyzmu przed podjęciem kompleksowego leczenia stomatologicznego. Na podstawie prac oryginalnych wykazano, że najwyższy odsetek występowania taurodontyzmu obserwowano u osobników z wieków XVIII

oraz XIX (138/444, 31%), natomiast w wiekach XI/XII oraz XIV/XVII częstość występowania tej wady była znacząco mniejsza (odpowiednio 26/120, 22% oraz 12/76, 16%). U pacjentów współczesnych anomalia była obecna u 34% ogółu zbadanych zębów (750/2198). U osobników historycznych najczęściej odmiana ta dotyczyła drugich i trzecich górnych trzonowców, najrzadziej drugich i pierwszych dolnych zębów trzonowych. Również u pacjentów współczesnych taurodontyzm wykazano najczęściej w drugich i trzecich trzonowcach szczęki. Najmniejsza częstość występowania taurodontyzmu dotyczyła pierwszych oraz drugich trzonowców dolnych. W każdym analizowanym okresie zaobserwowano najwięcej hipotaurodontów, najmniej stwierdzono hiperturodontów.

## WNIOSKI

Istnieje wiele skutków klinicznych rozpoznania taurodontyzmu, a zdiagnozowanie wady przed podjęciem leczenia może mieć kluczowe znaczenie dla jego powodzenia. Częstość taurodontyzmu wzrasta na przestrzeni wieków, co może mieć znaczące skutki kliniczne, takie jak zwiększone ryzyko powikłań w trakcie procedur stomatologicznych czy chirurgicznych.

### III. Streszczenie w języku angielskim

#### INTRODUCTION

Taurodontism is a morphological anomaly of multi-rooted molars characterized by apical displacement of the bottom of the pulp chamber, shortening of the roots and lack of narrowing at the enamel-dentin border. It can significantly influence the outcome of planned dental treatment at every stage of its implementation, which should encourage the clinician to conduct a thorough biometric analysis of available imaging tests.

#### OBJECTIVE

The aim of the study is to review the available literature on the clinical implications of taurodontism and to compare the frequency of this anomaly among historical individuals and the contemporary adult population from Radom and the surrounding area.

#### MATERIAL AND METHODS

The review papers, a review of the literature available in the PubMed database from 2005 to 2022 was performed using the keyword "taurodontism". The study of historical materials was carried out on the basis of dental X-rays from individuals from the 11th to the 19th centuries (n=600), taken using a portable intraoral X-ray device. The assessment of the frequency of the defect in contemporary patients was based on biometric analyzes of panoramic radiographs (n=2198). The basis for the diagnosis of anomalies was the Shiffman and Chanannel taurodontic index.

#### RESULTS

Review studies have shown the importance of diagnosing taurodontism before undertaking comprehensive dental treatment. Based on original works, it was shown that the highest percentage of taurodontism was observed in individuals from the 18th and 19th centuries (138/444, 31%), while in the 11th/12th and 14th/17th centuries, the incidence of this defect was significantly lower (26/120, 22% and 12/76, 16%, respectively). In contemporary patients, anomalies were recorded in approximately 34% of all teeth examined (750/2198). In historical

individuals, this anomaly affected most often the second and third upper molars and least often the second and first lower molars. Also in contemporary patients, the highest level of taurodontism was found among the upper second and third molars. The lowest incidence of taurodontism occurred in the lower first and second molars. In each analyzed period, the most hypotaurodonts were observed, and the least hypertaurodonts were observed.

## CONCLUSIONS

There are many clinical implications of a diagnosis of taurodontism, and diagnosing the condition before starting treatment can be crucial to its success. The incidence of taurodontism has been increasing over the centuries, which can have significant clinical implications, such as increased risk of complications during dental or surgical procedures.

## IV. Wprowadzenie

Taurodontyzm jest anomalią morfologiczną wielokorzeniowych zębów trzonowych żuchwy oraz szczęki. Jej występowanie zaobserwowano zarówno w zębach stałych, jak i mlecznych [1-3]. Te nietypowo ukształtowane zęby u prehistorycznych człowiekowatych odkrył w roku 1903 deTerra [4]. Według niektórych autorów taurodontyzm opisał po raz pierwszy w roku 1908 Dragutin Gorjanovic-Kramberger w znalezionej w Krapinie w Chorwacji skamieniałości preneandertalskiej [5]. Na istnienie taurodontyzmu u człowieka współczesnego po raz pierwszy zwrócił uwagę Henry Pickerill w roku 1909 [3]. Nazwę taurodontyzm wprowadził po raz pierwszy w roku 1913 Sir Arthur Keith. Pochodzi ona od łacińskiego słowa taurus („byk”) oraz greckiego odous („zab”) i oznacza „byczy zab”. W celu określenia zębów niedotkniętych anomalią wspomniany autor zastosował termin cynodont („zab psi”), który charakteryzuje się prawidłowym stosunkiem wymiaru pionowego komory miazgi do długości korzeni [4,6].

Zęby taurodontyczne charakteryzują się dowierzchołkowym wydłużeniem komory miazgi, brakiem przewężenia na granicy szkliwno-zębinowej (CEJ- ang. cementoenamel junction) oraz skróceniem korzeni. Klinicznie zęby taurodontyczne nie różnią się niczym od zębów o budowie prawidłowej, a rozpoznanie wady możliwe jest jedynie dzięki badaniu obrazowemu [4,7]. Dla celów tej pracy, zęby o strukturze prawidłowej będą określane mianem cynodontycznych.

Etiologia taurodontyzmu nie została do dzisiaj jednoznacznie wyjaśniona. Większość autorów dotychczasowych badań wskazuje jako możliwą przyczynę nieprawidłowe wgłębienie się pochewki Hertwiga na odpowiedniej wysokości na wczesnym etapie życia płodowego [3,5,8,9].

Taurodontyzm może występować jako wada izolowana, jak również współistnieć z innymi chorobami najczęściej o podłożu genetycznym. Do nich zaliczyć należy zespół Downa, zespół Klinefeltera, czy też zespół włosowo-zębowo-kostny (*Trichodontoosseus*) [10-12]. Według autorów niektórych badań istnieje związek pomiędzy zaburzeniem liczby chromosomów X oraz częstością występowania anomalii. Wykazano, że gen chromosomu X odpowiedzialny za rozwój szkliwa odpowiada również za rozwój taurodontyzmu [13,14]. Rozpoznanie tej wady zębowej może prowadzić do wykrycia różnych zespołów chorobowych na ich wczesnym etapie [15], gdyż wzorzec dziedziczenia taurodontyzmu jest cechą poligeniczną kontrolowaną przez jedynie kilka genów, a przynajmniej jeden z nich znajduje się



na chromosomie X [16] . Wystąpienie taurodontyzmu może również być związane z czynnikami środowiskowymi [17] .

Opisywaną wadę morfologiczną można rozpoznać posługując się kilkoma dostępnymi metodami. Jako pierwszy w 1928 roku Shaw sklasyfikował podtypy tej anomalii zębów trzonowych jako hipo-, mezo – oraz hipertaurodontyzm. Oceny stopnia nasilenia wady autor dokonał na podstawie względnego przemieszczenia dna komory miazgi. W roku 1978 Shiffman i Chanannel a później Seow i Lai opracowali indeksy taurodontyczne ( ang. Taurodontal Index - TI) pozwalające określić wskaźnik taurodontyzmu oraz jego klasyfikację na podstawie badań biometrycznych w oparciu o zdjęcia rentgenowskie [4].

Najczęściej stosowaną przez autorów badań nad taurodontyzmem jest metoda opisana w roku 1978 przez Shiffmana i Chanannela. Zaproponowany przez tych badaczy wskaźnik taurodontyczny pomaga nie tylko zdiagnozować obecność anomalii, lecz także ocenić stopień zaawansowania wady. Badanie polega na wykonaniu dwóch pomiarów biometrycznych. Pierwszy z nich to odległość pomiędzy najniższym punktem sklepienia komory miazgi oraz najwyższym punktem jej dna. Drugi pomiar to odległość pomiędzy najniższym punktem sklepienia komory miazgi oraz wierzchołkiem najdłuższego korzenia zęba. Otrzymane wyniki należy podzielić przez siebie, a iloraz pomnożyć przez 100, stosując wzór:

$$\frac{a}{b} \cdot 100$$

gdzie

*a* oznacza odległość od najniższego punktu sklepienia komory miazgi do najwyższego punktu jej dna,

*b* to odległość od najwyższego punktu sklepienia komory miazgi do wierzchołka najdłuższego korzenia zęba.

Jeżeli wynik działania zawarty jest w granicach od 20,0 do 29,9 ząb klasyfikujemy jako hipotaurodontyczny. Wynik mieszczący się w przedziale od 30,0 do 39,9 wskazuje na rozpoznanie mezotaurodontyzmu. O zębie hipertaurodontycznym mówimy, gdy otrzymamy wynik od 40,0 do 75,0.

Istniejące w literaturze dysproporcje w uzyskanych wynikach badań nad częstotliwością występowania wady wśród poszczególnych populacji mogą przede wszystkim wynikać z różnic etnicznych, bądź też mieć u podstawy zastosowanie różnych metod pomiarów przez

różnych badaczy. Duży wpływ na wynik badania częstości występowania anomalii ma również włączenie bądź wykluczenie z analizy trzecich zębów trzonowych [18].

Taurodontyzm to często występująca wada rozwojowa zębów trzonowych [18], chociaż niektórzy autorzy wykazują, że należy ona do stosunkowo rzadkich anomalii morfologicznych [10]. Literatura donosi o bardzo zróżnicowanej częstości występowania taurodontyzmu. Według niektórych autorów wada ta występuje u 0,25% do 11,3% populacji, Istnieją opracowania naukowe informujące o jej częstości na poziomie nawet 46,4% u młodych Chińczyków [4,19]. Badania nad taurodontyzmem u pacjentów niemieckich wykazały jego frekwencję na poziomie 2% [20]. Z kolei te przeprowadzone wśród populacji izraelskiej wskazują na obecność taurodontyzmu wśród 11,5% badanych zębów [18].

Taurodontyzm może znacząco wpływać na wynik planowanego leczenia stomatologicznego na każdym etapie jego realizacji, co powinno skłaniać lekarza dentystę do dokładnej analizy biometrycznej dostępnych badań obrazowych. Prawidłowe rozpoznanie opisywanej wady jest bardzo przydatne jeszcze przed podjęciem decyzji o podjęciu leczenia. Leczenie endodontyczne zębów wykazujących opisywaną anomalię, szczególnie form mezo- i hiperturodontów jest znacznie trudniejsze. Wskutek znacznego wydłużenia komory miazgi oraz skrócenia kanałów korzeniowych znacznie trudniej jest odnaleźć ich ujścia, wskutek czego może dojść do perforacji. Z komplikacjami w przebiegu leczenia zębów taurodontycznych należy liczyć się również w trakcie zabiegów chirurgicznych, protetycznych oraz ortodontycznych [3]. Z uwagi na tendencje do rozwidlenia wierzchołków korzeni może dochodzić do ich odłamania w trakcie ekstrakcji. Taurodonty nie powinny być brane pod uwagę jako zęby filarowe w postępowaniu protetycznym ze względu na skrócenie ich korzeni a w konsekwencji słabsze zakotwiczenie w zębodole [4]. Również w leczeniu ortodontycznym istnieją przeciwwskazania w związku z tendencjami zębów, u których stwierdzono anomalię, do resorpcji korzeni [21].

Cykl powiązanych ze sobą tematycznie publikacji przedstawia wyniki dwóch prac oryginalnych oraz dwie prace przeglądowe:

- Praca przeglądowa: Clinical implications of a diagnosis of taurodontism: A literature review [3].
- Praca oryginalna: Frequency of occurrence of taurodontism in the historical population of Radom (11th-19th centuries) [22].
- Praca przeglądowa: Taurodontyzm - czy rozpoznanie tej anomalii może mieć wpływ na powodzenie leczenia stomatologicznego? [23].

- Praca oryginalna: Prevalence of Taurodontism in Contemporary and Historical Populations from Radom: A Biometric Analysis of Radiological Data [24].

## V. Założenia i cele pracy

Celem prac wchodzących w skład rozprawy doktorskiej było zbadanie częstości występowania taurodontyzmu u populacji współczesnej i historycznej na podstawie biometrycznej analizy badań obrazowych, jak również ocena klinicznych skutków rozpoznania wady.

### Cele szczegółowe pracy:

1. Przedstawienie oraz omówienie skutków klinicznych rozpoznania taurodontyzmu na podstawie dostępnego piśmiennictwa.
2. Ocena częstości występowania taurodontyzmu u osobników historycznych z Radomia z wieków od XI do XIX.
3. Ocena wpływu rozpoznania anomalii na powodzenie leczenia stomatologicznego na podstawie piśmiennictwa.
4. Ocena częstości występowania taurodontyzmu u populacji współczesnej z Radomia na podstawie analizy biometrycznej zdjęć rentgenowskich.
5. Porównanie częstości występowania taurodontyzmu u populacji współczesnej oraz u osobników historycznych z Radomia na podstawie analizy biometrycznej zdjęć rentgenowskich.

## VI. Omówienie cyklu publikacji wchodzących w skład rozprawy

### *Clinical Implications of a Diagnosis of Taurodontism: A Literature Review*

*Advances in Clinical and Experimental Medicine, 2022*

Publikacja, będąca pracą przeglądową, jest wstępem do niniejszej rozprawy doktorskiej. Dokonano w niej przeglądu dostępnego piśmiennictwa odnoszącego się do znaczenia rozpoznania taurodontyzmu przed podjęciem decyzji o kompleksowym leczeniu stomatologicznym.

We wstępie wyjaśniono czym jest taurodontyzm oraz jakich zębów dotyczy. Zwrócono uwagę na różnice w budowie morfologicznej zęba taurodontycznego oraz niedotkniętego wadą. Wyjaśniono też genezę nazwy „taurodontyzm” oraz przedstawiono krótki rys historyczny dotyczący badań nad anomalią.

W dalszej części artykułu opisano dobór materiałów oraz metodykę przyjętą do przeprowadzenia badań. Opisano kryteria włączenia oraz wyłączenia znalezionych w bazie PubMed artykułów.

W wyniku analizy publikacji włączonych do badań opisano wpływ rozpoznania taurodontyzmu na przebieg leczenia stomatologicznego z podziałem na takie specjalności jak: endodoncja, periodontologia, protetyka stomatologiczna, ortodoncja oraz chirurgia stomatologiczna. Ustalono, iż większość autorów zwraca uwagę na szczególne znaczenie rozpoznania wady przed podjęciem decyzji o leczeniu endodontycznym. Z uwagi na dowierzchołkowe przemieszczenie dna komory miazgi odnalezienie ujść kanałów korzeniowych w zębie taurodontycznym jest znacznie bardziej utrudnione. Często dochodzi w takich przypadkach do jej perforacji. Problem dotyczy szczególnie form mezo- oraz hiperturodontycznych. W postępowaniu periodontologicznym największe wyzwanie stanowią trzonowce ze zmienioną chorobowo tkanką w obrębie furkacji. Zęby taurodontyczne są mniej przydatne jako filary pod odbudowy protetyczne z uwagi na skrócenie ich korzeni, a w konsekwencji na ich słabsze osadzenie w zębodole. Z tego też względu istnieją przeciwwskazania do stosowania wkładów koronowo- korzeniowych w zębach obarczonych wadą. Również leczenie ortodontyczne zęba taurodontycznego może zakończyć się niepowodzeniem, gdyż trzonowce dotknięte opisywaną anomalią mają skłonność do resorpcji korzeni. Paradoksalnie, z uwagi na słabsze osadzenie w zębodole zęb taurodontyczny nie stanowi większego wyzwania podczas zabiegu ekstrakcji, z wyłączeniem zębów, których korzenie są rozwidlone w pobliżu ich wierzchołków. Według autorów niektórych publikacji

taurodontyzm może występować jako wada izolowana, bądź też współistnieć z innymi jednostkami chorobowymi, najczęściej o podłożu genetycznym. Istnieją doniesienia, że gen odpowiedzialny za rozwój szkliwa zlokalizowany na chromosomie X jest również odpowiedzialny za rozwój taurodontyzmu.

W dyskusji zwrócono uwagę, że podawana przez autorów różna częstość występowania taurodontyzmu może być spowodowana różną metodologią badań stosowaną przez poszczególnych badaczy. Większość autorów analizowanych publikacji jest zgodna co do faktu, że częstość występowania taurodontyzmu jest związana z pochodzeniem etnicznym badanej populacji.

W artykule opisano dwie metody pomiarów biometrycznych stosowane przez większość autorów publikacji badających zęby taurodontyczne. Najczęściej stosowanym sposobem diagnozowania anomalii jest wskaźnik taurodontyczny zaproponowany w 1978 roku przez Schiffmana i Chanannela. Metoda pomiaru zębów opracowana przez Seow i Lai nie znalazła tak szerokiego zastosowania wśród badaczy.

We wnioskach podkreślono, że badacze są zgodni co do faktu, iż rozpoznanie taurodontyzmu ma duże znaczenie w postępowaniu klinicznym.

Omówiona praca realizuje pierwszy cel rozprawy.

### ***Frequency of occurrence of taurodontism in the historical population of Radom (11th-19th centuries)***

*Archives of Oral Biology, 2023*

Druga publikacja jest pracą oryginalną poświęconą badaniu częstości występowania taurodontyzmu wśród osobników historycznych pochodzących z wieków od XI do XIX z Radomia.

Podobnie jak w poprzedniej publikacji, we wstępie opisano charakterystyczne cechy zębów taurodontycznych, genezę nazwy oraz odniesiono się do historii badań nad anomalią. Opisano współczesne metody diagnozowania taurodontyzmu oraz odniesiono się do związku występowania wady z innymi jednostkami chorobowymi. Zwrócono również uwagę, iż nie istnieje wiele badań nad populacją historyczną odnośnie występowania anomalii, zaś niniejsza praca jest jedyną odnoszącą się do populacji historycznej z terenów Polski.

Celem niniejszej pracy było porównanie częstości występowania taurodontyzmu u osobników historycznych pochodzących z wieków od XI do XIX, a w szczególności znalezienie odpowiedzi na pytania:

- Czy istniały różnice w częstości występowania taurodontyzmu pomiędzy okresami historycznymi?
- Czy częstość występowania taurodontyzmu u obojga płci była na takim samym, czy na różnym poziomie?
- Jaki stopień nasilenia wady występował najczęściej wśród populacji historycznej z Radomia?

Badanie polegało na analizie biometrycznej zdjęć rentgenowskich 640 stałych zębów trzonowych pochodzących od 600 osobników historycznych z Radomia. Zostali oni podzieleni na trzy okresy historyczne: wczesne średniowiecze (XI/XII w., n=120), późne średniowiecze i wieki późniejsze (XIV/XVII w., n=76) oraz czasy współczesne (XVIII/XIX w., n=444). Do badania zakwalifikowano wyłącznie zęby pochodzące od osobników, w stosunku do których możliwa była identyfikacja płci. Zęby z głęboką próchnicą sięgającą granicy szkliwno-zębinowej oraz ze znacznym starciem powierzchni żującej zostały wyłączone z dalszych badań. Zdjęcia rentgenowskie wykonano przy pomocy przenośnego aparatu rentgenowskiego, natomiast pomiarów biometrycznych dokonano przy użyciu aplikacji Micro-Dicom. Do obliczeń zastosowano wskaźnik taurodontyczny zaproponowany przez Schiffmana i Chanannela.

W wyniku przeprowadzonych badań wykazano, iż częstość występowania taurodontyzmu wśród wszystkich objętych badaniem osobników wynosiła 27% wszystkich zbadanych zębów. Odsetek zębów dotkniętych anomalią wyniósł 29% u mężczyzn oraz 26% u kobiet. Różnica nie była istotna statystycznie. W odniesieniu do badanych okresów historycznych zaistniała istotna statystycznie różnica w częstości występowania wady. Największą częstość występowania taurodontyzmu stwierdzono u osobników z czasów współczesnych (31%), najmniejszy odsetek zębów taurodontycznych wykazano wśród przedstawicieli późnego średniowiecza (16%), osobnicy pochodzący z okresu wczesnego średniowiecza i wieków późniejszych wykazywali wadę na poziomie 22%. W odniesieniu do grup zębowych największą częstość występowania taurodontyzmu wykazano wśród drugich oraz pierwszych trzonowców szczęki (73% oraz 52%), natomiast najmniejszy odsetek zębów dotkniętych anomalią stwierdzono wśród pierwszych oraz drugich trzonowców żuchwy (16% oraz 23%). W wyniku oceny stopnia zaawansowania wady wykazano, że we wszystkich okresach historycznych dominowały zęby hipotaurodontyczne (82%). Mezotaurodontyzm

wykazało 17% badanych trzonowców, natomiast formy hipertaurodontyczne rozpoznano wśród 1% ogółu stwierdzonych taurodontów.

W dyskusji odniesiono się do różnic w częstości występowania wady u współczesnych grup etnicznych. Zwrócono uwagę na fakt, że częstość występowania taurodontyzmu zmieniała się na przestrzeni wieków, wiążąc powyższe z nasiloną migracją ludności do Radomia w okresie XVIII/XIX w. Zwrócono uwagę, iż niektórzy autorzy zauważają związek występowania taurodontyzmu z płcią. Niniejsze badanie wykazało, że istnieje niewielka różnica w częstości występowania taurodontyzmu odnośnie do płci. Z oczywistych przyczyn nie istniała możliwość zbadania ewentualnego związku występowania wady z innymi jednostkami chorobowymi.

Publikacja niniejsza realizuje drugi cel rozprawy.

### ***Taurodontyzm - czy rozpoznanie tej anomalii może mieć wpływ na powodzenie leczenia stomatologicznego?***

*Forum Ortodontyczne, 2022*

Trzecia z cyklu publikacji jest pracą przeglądową.

We wstępie opisano cechy zębów taurodontycznych oraz główne różnice pomiędzy nimi a zębami o normalnej budowie. Zaznaczono, że wadę można zdiagnozować jedynie w badaniu obrazowym. Odniesiono się również do etiologii anomalii.

Do przeglądu zakwalifikowano publikacje z lat 2005-2022 dostępne w bazie PubMed po wpisaniu słowa kluczowego „taurodontism”, mające związek z leczeniem stomatologicznym.

Sekcję poświęconą wynikom badań podzielono na grupy odnoszące się do:

- diagnostyki taurodontyzmu,
- postępowania klinicznego,
- chorób genetycznych związanych z anomalią.

W pierwszej części omówiono współcześnie stosowane przez badaczy metody prowadzące do rozpoznania lub wykluczenia wady.



Akapit poświęcony postępowaniu klinicznemu został omówiony najszerzej. Odniesiono się w nim do doniesień autorów na temat wpływu zdiagnozowania wady na sukces leczenia endodontycznego, podczas którego dowierchołkowe przesunięcie dna komory miazgi może utrudniać lokalizację ujść kanałów korzeniowych, natomiast jej wydłużony kształt nierzadko przyczynia się do zafałszowania wyniku badania żywotności zęba. Przedstawiono opisy przypadków leczenia endodontycznego zębów taurodontycznych oraz związane z nim wyzwania terapeutyczne. Zwrócono uwagę na szczególną przydatność mikroskopów oraz lup podczas terapii endodontycznej trzonowców dotkniętych anomalią. W publikacji przytoczono również doniesienia autorów dotyczące leczenia protetycznego taurodontów oraz wynikające z niego problemy z uwagi na słabsze zakotwiczenie takich zębów w zębodole. W postępowaniu chirurgicznym ekstrakcja trzonowca wykazującego cechy taurodontyzmu może okazać się łatwiejsza, z powodu skrócenia jego korzeni. Jeżeli jednak są one cieńsze oraz rozwidlone, postępowanie terapeutyczne może stanowić dla lekarza większe wyzwanie. W przypadku zęba z opisywaną anomalią, u którego zdiagnozowano chorobę przyzębia rzadziej dochodzi do zajęcia furkacji. Gdy jednak już do niej dojdzie, rokowanie w leczeniu jest znacznie gorsze. Również w ortodoncji zęby taurodontyczne mogą być przyczyną niepowodzeń w związku z ich słabszym zakotwiczeniem w zębodole oraz tendencją do resorpcji korzeni.

W części dotyczącej chorób genetycznych odniesiono się do taurodontyzmu jako wady izolowanej, jak też możliwości współistnienia taurodontyzmu z innymi schorzeniami o podłożu genetycznym, takimi jak zespół włosowo-zębowo-kostny (*Trichodontoosseus*), wrodzony niedorozwój szkliwa (*amelogenesis imperfecta*), hipodoncja, zespół Downa. Autorzy zauważają również związek taurodontyzmu z zespołem Klinefeltera, który odpowiednio wcześniej rozpoznany pozwala na wdrożenie leczenia hormonalnego, a co za tym idzie zminimalizowania ryzyka wystąpienia niektórych nowotworów. Ustalono, że niektórzy autorzy zauważają, iż częstość rozpoznania taurodontyzmu wzrasta wraz ze zwiększeniem liczby chromosomów X, na których zlokalizowane są między innymi geny odpowiedzialne za rozwój szkliwa.

Na podstawie niniejszego badania wykazano, że taurodontyzm może znacząco wpływać na powodzenie leczenia stomatologicznego na każdym jego etapie.

Publikacja realizuje trzeci cel rozprawy.

## ***Prevalence of Taurodontism in Contemporary and Historical Populations from Radom: A Biometric Analysis of Radiological Data***

*Journal of Clinical Medicine, 2023*

Czwarta publikacja opisuje badanie, na podstawie którego oceniono częstość występowania taurodontyzmu u populacji współczesnej oraz historycznej z Radomia przy pomocy biometrycznej analizy badań obrazowych. We wstępie opisano cechy wady, nakreślono historię badań nad anomalią oraz wyjaśniono genezę jej nazwy. Odniesiono się również do przypuszczalnej etiologii taurodontyzmu. Uwagę poświęcono także zaobserwowanemu przez autorów niektórym badaniom związkowi taurodontyzmu z innymi chorobami genetycznymi. Przytoczono również przykład pacjenta, u którego taurodontyzm mógł mieć swoje podłoże we wcześniejszym bakteryjnym zapaleniu kości żuchwy. Celem niniejszego badania było porównanie częstości występowania taurodontyzmu u populacji współczesnej oraz historycznej z Radomia.

Materiał badawczy populacji współczesnej stanowiło 582 zdjęć pantomograficznych pacjentów radomskiego Szpitala Specjalistycznego w Radomiu. Po wstępnej ocenie wyłączono 179 zdjęć. Ostatecznie do badań włączono 403 pantomogramy, na podstawie których zbadano łącznie 2198 zębów trzonowych. Materiał badawczy populacji historycznej stanowiły zdjęcia zębów 600 osobników pochodzących z wieków od XI do XIX. Po wstępnej analizie do dalszych badań włączono 251 zdjęć, na podstawie których zbadano 640 trzonowców. Pomiarów biometrycznych dokonano przy użyciu aplikacji MicroDicom. Do celów diagnostycznych przyjęto metodę według Schiffmana i Chanannela. Analizy statystycznej otrzymanych wyników badań dokonano przy pomocy testu Chi-kwadrat Pearsona.

Taurodontyzm rozpoznano wśród 34% ogółu zębów badanej populacji współczesnej, spośród których 31% stanowiły trzonowce mężczyzn, zaś zęby kobiet reprezentowane były w 38%, co stanowiło istotną statystycznie różnicę. Wśród trzonowców dotkniętych anomalią formę hipotaurodontyczną wykazywało 77% zębów, 18% stanowiły mezotaurodonty, hipertaurodonty stwierdzono w 5%. Analiza biometryczna wykazała, że anomalią dotknięte były najczęściej zęby szczęki z nieistotną statystycznie przewagą trzonowców strony prawej. W odniesieniu do grup zębowych taurodontyzm wykazano najczęściej wśród trzecich górnych trzonowców. Najmniejszą częstość występowania wady wykazały pierwsze dolne zęby trzonowe. W tej ostatniej grupie zębowej stwierdzono najwięcej hipotaurodontów, natomiast najmniejszą częstość form hipotaurodontycznych wykazano wśród trzecich górnych zębów trzonowych.

W populacji historycznej taurodontyzm wykazano wśród 27 % ogółu zbadanych zębów, przy czym nie stwierdzono różnicy statystycznej w odniesieniu do płci. Wadę stwierdzono w przeważającej większości wśród zębów szczęki, przy czym głównie dotknięte anomalią były pierwsze i drugie trzonowce. Najczęściej występowały formy hipotaurodontyczne (81%), mezotaurodonty stanowiły 18%, najmniej stwierdzono hipertaurodontów (1%).

Badanie niniejsze wykazało, że w odniesieniu do wszystkich badanych okresów historycznych taurodontyzm został stwierdzony wśród 32% badanych zębów. Najczęściej spotykaną formą anomalii był hipotaurodontyzm (78%), mezotaurodontyzm wykazano u 18% poddanych analizie trzonowców, natomiast hipertaurodonty reprezentowane były jedynie przez 4% zbadanych zębów.

W dyskusji omówiono zmienną częstość występowania taurodontyzmu wśród przedstawicieli różnych populacji współczesnych. Zwrócono uwagę, że wyniki badań własnych wskazują na znacznie większą częstość występowania taurodontyzmu wśród zębów szczęki, co koresponduje z ustaleniami autorów większości badań. Obszernie omówiono skutki kliniczne rozpoznania wady przed podjęciem decyzji o leczeniu stomatologicznym. Poruszono także wątek historii Radomia i związanej z nią wzmożonej migracji ludności w okresie późnego średniowiecza oraz współczesności, które to zdarzenia mogły mieć wpływ na prezencję anomalii. Część dyskusji odnosi się do możliwego związku taurodontyzmu z płcią, na co może wskazywać lokalizacja genu odpowiedzialnego za rozwój anomalii na chromosomie X oraz większa częstość występowania wady wśród kobiet. Zaznaczono, że głównym ograniczeniem badania była anonimizacja materiału badawczego, która nie pozwoliła na ustalenie, czy zdiagnozowana wada mogła być związana z innymi schorzeniami ogólnoustrojowymi. W podpunkcie dotyczącym perspektyw badań nad taurodontyzmem wyrażono nadzieję na możliwe głębsze zbadanie czynników wpływających na etiologię wady oraz na bardziej indywidualne podejście do leczenia stomatologicznego pacjentów, u których manifestuje się ta anomalia.

We wnioskach odniesiono się do wyników badań oraz podkreślono znaczenie diagnozowania taurodontyzmu dla postępowania klinicznego w stomatologii.

Omówiona praca realizuje czwarty oraz piąty cel rozprawy.

## VII. Podsumowanie i wnioski

Na podstawie analizy biometrycznej badań obrazowych wykazano, że taurodontyzm jest stosunkowo częstą anomalią morfologiczną wielokorzeniowych zębów trzonowych, zarówno w odniesieniu do populacji historycznej, jak i współczesnej. Wystąpienie wady może mieć wpływ na powodzenie leczenia stomatologicznego na każdym jego etapie.

1. Rozpoznanie taurodontyzmu posiada wiele skutków klinicznych. Lekarz dentysta, przed podjęciem decyzji o rozpoczęciu leczenia stomatologicznego winien dokonać dokładnej analizy biometrycznej dostępnych badań obrazowych (pantomogram, CBCT).
2. Największa częstość występowania taurodontyzmu zaznaczyła się u osobników z okresu XI/XII w. oraz XVIII/XIX w. Wadę zdiagnozowano z porównywalną częstością u obu płci. Zęby taurodontyczne występowały częściej w szczęce niż w żuchwie. We wszystkich okresach historycznych przeważały formy hipotaurodontyczne. Hipertaurodontyzm występował najrzadziej.
3. Autorzy analizowanych publikacji wskazują na znaczący wpływ rozpoznania taurodontyzmu na powodzenie leczenia stomatologicznego.
4. U populacji współczesnej taurodontyzm zdiagnozowano wśród 34% zbadanych trzonowców, wśród których najwięcej wykazano form hipotaurodontycznych. Najmniej było hipertaurodontów. Wada dotyczyła częściej zębów kobiet niż mężczyzn.
5. Częstość występowania taurodontyzmu u pacjentów współczesnych z Radomia jest większa od wykazanej w badaniach nad populacją historyczną z okresu XVIII/XIX w. Zarówno u osobników historycznych jak również u pacjentów współczesnych wśród zębów ze zdiagnozowanym taurodontyzmem przeważają formy o najniższym stopniu nasilenia wady (hipotaurodontyzm). Hipertaurodonty występują najrzadziej. Anomalia częściej występuje w szczęce niż w żuchwie. W badanej populacji historycznej wada występowała z porównywalnym nasileniem u obu płci, natomiast wśród pacjentów współczesnych zęby taurodontyczne występowały częściej u kobiet niż u mężczyzn.

## VIII. Piśmiennictwo

1. Bafna, Y.; Kambalimath, H.V.; Khandelwal, V.; Nayak, P. Taurodontism in deciduous molars. *BMJ Case Rep* **2013**, 6, 1-3, doi: 10.1136/bcr-2013-010079.
2. Mohan, R.P.; Verma, S.; Agarwal, N.; Singh, U. Taurodontism. *BMJ Case Rep* **2013**, 4, 1-3, doi: 10.1136/bcr-2012-008490.
3. Pach, J.; Regulski, P.A.; Tomczyk, J.; Strużycka, I. Clinical implications of a diagnosis of taurodontism: A literature review. *Adv Clin Exp Med.* **2022**, 1385-1389, doi:10.17219/acem/152120.
4. Kalina, A.; Roźniatowski, P.; Regulski, P.; Turska-Szybka, A. The occurrence and intensity of taurodontism among patients in the Hospital of the Infant Jesus. Biometric analysis of panoramic radiographs. *Dent Med Probl* **2015**, 52, 455–61, doi: 10.17219/dmp/48522.
5. Jogendra Sai Sankar, A.; Sreedevi, E., Satya Gopal, A.; Naga Lakshmi, M. A Rare Condition of Bimaxillary Primary Molar Taurodontism. *J Dent (Shiraz)* **2017**, 18,153-156, PMID: PMC5463773.
6. Prakash, R.; Vishnu, C.; Suma, B.; Velmurugan, N.; Kandaswamy, D. Endodontic management of taurodontic teeth. *Indian J Dent Res* **2005**, 16, 177-181, doi: 10.4103/0970-9290.29900.
7. Dineshshankar, J.; Sivakumar, M.; Balasubramaniam, A.M.; Kesavan, G.; Karthikeyan, M.; Prasad, V.S. Taurodontism. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences* **2014**, 6(Suppl 1),13-15, doi:10.4103/0975-7406.137252.
8. Patil, S.; Doni, B.; Kaswan, S.; Rahman, F. Prevalence of taurodontism in the North Indian population. *J Clin Exp Dent* **2013**, 5, 179-182, doi: 10.4317/jced.51118.
9. Vashisth, P.; Dwivedi, S.; Arora, S.; Mayall, S. Multiple bilateral taurodontic teeth in primary dentition: a case report. *Int J Clin Pediatr Dent* **2013**, 6,132-133, doi: 10.5005/jp-journals-10005-1205.
10. Hegde, V.; Anegundi, R.T.; Pravinchandra, K.R. Biometric Analysis - A Reliable Indicator for Diagnosing Taurodontism using Panoramic Radiographs. *J Clin Diagn Res* **2013**, 7,1779-1781, doi: 10.7860/JCDR/2013/5543.3274.
11. Jamshidi, D.; Adl, A.; Sobhnamayan, F.; Bolurian, M. Root canal treatment of a hypertaurodont mandibular second molar: a case report. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* **2015**, 9, 57-59, doi: 10.15171/joddd.2015.012.
12. Chetty, M.; Roomaney, I.A.; Beighton, P. Taurodontism in dental genetics. *BDJ Open* **2021**, 7, 25, doi: 10.1038/s41405-021-00081-6.

13. Jayashankara, C.; Shivanna, A.K.; Sridhara, K.; Kumar, P.S. Taurodontism: A dental rarity. *J Oral Maxillofac Pathol* **2013**, *17*, 478, doi: 10.4103/0973-029X.125227.
14. Puttalingaiah, V.D.; Agarwal, P.; Miglani, R.; Gupta, P.; Sankaran, A.; Dube, G. Assessing the association of taurodontism with numeric dentition anomalies in an adult central Indian population. *J Nat Sci Biol Med.* **2014**, *5*(2), 429–433, doi:10.4103/0976-9668.136222.
15. Bronoosh, P.; Haghnegahdar, A.; Dehbozorgi, M. Prevalence of taurodontism in premolars and molars in the South of Iran. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* **2012**, *6*(1), 21–24, doi:10.5681/joddd.2012.005.
16. Aricioğlu, B.; Tomrukçu, D.N.; Köse, T.E. Taurodontism and C-shaped anatomy: is there an association? *Oral Radiol.* **2021**, *37*(3), 443–451, doi:10.1007/s11282-020-00476-5.
17. Sears, J. Taurodontism in Modern Populations, 2018, doi:10.26575/daj.v14i2.185.
18. Einy, S.; Yitzhaki, I. H.; Cohen, O.; Smidt, A.; Zilberman, U. Taurodontism—Prevalence, Extent, and Clinical Challenge in Ashkelon, Israel—A Retrospective Study. *Applied Sciences* **2022**, *12*(3), 1062, doi:10.3390/app12031062.
19. Colak, H.; Tan, E.; Bayraktar, Y.; Hamidi, M.M.; Colak, T. Taurodontism in a central anatolian population. *Dent Res J (Isfahan)* **2013**, *10*, 260-263, doi: 10.4103/1735-3327.113367.
20. Bürklein, S.; Breuer, D.; Schäfer, E. Prevalence of taurodont and pyramidal molars in a German population. *J Endod.* **2011**, *37*(2), 158-62. doi: 10.1016/j.joen.2010.10.010. PMID: 21238795.
21. Drenski Balija, N.; Aurer, B.; Meštrović, S.; Lapter Varga, M. Prevalence of Dental Anomalies in Orthodontic Patients. *Acta stomatol Croat* **2022**, *56*, 61-68, doi: 10.15644/asc56/1/7.
22. Pach, J.; Regulski, P.A.; Strużycka, I.; Tomczyk, J. Frequency of occurrence of taurodontism in the historical population of Radom (11th-19th centuries). *Arch Oral Biol.* **2023**, *147*, 105638, doi: 10.1016/j.archoralbio.2023.105638.
23. Pach, J.; Regulski, P. A.; Tomczyk, J.; & Strużycka, I. (2022). Taurodontyzm - czy rozpoznanie tej anomalii może mieć wpływ na powodzenie leczenia stomatologicznego? *Forum Ortodontyczne -Orthodontic Forum* **2022**, *18*, 248–254. <https://doi.org/10.5114/for.2022.126064>
24. Pach, J.; Regulski, P.A.; Tomczyk, J.; Reymond, J.; Osipowicz, K.; Strużycka I. Prevalence of Taurodontism in Contemporary and Historical Populations from Radom:

A Biometric Analysis of Radiological Data. *Journal of Clinical Medicine*. **2023**;  
12(18):5988. <https://doi.org/10.3390/jcm12185988>

## IX. Oświadczenie Komisji Bioetycznej



### **Komisja Bioetyczna przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym**

Tel.: 022/ 57 - 20 -303

Fax: 022/ 57 - 20 -165

ul. Żwirki i Wigury nr 61

02-091 Warszawa

e-mail: komisja.bioetyczna@wum.edu.pl

www.komisja-bioetyczna.wum.edu.pl

Warszawa, dnia 27.04 2023

AKBE/135 / 2023

Dr n med. Piotr Regulski  
Zakład Radiologii Stomatologicznej  
i Szczękowo-Twarzowej  
ul. Binińskiego 6  
02-097 Warszawa

### **OŚWIADCZENIE**

Niniejszym oświadczam, że Komisja Bioetyczna przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym w dniu 27 kwietnia 2023 r. przyjęła do wiadomości informację na temat badania pt. „Występowanie taurodontyzmu w populacji współczesnej oraz u osobników historycznych z Radomia i okolic na podstawie biometrycznej analizy badań radiologicznych.” Przedstawione badanie nie stanowi eksperymentu medycznego w rozumieniu art. 21 ust.1 ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentystry (Dz.U. z 2018 r poz. 617) i nie wymaga uzyskania opinii Komisji Bioetycznej przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym, o której mowa w art. 29 ust.1 ww. ustawy.

Przewodnicząca Komisji Bioetycznej

Prof. dr hab. n. med. Magdalena Kuźma –Kozakiewicz



## X. Kopie opublikowanych prac

Reviews



### Clinical implications of a diagnosis of taurodontism: A literature review

Janusz Pach<sup>1,A–F</sup>, Piotr A. Regulski<sup>2,A–C,E,F</sup>, Jacek Tomczyk<sup>3,B,C,E,F</sup>, Izabela Strużycka<sup>4,A,B,E,F</sup>

<sup>1</sup> Department of Comprehensive Dentistry, Medical University of Warsaw, Poland

<sup>2</sup> Department of Dental and Maxillofacial Radiology, Medical University of Warsaw, Poland

<sup>3</sup> Institute of Biological Sciences, Cardinal Stefan Wyszyński University, Warszawa, Poland

<sup>4</sup> Department of Comprehensive Dentistry, Medical University of Warsaw, Poland

A – research concept and design; B – collection and/or assembly of data; C – data analysis and interpretation;

D – writing the article; E – critical revision of the article; F – final approval of the article

Advances in Clinical and Experimental Medicine, ISSN 1899–5276 (print), ISSN 2451–2680 (online)

Adv Clin Exp Med. 2022

#### Address for correspondence

Piotr A. Regulski  
E-mail: piotr.regulski@wum.edu.pl

#### Funding sources

None declared

#### Conflict of interest

None declared

Received on March 19, 2022

Reviewed on June 9, 2022

Accepted on July 14, 2022

Published online on August 24, 2022

#### Abstract

Taurodontism is a morphological anomaly involving multirooted teeth that is characterized by a vertical shift of the pulp chamber and shortening of the roots. The literature was analyzed to determine the impact of a diagnosis of taurodontism on dental treatment. A total of 85 full-text publications from the years 2005–2021 were analyzed and 20 publications were included in this research. The endodontic treatment of a taurodont tooth is challenging due to the apical displacement of the pulpal chamber floor and the incorrect configuration of the root canal system, or the presence of additional canals. In terms of prosthetics, the use of taurodont teeth as abutments is not recommended as they lack stability due to shorter roots. The extraction of taurodont teeth can be complicated due to an apical shift of the root furcation. In periodontology, taurodont teeth can have a better prognosis as there is less chance of furcation involvement. From an orthodontic point of view, it is important to note that taurodont teeth are not sufficiently embedded in the alveolus and have a greater tendency for root resorption. With regard to genetic diseases, it has been reported that this anomaly can exist as an isolated feature. However, the majority of authors agree that taurodontism is associated with conditions such as Down syndrome, Klinefelter syndrome, cleft lip and palate, hypodontia, amelogenesis imperfecta, and others. From a clinical standpoint, it is very important to diagnose taurodontism before treatment. A diagnosis of taurodontism can be important in the early diagnosis of malformations that commonly occur with this condition.

**Key words:** genetic diseases, endodontics, dental pulp cavity, tooth cervix

#### Cite as

Pach J, Regulski PA, Tomczyk J, Strużycka I.  
Clinical implications of a diagnosis of taurodontism:  
A literature review [published online as ahead  
of print on August 24, 2022]. *Adv Clin Exp Med*. 2022.  
doi:10.17219/acem/152120

#### DOI

10.17219/acem/152120

#### Copyright

Copyright by Author(s)

This is an article distributed under the terms of the  
Creative Commons Attribution 3.0 Unported (CC BY 3.0)  
(<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>)

## Introduction

Taurodontism is a morphological anomaly involving multirooted teeth. It can affect both deciduous and permanent teeth.<sup>1–3</sup> Taurodontism most commonly affects the permanent molars of the mandible.<sup>4</sup> However, some authors contend that this anomaly is found more frequently in the maxilla and second molars, and is less frequently seen in the first molars of the mandible.<sup>3</sup> Taurodontism can occur unilaterally or bilaterally.

A taurodont tooth is characterized by an apical displacement of the pulpal floor and shortening of the roots. A lack of constriction at the cemento-enamel junction (CEJ) is a characteristic feature.<sup>3</sup> On clinical examination, a taurodont tooth is not visibly different from the other teeth, as this anomaly is only detected on radiographic imaging.

The origin of the name “taurodontism” comes from the Latin term “taurus” which means bull and the Greek term “odous” which means tooth.<sup>3</sup> Taurodontism was first observed by Henry Pickerill in 1909.<sup>3,5,6</sup> The name of the condition was coined by Arthur Keith in 1913.<sup>2–9</sup> Since its identification, de Terra has discovered these misshaped teeth in prehistoric humans.<sup>8</sup> There are reports stating that the term “taurodontism” was first used by Dragutin Gorjanović-Kramberger who found this anomaly in neanderthal remains in Krapina (Croatia).<sup>3</sup> In modern populations, the prevalence of taurodontism varies depending on the population studied. This condition has been observed in 8% of Jordanians, 46% of Chinese, 5% of Israelis, and 10% of the Dutch.<sup>10</sup> However, it should be considered that the aforementioned differences may result from the use of different diagnostic criteria.<sup>11</sup>

The etiology of this condition has not been clearly explained. Many authors assume that the anomaly forms in early fetal life due to the failure of Hertwig’s epithelial sheath diaphragm to invaginate at the proper horizontal level.<sup>1,3,5,7,11–14</sup> Some authors report that this anomaly may be associated with an aberration of a gene on the X chromosome that is responsible for enamel development,<sup>3,4,15</sup> or that it may be inherited in an autosomal dominant fashion.<sup>4</sup>

## Objectives

The objective of this study was to analyze the available publications in order to assess the impact of the presence of taurodontism on various aspects of dental treatment (endodontology, prosthetics, surgery, periodontology, and orthodontics) and the association of taurodontism with various malformations.

## Material and methods

The PubMed database was searched covering the years 2005–2021, and the keyword “taurodontism” was used. This resulted in identifying 243 publications, of which 158 were rejected after an analysis of the abstracts. The exclusion criteria included a lack of relation to the topic, non-English text and nonavailability of the abstract and article. A total of 85 full-text articles were analyzed. The inclusion criteria consisted of the subject of the article evaluating the impact of taurodontism on endodontic, prosthetics, dental surgery, periodontological and orthodontic treatment, or describing the association of taurodontism with other malformations. Full-text articles were excluded if they were not relevant to the subject of this work. Sixty-five articles were rejected and 20 were included in this research (Fig. 1). Particular attention was paid to the clinical relevance of the cases described. The conclusions of the authors were categorized into endodontics, prosthetics, dental surgery, periodontology, and orthodontics. We analyzed the points of view of the authors concerning the coexistence of taurodontism and other genetic diseases and systemic disorders.

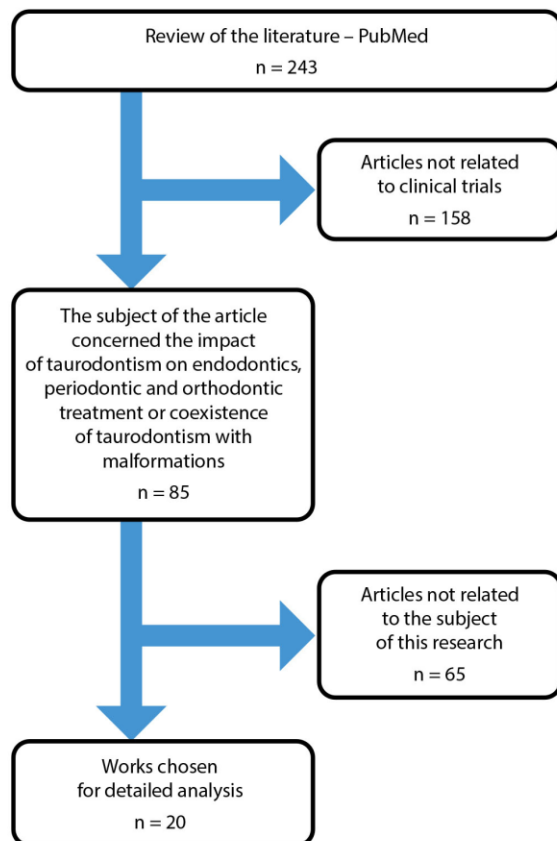


Fig. 1. Flow diagram for publications qualified for the review

## Results

The endodontic treatment of taurodont teeth is complex and difficult because of the apical displacements of the pulpal chamber floor, which makes it harder to find the localization of the root canals.<sup>5,6,11,15,16</sup> Taurodont teeth often have an incorrect configuration of the root canal system and additional canals (Fig. 2,3). Increased bleeding during pulp chamber trepanation may be mistaken for perforation<sup>1</sup>; however, due to root shortening and the apical displacement of the pulpal chamber, floor perforations can occur.<sup>3,12,17</sup> The complexity of the root canal system makes its instrumentation almost impossible. Because of this, the authors recommend the use of sodium hypochlorite to dissolve the remaining pulp that cannot be removed with instruments.<sup>13,18</sup> Kulkarni et al. described a case of a patient who underwent root canal irrigation of tooth 37 with 2.5% sodium hypochlorite, 17% aqueous ethylene diamine tetra-acetic acid (EDTA) solution, 2% chlorhexidine gluconate, and saline.<sup>4</sup> According to Bharti et al., an irrigation with 5% sodium hypochlorite for 20 min–2 h can completely dissolve the pulp.<sup>19</sup> However, Prakash et al. recommended the irrigation with sodium hypochlorite be limited to single-use to minimize the detrimental effects in the periapical tissues.<sup>8</sup>

From an endodontist's standpoint, it is very helpful to use an endodontic magnifier and endodontic microscope during the treatment of taurodont teeth.<sup>19</sup> By using these modern optical devices, the operating field is better illuminated and

the picture becomes deeper and clearer. The endodontic microscope provides up to  $\times 40$  magnification of the operating field, which significantly minimizes the risk of complications when finding hard-to-reach root canal orifices. The use of an endodontic microscope also makes it possible to check the dryness, cleanliness and shape of the root canals. An additional challenge during endodontic treatment is the difficult procedure of root canal filling. Mohan et al. proposed a modified technique of root canal filling, based on connecting the side condensation of the apical area with the vertical condensation of the extended pulp chamber.<sup>2,19</sup> As a result of the vertical shift of the pulp chamber, the diagnosis of a taurodont tooth may be difficult, as the pulp viability test may not be conclusive.<sup>3</sup>

Taurodont teeth are less useful as abutments in prosthetic treatment because the shortened roots do not provide adequate anchorage in the alveolus and, therefore, do not adequately resist lateral forces.<sup>3,5,16</sup> According to some authors, taurodont teeth are a contraindication for the use of root-crown posts.<sup>12</sup>

With regard to dental surgery, it should be taken into account that the extraction of a taurodont tooth may be more difficult because of the apical shift of the furcation, the root apical area being shorter and thinner,<sup>5,16</sup> and the roots having a widened dimension in the 1/3 of their length (Fig. 2).<sup>3,5,17</sup> Paradoxically, due to their large crown and short roots, such teeth are less seated in the alveolus, and thus may be easier to extract than their cynodont counterparts.<sup>1,2,15</sup>

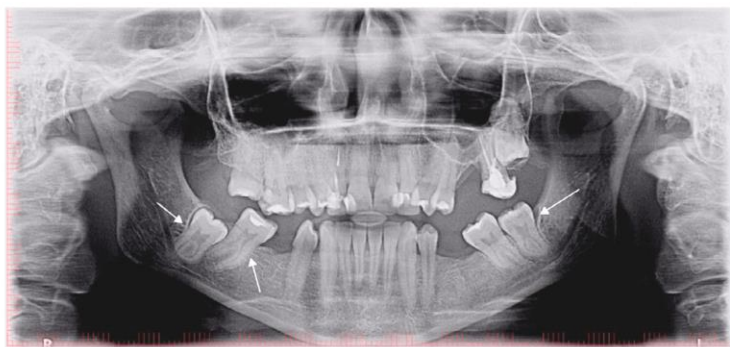


Fig. 2. Panoramic radiograph with taurodont teeth 38, 47 and 48



Fig. 3. Panoramic radiograph with taurodont tooth 48



In periodontal treatment, taurodont teeth appear to have a better prognosis than cynodont teeth, as the probability of involvement of the furcation in taurodont teeth is significantly smaller.<sup>5,15,16</sup> However, if this does occur, then the prognosis becomes questionable.<sup>16</sup>

A diagnosis of taurodontism is important before making decisions about orthodontic treatment. Due to the reduced surface area of the roots, it may be necessary to reduce the anchorage value of the root in the alveolus.<sup>3,16</sup> From the point of view of an orthodontist, it is very important to know the link between the occurrence of facial and dental malformations. During orthodontic treatment, taurodont teeth may have an excessive tendency for root resorption.<sup>14</sup>

The opinions of researchers are divided on the question of whether taurodontism coexists with other genetic diseases. Some authors report that taurodontism is an anomaly that may be observed as an isolated feature,<sup>15</sup> or as a coexisting feature with other genetic diseases such as tricho-dento-osseous syndrome and Klinefelter syndrome.<sup>7,16–18</sup> There are reports stating that taurodontism occurs more frequently in people with a cleft lip and palate.<sup>3,7,10,11</sup> Also, correlations with disorders such as hypodontia, amelogenesis imperfecta and Down syndrome have been observed.<sup>1–3,9,10,13,19</sup> The authors agree with the hypothesis that the prevalence of taurodontism increases as the number of X chromosomes increases, indicating that the expression of the defect and the number of X chromosomes may be correlated. Furthermore, it has been suggested that the X chromosomal gene responsible for the development of enamel may also be responsible for the development of taurodontism.<sup>15</sup> Puttalingaiah et al. studied patients from central India and were able to prove a correlation between taurodontism and tooth agenesis.<sup>20</sup> In the population studied, they noted a prevalence of 7.5% for this association. Chetty et al. investigated and described a relationship between the occurrence of taurodontism and the existence of genetic abnormalities in the bone structure of a South African population.<sup>17</sup> They found that out of 23 people with osteogenesis imperfecta (OI) type XI, 43.48% showed signs of taurodontism in their permanent teeth. Contrary to this, a study of the Danish population has shown taurodontism to only occur in persons with mild OI. Taurodontism has also been diagnosed in association with Torg–Winchester syndrome and Pyle disease.<sup>17</sup>

The prevalence of this dental anomaly reported in the literature is variable due to the use of different study methods. Studies in the literature report values ranging from 0.1% to 55% of the total number of patients examined, including values of 0.1% to 9.9% in patients without known systemic diseases. The proportion of patients with systemic diseases and congenital malformations (Down syndrome, Klinefelter syndrome, oligodontia, or cleft lip and palate) diagnosed with taurodontism was high (from 19.4% to 55%).<sup>3</sup>

## Discussion

Taurodontism is a relatively rare tooth anomaly in modern humans.<sup>3,16</sup> However, there are studies showing that this malformation can occur in 0.25–11.3% of the population.<sup>11</sup> Most of the authors of the analyzed publications agree that the occurrence of this defect is related to ethnicity.<sup>2,3,5–7,9,10,16</sup> For example, this anomaly has been reported in up to 46% of young Chinese people.<sup>3,10</sup> Even using panoramic radiographs and cone beam computed tomography (CBCT), the occurrence of this anomaly, especially its milder forms (hypotaurodontism), can be overlooked. Therefore, a thorough biometric analysis of the available images is very important.<sup>7,12,15,16</sup>

There are several ways to diagnose taurodontism. In 1928, Shaw classified the subtypes of this disease as hypo-, meso- and hypertaurodontism, based on the relative shift of the pulpal floor. This subjective assessment has often led to a misdiagnosis of this anomaly.<sup>4</sup> In 1978, Shifman and Chanannel (Fig. 4), and later Kim Seow and Lai (Fig. 5), developed taurodontal indices in order to determine the occurrence of taurodontism and classify it based on a biometric study, as shown radiographically (Fig. 2,3).<sup>3</sup> Determining taurodontism consists of dividing the distance between the lowest point of the pulp chamber roof and the highest point of the pulpal floor by the distance between the lowest point of the pulp chamber roof and the apex, and then multiplying the result by 100. When this value is equal to or greater than 20, the patient is said to have a taurodont tooth. Values from 20 to 29.9 classify the tooth as a hypotaurodont, values from 30 to 39.9 classify it as a mesotaurodont, and values from 40 to 75 identify it as a hypertaurodont.

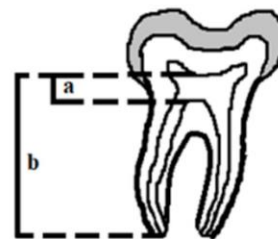


Fig. 4. Index of Shifman and Chanannel equal to  $ax100/b$

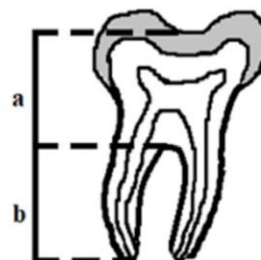


Fig. 5. Index of Seow and Lai equal to  $a/b$

The 2<sup>nd</sup> index used to identify taurodontism calculates the crown-to-root ratio of the tooth. This is accomplished by measuring the distance from the deeper furrow on the occlusal surface of the furcation and comparing it to the distance from the furcation to the apex. A result from 1.1 to 1.29 indicates hypotaurodontism, from 1.3 to 2.0 indicates mesotaurodontism and above 2.0 indicates hypertaurodontism.<sup>3,13</sup>

The ability to diagnose taurodontism is particularly useful in endodontics, especially regarding meso- and hypertaurodont teeth. The treatment of such teeth is very complicated and requires much more commitment from the clinician.<sup>11,18</sup> Due to the considerable elongation of the pulp chamber and consequently, the shortening of the root canals, it is much more difficult to localize and avoid perforation. However, it is possible to observe increased hemorrhaging during trepanation, which can suggest a perforation.<sup>13</sup>

## Conclusions

The literature suggests that from the clinician's point of view, the diagnosis of taurodontism before treatment is crucial for its success. The complications of endodontic treatment are mostly caused by this defect; however, the possibility of this anomaly should be considered in other areas of dentistry. The diagnosis of taurodontism is important in the early diagnosis of some malformations with which it may be correlated. Therefore, the clinical usefulness of an imaging examination in patients at risk of developing systemic genetic diseases due to medical family history should be emphasized. Genetic testing should be performed in cases where the clinician suspects a genetic disease and where taurodontism has been confirmed, especially in Klinefelter syndrome where it may be asymptomatic at first; however, the risk of tumors development is increased in the case of initially asymptomatic Klinefelter syndrome.

### ORCID IDs

Janusz Pach  <https://orcid.org/0000-0001-9308-2313>  
 Piotr A. Regulski  <https://orcid.org/0000-0002-3692-3582>  
 Jacek Tomczyk  <https://orcid.org/0000-0002-0605-665X>  
 Izabela Struzycka  <https://orcid.org/0000-0002-7058-3614>

### References

- Bafna Y, Kambalimath HV, Khandelwal V, Nayak P. Taurodontism in deciduous molars. *BMJ Case Rep.* 2013;2013:bcr2013010079. doi:10.1136/bcr-2013-010079
- Mohan RPS, Verma S, Agarwal N, Singh U. Taurodontism. *BMJ Case Rep.* 2013;2013:bcr2012008490. doi:10.1136/bcr-2012-008490
- Kalina A, Roźniatowski P, Regulski P, Turska-Szybka A. The occurrence and intensity of taurodontism among patients in the Hospital of the Infant Jesus: Biometric analysis of panoramic radiographs. *Dent Med Probl.* 2015;52(4):455–461. doi:10.17219/dmp/59227
- Kulkarni G, Rajeev K, Ambalavanan P, Kidiyoor K. Successful endodontic management of hypo, meso and hypertaurodontism: Two case reports. *Contemp Clin Dent.* 2012;3(Suppl 2):S253–S256. doi:10.4103/0976-237X.101108
- Patil S, Doni B, Kaswan S, Rahman F. Prevalence of taurodontism in the North Indian population. *J Clin Exp Dent.* 2013;5(4):e179–e182. doi:10.4317/jced.51118
- Parupalli K, Solomon R, Karteek B, Polasa S. Application of cone-beam computed tomography in the analysis and management of intricate internal anatomy of hyper- and mesotaurodontic teeth. *J Conserv Dent.* 2020;23(2):211–214. doi:10.4103/JCD.JCD\_175\_19
- Jogendra Sai Sankar A, Sreedevi E, Satya Gopal A, Naga Lakshmi M. A rare condition of bimaxillary primary molar taurodontism. *J Dent (Shiraz).* 2017;18(2):153–156. PMID:28620641.
- Prakash R, Chenduran V, Ballal S, Velmurugan N, Kandaswamy D. Endodontic management of taurodontic teeth. *Indian J Dent Res.* 2005;16(4):177–181. doi:10.4103/0970-9290.29900
- Melo Filho MR, Nogueira dos Santos LA, Barbosa Martelli DR, et al. Taurodontism in patients with nonsyndromic cleft lip and palate in a Brazilian population: A case control evaluation with panoramic radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015;120(6):744–750. doi:10.1016/j.oooo.2015.08.005
- Çolak H, Tan E, Bayraktar Y, Hamidi MM, Çolak T. Taurodontism in a Central Anatolian population. *Dent Res J (Isfahan).* 2013;10(2):260–263. doi:10.4103/1735-3327.113367
- Janani M, Rahimi S, Shahi S, Aghbali A, Zand V. Endodontic treatment of a hypertaurodont mandibular second molar: A case report. *Iran Endod J.* 2011;6(3):133–135. PMID:23130066.
- Vashisth P, Dwivedi S, Arora S, Mayall S. Multiple bilateral taurodontic teeth in primary dentition: A case report. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2013; 6(2):132–133. doi:10.5005/jp-journals-10005-1205
- Simsek N, Keles A, Ocak M. Endodontic treatment of hypertaurodontism with multiple bilateral taurodontism. *J Conserv Dent.* 2013; 16(5):477–479. doi:10.4103/0972-0707.117497
- Wojtasińska-Chebel P, Iwanecka-Zduńczyk M, Machorowska-Pieniżek A. Taurodontism: Literature review and case reports. *Forum Ortodontyczne.* 2010;6(2):37–46. <https://publisherspanel.com/api/files/view/31385.pdf>. Accessed August 17, 2022.
- Jayashankara C, Shivanna AK, Sridhara K, Kumar PS. Taurodontism: A dental rarity. *J Oral Maxillofac Pathol.* 2013;17(3):478. doi:10.4103/0973-029X.125227
- Hegde V, Aneundi RT, Pravinchandra K. Biometric analysis: A reliable indicator for diagnosing taurodontism using panoramic radiographs. *J Clin Diagn Res.* 2013;7(8):1779–1781. doi:10.7860/JCDR/2013/5543.3274
- Chetty M, Roomaney IA, Beighton P. Taurodontism in dental genetics. *BDJ Open.* 2021;7(1):25. doi:10.1038/s41405-021-00081-6
- Jamshidi D, Adl A, Sobhnamayan F, Bolurian M. Root canal treatment of a hypertaurodont mandibular second molar: A case report. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2015;9(1):57–59. doi:10.15171/joddd.2015.012
- Bharti R, Chandra A, Tikku A, Arya D. Prevalence of taurodont molars in a North Indian population. *Indian J Dent.* 2015;6(1):27–31. doi:10.4103/0975-962X.151700
- Puttalingaiah V, Agarwal P, Miglani R, Gupta P, Sankaran A, Dube G. Assessing the association of taurodontism with numeric dentition anomalies in an adult central Indian population. *J Nat Sci Biol Med.* 2014;5(2):429–433. doi:10.4103/0976-9668.136222





Contents lists available at ScienceDirect

Archives of Oral Biology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/archoralbio](http://www.elsevier.com/locate/archoralbio)

## Frequency of occurrence of taurodontism in the historical population of Radom (11th–19th centuries)

Janusz Pach<sup>a</sup>, Piotr A. Regulski<sup>b,\*</sup>, Izabela Strużycka<sup>a</sup>, Jacek Tomczyk<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Department of Comprehensive Dentistry, Medical University of Warsaw, Blinieckiego 6 St., 02-097 Warsaw, Poland

<sup>b</sup> Department of Dental and Maxillofacial Radiology, Medical University of Warsaw, Blinieckiego 6 St., 02-097 Warsaw, Poland

<sup>c</sup> Institute of Biological Sciences, Cardinal Stefan Wyszyński University, Wycickiego 1/3 St., 01-938 Warsaw, Poland

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

Dental material  
Radom  
Taurodontism  
Upper and lower molars

### ABSTRACT

**Objective:** The aim of the work was to trace possible changes in the frequency of taurodontism in individuals who inhabited historical Radom from the early Middle Ages to modern periods.

**Design:** The research was based on the analysis of X-ray images of 640 molars of individuals from the 11th/12th c. (n = 120), 14th/17th c. (n = 76), and 18th/19th c. (n = 444). Radiological images were made with the use of a portable X-ray machine, and the results were biometrically analysed using the Shiffman and Chanannel index.

**Results:** The highest frequency of taurodontism was observed in the 18th/19th c. (31 %, 138/444). In the 11th/12th and 14th/17th centuries, this percentage was significantly lower (22 %, 26/120 vs. 16 %, 12/76). In subsequent chronological periods, no statistically significant differences between sexes in the occurrence of taurodontism were observed. The highest number of taurodontal teeth was observed among the second and first upper molars (73 % and 52 %, respectively), and the lowest number was observed among the first and second lower molars (16 % and 23 %, respectively). In all historical periods, hypotaurodont forms were most often observed.

**Conclusions:** Variations in the frequency of taurodontism may result from many reasons, for example environmental factors. However, it cannot be ruled out that the observed differences result from the increased migration of people to Radom in the 18th/19th century.

### 1. Introduction

Taurodontism is a developmental disturbance of a tooth in which the crown is enlarged at the expense of the roots. Three features of this abnormality can be identified: i) an enlarged pulp chamber; ii) apical displacement of the pulpal floor; and iii) lack of constriction at the cemento-enamel junction (Prakash, Vishnu, Suma, Velmurugan, & Kandaswamy, 2005; Shah, Garcha, Garde, & Ekhande, 2015). Taurodontism is a morphological abnormality of multirooted teeth. The term is derived from the Latin word *taurus* ('bull') and the Greek *odous* ('tooth') (Kalina, Roźniatowski, Regulski, & Turska-Szybka, 2015; Prakash et al., 2005). The name 'taurodontism' was first introduced into the literature by Sir Keith (1913), who defined a disorder of the molars consisting of disproportion in the length of the crown and the root.

In modern humans, this abnormality affects both deciduous and permanent teeth (Bafna, Kambalimath, Khandelwal, & Nayak, 2013; Kalina et al., 2015; Mohan, Verma, Agarwal, & Singh, 2013). As some

authors show, taurodontism affects the second molars in the maxilla more often, while there is less frequently observed on the first molar teeth (Kalina et al., 2015; Einy, Yitzhaki, Cohen, Smidt, & Zilberman, 2022; pp, 1203, 1062). This anomaly may appear unilaterally or bilaterally in the dental arch.

The existence of taurodontic teeth in hominids – Neanderthal people from Krapina – was reported by Gorjanovic-Kramberger (1907). As it turns out today, this feature of the structure of molars is quite common among individuals (Benazzi, Nguyen, Kullmer, & Hublin, 2015).

A clear explanation of the aetiology of taurodontism has not been possible. According to most of the authors of the studies conducted on this matter, the defect occurs most often at an early stage of foetal life and may be the result of incorrect indentation of the Hertwig's sheath at the appropriate height (Patil, Doni, Kaswan, & Rahman, 2013; Sankar, Sreedevi, Gopal, & Lakshmi, 2017; Simsek, Keles, & Ocak, 2013; Vashisth, Dwivedi, Arora, & Mayall, 2013).

Taurodontism is diagnosed as an isolated defect or coexisting with

\* Corresponding author.

E-mail address: [piotr.regulski@wum.edu.pl](mailto:piotr.regulski@wum.edu.pl) (P.A. Regulski).

<https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2023.105638>

Received 27 December 2022; Received in revised form 29 January 2023; Accepted 30 January 2023

Available online 1 February 2023

0003-9969/© 2023 Elsevier Ltd. All rights reserved.

other diseases, most often of genetic origin, such as trichodontoosseous syndrome or Klinefelter syndrome (Chetty, Roomaney, & Beighton, 2021; Hegde, Aneundi, & Pravinchandra, 2013; Jamshidi, Adl, Sobhnamayan, & Bolurian, 2015). There are reports that the frequency of taurodontism is correlated with the number of X chromosomes and that the X chromosome gene responsible for enamel development may also be responsible for the development of taurodontism (Jayashankara, Shivanna, Sridhara, & Kumar, 2013). Puttalingaiah et al. (2014) showed a statistically significant relationship between taurodontism and dental agenesis in studies conducted on the adult population from central India. As reported by Arıcıoğlu, Tomrukçu, and Köse (2021), the inheritance pattern of taurodontism characterizes the condition as a polygenic trait controlled by only a few genes, at least one of which is on the X chromosome. Therefore, the diagnosis of this anomaly may be a valuable clue in the early detection of various accompanying disease syndromes (Bronoosh, Haghnegahdar, & Dehbozorgi, 2012). It is also noteworthy that there is a study showing that taurodontism may be related to environmental factors. A case of a patient with mandibular osteomyelitis between the ages of 4 and 20 who was later diagnosed with taurodontism was described. This anomaly appeared in a single case of the lower third molar (Sears, 2018).

It is only possible to diagnose taurodontism in a radiological imaging test (Dineshshankar et al., 2014). Radiological examination shows the apical displacement of the floor of the pulp chamber and shortening of the roots. A characteristic constriction in the area of the tooth neck at the height of the cemento-enamel junction is lacking as well (CEJ) (Dineshshankar et al., 2014; Kalina et al., 2015). Although this defect is asymptomatic, its diagnosis is very important for the clinician as it affects the success of endodontic, prosthetic, surgical, and orthodontic treatment (Jabali et al., 2021).

There are several ways to diagnose taurodontism from an imaging test. As early as 1928, Shaw introduced the division of taurodontism into hypo-, meso-, and hypertaurodontism. However, the diagnosis consisted only of the subjective assessment of the displacement of the pulp chamber towards the tooth apex and often led to an incorrect diagnosis. Shifman and Chanannel (1978) and Seow and Lai (1989) developed the Taurodontal Index (TI), which made it possible to classify defects based on biometric tests. To recognize and classify taurodontism according to the Shifman and Chanannel index, divide the distance from the lowest point of the pulp chamber arch to the highest point of the chamber floor by the distance from the lowest point of the pulp chamber arch to the apex of the tooth root and multiply the result by 100. This method uses radiographs. Another way to diagnose taurodontism, based on the results of biometric tests, is the index proposed by the second group of these researchers. In this case, to diagnose taurodontism, the ratio of the length of the crown of the tooth (i.e., the distance from the deepest point of the groove on its occlusal surface to the furcation) to the distance from the furcation to the root apex should be measured. In this method, the measurement can be made macroscopically. Both indexes of the taurodontic tooth allow us to determine the severity of the abnormality and to isolate hypo-, meso-, and hypertaurodontism (Kalina et al., 2015; Simsek et al., 2013).

The study of taurodontism is not common in bioarchaeological research. One of the historical populations diagnosed with taurodontism comprises individuals from excavations at a 3<sup>rd</sup>- to 5th-century Christian cemetery in Poundbury, UK (Brook & Scheers, 2018). However, there are no studies on the historical population from Poland. Meanwhile, any population studies, including historical populations, can provide interesting information on the etiology of this phenomenon.

## 2. Aim of the work

The aim of this work was to analyse the frequency of taurodontism in individuals who inhabited historical Radom from the early Middle Ages to modern periods. This goal includes specific questions: i./are there differences in the frequency of taurodontism between successive

historical periods? ii./ was the frequency of taurodontism in males and females similar or different? iii./ what degree of taurodontism was observed most common in the historical population from Radom?

## 3. Materials and methods

The study was based on the analysis of 640 X-ray images of permanent molars belonging to individuals from historical Radom, Poland.

Radom is a city in central-eastern Poland. Excavation works carried out in this area indicate settlement of this area in the 9th/10th century. Archaeological information indicates that the first regular cemetery in Radom was established at the end of the 11th century and was used for approximately 100 years. The exact dating of the cemetery is based, among other things, on coins indicating the early Middle Ages (e.g., Trzeciecki, 2018). Bioarchaeological studies carried out at this site indicate that the population obtained food from various sources (forest, half, rivers) (Gręzak, Lasota-Moskalewska, Piątkowska, & Niemczak, 2018; Mních & Szostek, 2018), and their health condition was good (Tomczyk & Borowska-Strugińska, 2018). In the 14th century, Radom was urbanized and received city status. In approximately 1300, the church of St. Wenceslas and the remaining infrastructure were created. The change in the status of Radom caused an influx of people, which translated into a deterioration in the quality of life (e.g., enamel hypoplasia increased) (Tomczyk, 2017). Another important turning point in the history of Radom took place in the 18th century. This period was characterized, among other things, by the Napoleonic Wars and the partitions of Poland. Human remains from that period found in Radom came from the municipal cemetery that was operated between 1791 and 1811.

The individuals represented three historical periods: the early Middle Ages (EMP, 11th/12th, n = 120), the late Middle Ages (LMP, 14th/17th, n = 76), and the modern period (MP, 18th/19th, n = 444).

Only the teeth of individuals with an anthropological sex identification were included in the study (Brooks & Suchey, 1990). Teeth with traces of dental caries reaching the enamel-dentin border and teeth with significant attrition were excluded from the study. In both cases, the morphology and size of the tooth chamber may change and may result in incorrect measurement. Additionally, teeth with root shortenings, curvatures or incomplete root formation were excluded from the study.

First, radiographs were taken with the use of a portable camera (EZ-60, Edlen Imaging, USA). The most satisfactory images were obtained using the following parameters: 63 kV, 8 mA with an exposure time of 0.2 s; distance of 24 cm between the source of radiation and the object. All radiographs were described by two researchers using a fixed code that allowed the sex and historical time period of the subjects to be classified. Then, biometric analyses were performed with the MicroDicom DICOM Viewer application, using the Shifman and Chanannel index for calculations (Fig. 1). To determine the index, the height of the tooth chamber was measured from the lowest point of its arch to the highest point of the bottom of the chamber and divided by the distance from the lowest point of the tooth chamber arch to its root apex. The

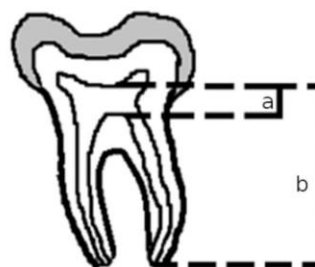


Fig. 1. Method of measuring a tooth according to Shifman and Chanannel.



obtained results were applied to the formula:

$$\frac{a}{b} \cdot 100$$

where:

- a is the height of the tooth chamber, measured from the lowest point of its arch to the highest point of the chamber bottom, and
- b is the distance from the lowest point of the tooth chamber arch to the top of the tooth root.

In the authors' own research, the Shifmann and Chanannel TI was used to diagnose taurodontism as this method is most often used by contemporary researchers (e.g., Chetty et al., 2021). Using the above-mentioned index for the calculations among the taurodontic teeth, teeth showing the features of hypo-, meso-, and hypertaurodontism were distinguished. The range of values from 20 to 29.9 indicated hypotaurodontism, values from 30 to 39.9 indicated mesotaurodontism, and values from 40 and 75 indicated hypertaurodontism.

Statistical analysis was performed with the Pearson chi-square test for various historical periods and for sex. In the case of a small sample number (n < 5), binomial distribution analysis was used. The level of significance was p < 0.05.

#### 4. Results

Among 640 teeth, 382 (60 %) were from males, and 258 (40 %) were from females. Features of taurodontism were identified in 176 teeth, which constituted 27 % of all analysed teeth. Of these, 109 (29 %) taurodontic teeth were found in males, and 67 (26 %) were found in females. There was no significant difference between men and women ( $\chi^2$  statistic = 0.508, 95 % confidence interval (CI) = [0.003–3.841], p = 0.476).

In the EMP and LMP, the frequency of taurodontic teeth was similar (22 % vs. 16 %), with an increase in frequency in the MP (31 %). There were statistically significant differences between historical periods ( $\chi^2$  statistic = 10.131, 95 % CI = [0.103–5.991], p = 0.006) (Table 1).

In the EMP, taurodontism was found slightly more often in males than in females (23 % vs. 20 %,  $\chi^2$  statistic = 0.253, 95 % CI = [0.003–3.841], p = 0.615). Additionally, in the LMP, male teeth more often showed signs of taurodontism than female teeth (19 % vs. 14 %,  $\chi^2$  statistic = 1.730, 95 % CI = [0.003–3.841], p = 0.188). However, in the MP, teeth with taurodontism were found at similar rates in males and females ( $\chi^2$  statistic = 0.097, 95 % CI = [0.003–3.841], p = 0.755) (Table 1).

Studies have shown that the highest frequency of taurodontic teeth was observed among the second and first maxillary molars (73 % and 52 %, respectively,  $\chi^2$  statistic = 16.891, 95 % CI = [0.103–5.991], p = 0.026), while the lowest was seen among the first and second molars (16 % and 23 %,  $\chi^2$  statistic = 16.945, 95 % CI = [0.103–5.991], p = 0.025) (Table 2).

In the next step, the teeth diagnosed as taurodontic were divided

according to the adopted index (TI), and the features of hypo-, meso-, and hypertaurodontism were distinguished. Of all the taurodontic teeth tested, the most numerous were hypotaurodonts (144/176), which constituted 82 % of all taurodonts. Mesotaurodontic features were found in 30 teeth (17 %). Two teeth (1 % of the total) were classified as hypertaurodonts (Table 2 and Fig. 2).

The degrees of taurodontism were assessed over three historical periods. Hypotaurodontic teeth dominated in all analysed periods, and hypetaurodontic teeth occurred the least. When analysing the binomial distribution of hypo-, meso-, and hypertaurodontism for individual historical periods, no statistical significance was found (Table 3).

#### 5. Discussion

It is estimated that today taurodontism occurs with a different frequency from about 0.25–11.3 % (Janani, Rahimi, Shahi, Aghbali, & Zand, 2011). Studies on the population of young Chinese showed the prevalence of taurodontism at 46.4 % (Colak, Tan, Bayraktar, Hamidi, & Colak, 2013), although there is no shortage of modern populations with a much lower prevalence of taurodontism, for example, among the population of northern India (Bharti, Chandra, Tikku, & Arya, 2015; Patil et al., 2013) or among contemporary inhabitants of central Anatolia (Colak et al., 2013). However, these differences may also result from differences in the applied measurement methods (Biedziak & Kurzawski, 2006).

It is interesting that the frequency of taurodontism changed in successive historical periods of the Radom population. The largest number of teeth diagnosed with taurodontism was found in the MP (18th/19th century). It is difficult to unambiguously interpret these observations due to the limited number of dental material. Unfortunately, this limitation applies to most odontological studies of historical populations in which X-rays analyses are used (e.g. Brook & Scheers, 2018). Perhaps, however, the obtained results are not related to the small sample size, but result from the influx of immigrants to Radom. Such an influx was confirmed in genetic studies that showed a significant increase in the number of haplogroups in the 18th/19th century (Przesmycka et al., 2020; Tomczyk et al., 2020) (Fig. 3). The influx of new human groups to Radom was 'forced' by economic and social transformations in these areas. The Austrian partition, under which Radom was located, made it the centre of the entire region. In addition, a transit ran through the city, connecting the south with the eastern borders (Choluj et al., 1998). These transformations attracted new settlers to the city, which could be reflected in the rise of taurodontism.

When interpreting the occurrence of taurodontism, it may be worth paying attention to the hypothesis related to high attrition diet. In this case, the formation of a large amount of tertiary dentine, which changes the architecture of the tooth chamber, can prevent pulp exposure during attrition (Benazzi et al., 2015; Zilberman, Skinner, & Smith, 1992). However, in our research, this thread was omitted, because the populations from Radom in subsequent historical periods, although they had different dietary behaviours, food preparation methods were similar (Mnich & Szostek, 2018). Which means that the changes in the

**Table 1**  
The frequency of teeth with taurodontism in subsequent historical periods.

Period	Sex	N	Taurodontism	$\chi^2$ statistic [95 % CI] between sexes	p value	$\chi^2$ statistic [95 % CI] between periods	p value
EMP	M	64	15 (23 %)	0.253 [0.003–3.841]	0.615	10.131 [0.103–5.991]	0.006
	F	56	11 (20 %)				
	Total	120	26 (22 %)				
LMP	M	27	5 (19 %)	1.730 [0.003–3.841]	0.188		
	F	49	7 (14 %)				
	Total	76	12 (16 %)				
MP	M	291	89 (31 %)	0.097 [0.003–3.841]	0.755		
	F	153	49 (32 %)				
	Total	444	138 (31 %)				

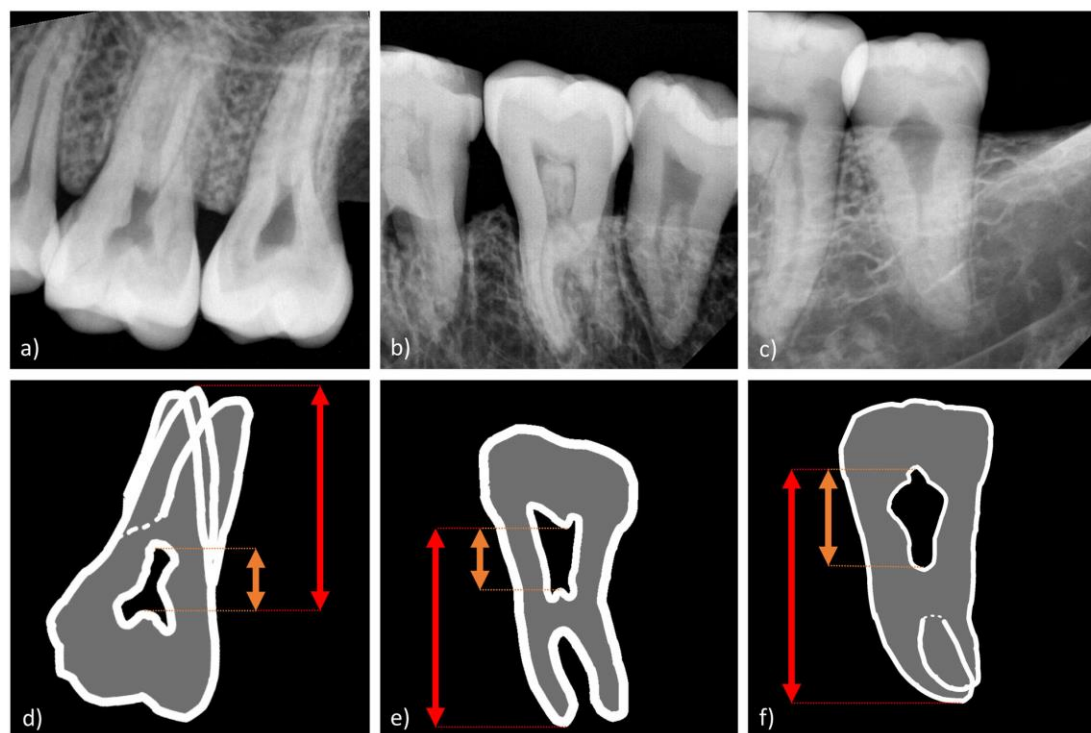


**Table 2**  
Types of teeth affected by taurodontism and the stages of taurodontism.

No. Teeth*	N	Taurodontism	Hypotaurodonts	Mesotaurodonts	Hypertaurodonts	$\chi^2$ statistic [95 % CI]	p value**
16.26	45	24 (52 %)	22 (91 %)	2 (8 %)	0	16.891 [0.103–5.991]	0.026
17.27	38	28 (73 %)	20 (71 %)	8 (29 %)	0		
18.28	15	6 (40 %)	4 (71 %)	1 (14 %)	1 (14 %)		
36.46	183	29 (16 %)	24 (83 %)	5 (17 %)	0	16.945 [0.103–5.991]	0.025
37.47	227	53 (23 %)	45 (85 %)	7 (13 %)	1 (2 %)		
38.48	122	36 (29 %)	29 (80 %)	7 (20 %)	0		

\* numeration according to Fédération Dentaire Internationale (FDI).

\*\* between teeth.



**Fig. 2.** Sample radiographs of the a) hypotaurodontic, b) mesotaurodontic, and c) hypertaurodontic teeth, and (d, e, f) schemas with relevant measurements.

**Table 3**  
Types of taurodontism in subsequent historical periods.

Period	N	Taurodontism	Hypotaurodonts	Mesotaurodonts	Hyper-taurodonts	Expected value [95 % CI]	p value*
EMP	120	26 (22 %)	21 (81 %)	5 (19 %)	0 (0 %)	1.589 [0.711–9.488]	0.546
LMP	76	12 (16 %)	9 (75 %)	3 (25 %)	0 (0 %)		
MP	444	138 (31 %)	114 (83 %)	22 (16 %)	2 (1 %)		

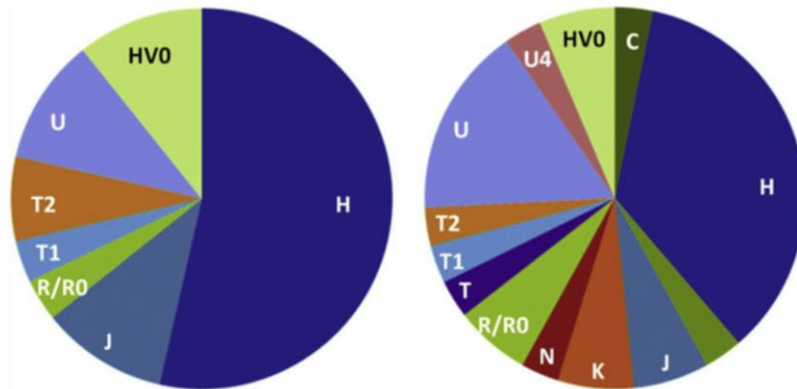
\* between types of taurodontism.

frequency of taurodontism were not due to the quality of the diet.

Some studies indicate a relationship between taurodontism and sex (Aricioğlu et al., 2021; Bronoosh et al., 2012; Parupalli, Solomon, Karateek, & Polasa, 2020; Sears, 2018). In the studied population from Radom, taurodontism was observed slightly more often in males (29 %) than in females (26 %). However, these differences did not show statistical significance. Similarly, when analysing the frequency of taurodontism between sexes in subsequent historical periods, no significant differences were noted. However, some studies show that the frequency of taurodontism is significantly higher in the female population (e.g.,

Aricioğlu et al., 2021). However, there is no lack of publications showing no correlation between sex and taurodontic teeth (Ladeira, Cruz, Freitas, & Almeida, 2014; Mashyakh, Chourasia, Jabali, Almutairi, & Gambarini, 2019). It seems that additional research into the relationship between taurodontism and sex is needed in this area.

It should be noted that for obvious reasons, it was not possible to test individuals for the coexistence of genetic diseases (e.g., Down syndrome) which may manifest this dental abnormality (Kalina et al., 2015). The obtained results are consistent with the results of studies by other authors (Bharti et al., 2015; Sankar et al., 2017), although there



**Fig. 3.** Pie charts representing the composition of the main haplogroups found in individuals from the LMP (left) period and MP period (right) Radom archaeological sites.

are also reports indicating that taurodontism is more often observed among men than women (Hegde et al., 2013; Jamshidi et al., 2015).

In our own study, it was shown that the frequency of taurodontism was significantly higher in maxillary molars and amounted to 58 % compared to mandibular teeth (22 %). This result is consistent with the conclusion presented by Kalina et al. (2015) and the results of a study by Jamshidi et al. (2017). The latter examined a selected group of adult Iranians, showing an frequency of taurodontism of 34 % in mandibular teeth and 66 % in maxillary teeth. Other authors also report a higher frequency of this defect in the teeth of the maxilla than in the mandible (Patil et al., 2013). Colak et al. (2013) showed a significant difference in the frequency of taurodontism in the mandibular teeth in the Turkish population.

The observed frequencies for hypotaurodontic (81 %), mesotaurodontic (18 %), and hypertaurodontic (1 %) teeth are consistent with the study results of some authors (e.g., Jabali et al., 2021; Jamshidi et al., 2017). Jabali et al. (2021) also indicated that among the total number of taurodontic teeth, teeth showing the features of hypotaurodontism were most often detected (67 %), mesotaurodontic teeth constituted 23 %, while 8.5 % were affected by hypertaurodontism.

In conclusion, studies on taurodontism usually concern single cases; much less often, they are characterized by a population focus. Population-type studies allow us to determine the nature and specificity of the abnormalities. There is still a lack of sufficient knowledge, for example, about the aetiology of taurodontism or the usual reasons for appearance of its weakest form (hypotaurodontism). For taurodontism knowledge to be as complete as possible, bioarchaeological research is also needed. In the presented research, much information on the location or degree of development of taurodontism overlaps with the studies of human groups. What is interesting, however, is the marked increase in occurrence of taurodontic teeth in the modern period. In this research, we obtained data that led us to believe that this increase could be related to the increased migration of people from the countryside to the city. Unfortunately, the lack of similar research makes it difficult to relate our results to other historical groups, e.g., Poland. Therefore, these studies must also be carried out on other populations.

#### Ethics approval and consent to participate

AKBE/269/2022 from 07.11.2022.

#### Funding

None.

#### Role of the funding source

Not applicable.

#### CRediT authorship contribution statement

Individual Contributions: Conceptualization: Pach Janusz, Regulski Piotr, Strużycka Izabela, Tomczyk Jacek; Data curation: Pach Janusz, Regulski Piotr, Strużycka Izabela, Tomczyk Jacek; Formal analysis: Pach Janusz, Regulski Piotr, Strużycka Izabela, Tomczyk Jacek; Investigation: Pach Janusz, Regulski Piotr, Strużycka Izabela, Tomczyk Jacek; Methodology: Pach Janusz, Regulski Piotr, Strużycka Izabela, Tomczyk Jacek; Project administration: Pach Janusz, Regulski Piotr, Strużycka Izabela, Tomczyk Jacek; Resources: Pach Janusz, Regulski Piotr, Strużycka Izabela, Tomczyk Jacek; Validation: Pach Janusz, Regulski Piotr, Strużycka Izabela, Tomczyk Jacek; Visualization: Pach Janusz, Regulski Piotr, Strużycka Izabela, Tomczyk Jacek; Writing-original draft: Pach Janusz, Regulski Piotr, Strużycka Izabela, Tomczyk Jacek; Writing-review and editing: Pach Janusz, Regulski Piotr, Strużycka Izabela, Tomczyk Jacek.

#### Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

#### Data availability

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

#### Acknowledgements

None.

#### Informed consent

Not applicable.

#### References

Aricioğlu, B., Tomrukçu, D. N., & Köse, T. E. (2021). Taurodontism and C-shaped anatomy: Is there an association? *Oral Radiology*, 37(3), 443–451. <https://doi.org/10.1007/s11282-020-00476-5>



- Bafna, Y., Kambalimath, H. V., Khandelwal, V., & Nayak, P. (2013). Taurodontism in deciduous molars. *BMJ Case Reports*, Article bcr2013010079. <https://doi.org/10.1136/bcr-2013-010079>
- Benazzi, S., Nguyen, H. N., Kullmer, O., & Hublin, J. J. (2015). Exploring the biomechanics of taurodontism. *Journal of Anatomy*, 226(2), 180–188. <https://doi.org/10.1111/joa.12260>
- Bharti, R., Chandra, A., Tikku, A. P., & Arya, D. (2015). Prevalence of taurodont molars in a North Indian population. *Indian Journal of Dentistry*, 6(1), 27–31. <https://doi.org/10.4103/0975-962x.151700>
- Biedziak, B., & Kurzawski, M. (2006). Taurodontism in patients with complete cleft palate and lip. *Dental and Medical Problems*, 43(3), 364–398.
- Bronoosh, P., Haghnegahdar, A., & Dehbozorgi, M. (2012). Prevalence of taurodontism in premolars and molars in the South of Iran. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 6(1), 21–24. <https://doi.org/10.5681/joddd.2012.005>
- Brook, A., & Scheers, M. (2018). Variations of tooth root morphology in a Romano-British population. *Dental Anthropology Journal*, 19, 33–38. <https://doi.org/10.26575/daj.v19i2.118>
- Brooks, S., & Suchey, J. M. (1990). Skeletal age determination based on the os pubis: A comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution*, 5(3), 227–238. <https://doi.org/10.1007/BF02437238>
- Chetty, M., Roomaney, I. A., & Beighton, P. (2021). Taurodontism in dental genetics. *BDJ Open*, 7(1), 25. <https://doi.org/10.1038/s41405-021-00081-6>
- Choiuj, Z., Głuszek, I., Małicka-Ząbek, B., Penkalla, A., Żółkowski, S., Ankiwicz, M., & Kwiatkowska, J. (1998). Historical and urban study of the center of Radom. *Municipal Urban Design Studio*.
- Colak, H., Tan, E., Bayraktar, Y., Hamidi, M. M., & Colak, T. (2013). Taurodontism in a central anatolian population. *Dental Research Journal*, 10(2), 260–263. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.113367>
- Dineshshankar, J., Sivakumar, M., Balasubramaniam, A. M., Kesavan, G., Karthikeyan, M., & Prasad, V. S. (2014). Taurodontism. *Journal of Pharmacy and Biomedical Sciences*, 6(Suppl 1), S13–S15. <https://doi.org/10.4103/0975-7406.137252>
- Einy, S., Yitzhaki, I. H., Cohen, O., Smidt, A., & Zilberman, U. (2022). Taurodontism—prevalence, extent, and clinical challenge in Ashkelon, Israel – A retrospective study. *Apply Sciences*, 12(3), 1062. <https://doi.org/10.3390/a12031062>
- Gorjanovic-Kramberger, K. (1907). Die kronen und wurzeln der mahlahne des homo primigenius und ihre genetische Bedeutung. *Anatomischer Anzeiger*, 31, 97–134.
- Gręzak, A., Lasota-Moskalewska, A., Piątkowska, M., & Niemczak, K. (2018). Remarks on the meat diet of the inhabitants of the Radom settlement complex. In J. Tomczyk (Ed.), *Bioarchaeological studies of the human population from radom from the 11th to the 19th century* (pp. 143–167). UKSW.
- Hegde, V., Aneundi, R. T., & Pravinchandra, K. R. (2013). Biometric analysis - A reliable indicator for diagnosing taurodontism using panoramic radiographs. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 7(8), 1779–1781. <https://doi.org/10.7860/jcdr/2013/5543.3274>
- Jabali, A. H., Chourasia, H. R., Wasli, A. S., Alkhayrat, A. M., Mahnashi, H. M., Kamly, M. J., ... Patil, S. (2021). Taurodontism in maxillary and mandibular molars using cone beam computed tomography in a dental center in Saudi Arabia. *Annals of Saudi Medicine*, 41(4), 232–237. <https://doi.org/10.5144/0256-4947.2021.232>
- Jamshidi, D., Adl, A., Sobhanmanay, F., & Bolurian, M. (2015). Root canal treatment of a hypertaurodont mandibular second molar: A case report. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 9(1), 57–59. <https://doi.org/10.15171/joddd.2015.012>
- Jamshidi, D., Tofangchiha, M., Pozve, N. J., Mohammadpour, M., Nouri, B., & Hosseinzadeh, K. (2017). Prevalence of taurodont molars in a selected Iranian adult population. *Iranian Endodontic Journal*, 12(3), 282–287. <https://doi.org/10.22037/iej.v12i3.13905>
- Janani, M., Rahimi, S., Shahi, S., Aghbali, A., & Zand, V. (2011). Endodontic treatment of a hypertaurodont mandibular second molar: A case report. *Iranian Endodontic Journal*, 6(3), 133–135.
- Jayashankara, C., Shivanna, A. K., Sridhara, K., & Kumar, P. S. (2013). Taurodontism: A dental rarity. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 17(3), 478. <https://doi.org/10.4103/0973-029x.125227>
- Kalina, A., Roźniatowski, K., Regulski, P., & Turska Szybka, A. (2015). The incidence and stage of taurodontism in patients of the infant Jesus teaching hospital. Biometric analysis of pantomographic images. *Dental and Medical Problems*, 52, 455–461. <https://doi.org/10.17219/dmp/48522>
- Keith, A. (1913). Problems relating to the teeth of the earlier forms of prehistoric man. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 6(Odontol Sect), 103–124. <https://doi.org/10.1177/003591571300601018>
- Ladeira, D. B., Cruz, A. D., Freitas, D. Q., & Almeida, S. M. (2014). Prevalence of C-shaped root canal in a Brazilian subpopulation: A cone-beam computed tomography analysis. *Brazilian Oral Research*, 28, 39–45. <https://doi.org/10.1590/s1806-83242013005000027>
- Mashyakhly, M., Chourasia, H. R., Jabali, A., Almutairi, A., & Gambarini, G. (2019). Analysis of fused rooted maxillary first and second molars with merged and C-shaped canal configurations: Prevalence, characteristics, and correlations in a Saudi Arabian population. *Journal of Endodontics*, 45(10), 1209–1218. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.06.009>
- Mnich, B., & Szostek, K. (2018). Diet of the inhabitants of Radom over the last millennium. In J. Tomczyk (Ed.), *Bioarchaeological studies of the human population from radom from the 11th to the 19th century* (pp. 129–142). UKSW.
- Mohan, R. P., Verma, S., Agarwal, N., & Singh, U. (2013). Taurodontism. *BMJ Case Reports*, 2013, Article bcr2012008490. <https://doi.org/10.1136/bcr-2012-008490>
- Parupalli, K., Solomon, R. V., Karteek, B. S., & Polasa, S. (2020). Application of cone-beam computed tomography in the analysis and management of intricate internal anatomy of hyper- and mesotaurodontic teeth. *Journal of Conservative Dentistry*, 23(2), 211–214. <https://doi.org/10.4103/jcd.jcd.175.19>
- Patil, S., Doni, B., Kaswan, S., & Rahman, F. (2013). Prevalence of taurodontism in the North Indian population. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 5(4), e179–e182. <https://doi.org/10.4317/jced.5.1118>
- Prakash, R., Vishnu, C., Suma, B., Velmurugan, N., & Kandaswamy, D. (2005). Endodontic management of taurodontic teeth. *Indian Journal of Dental Research*, 16(4), 177–181. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.29900>
- Przesmycka, A., Jedrychowska-Daniśka, K., Masłowska, A., Witas, H., Regulski, P., & Tomczyk, J. (2020). Root and root canal diversity in human permanent maxillary first premolars and upper/lower first molars from a 14th-17th and 18th-19th century Radom population. *Archives of Oral Biology*, 110, Article 104603. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2019.104603>
- Puttalingaiiah, V. D., Agarwal, P., Miglani, R., Gupta, P., Sankaran, A., & Dube, G. (2014). Assessing the association of taurodontism with numeric dentition anomalies in an adult central Indian population. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine*, 5(2), 429–433. <https://doi.org/10.4103/0976-9668.136222>
- Sankar, A. J. S., Sreedevi, E., Gopal, A. S., & Lakshmi, M. N. (2017). A rare condition of bimaxillary primary molar taurodontism. *Journal of Dentistry*, 18(2), 153–156.
- Sears, J. (2018). Taurodontism in modern populations. *Dental Anthropology Journal*, 14(2), 14–19. <https://doi.org/10.26575/daj.v14i2.185>
- Seow, W. K., & Lai, P. Y. (1989). Association of taurodontism with hypodontia: A controlled study. *Pediatric Dentistry*, 11(3), 214–219.
- Shah, D., Garcha, V., Garde, J., & Ekhande, D. (2015). Prevalence of taurodontism among the patients visiting a dental teaching hospital in Pune, India: A retrospective orthopantomogram study. *Journal of Indian Association of Public Health Dentistry*, 13(1), 83–86. <https://doi.org/10.4103/2319-5932.153601>
- Shifman, A., & Chanannel, I. (1978). Prevalence of taurodontism found in radiographic dental examination of 1,200 young adult Israeli patients. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 6(4), 200–203. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1978.tb01150.x>
- Sinsek, N., Keles, A., & Ocak, M. S. (2013). Endodontic treatment of hypertaurodontism with multiple bilateral taurodontism. *Journal of Conservative Dentistry*, 16(5), 477–479. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.117497>
- Tomczyk, J., & Borowska-Strugińska, B. (2018). Body height as a measure of the well-being of the population. In J. Tomczyk (Ed.), *Bioarchaeological studies of the human population from radom from the 11th to the 19th century* (pp. 59–64). UKSW.
- Tomczyk, J. (2017). Odontological research—Enamel hypoplasia. In J. Tomczyk (Ed.), *Bio-archaeological studies of the human population from radom from the 11th to the 19th century* (pp. 97–104). UKSW.
- Tomczyk, J., Szostek, K., Lisowska-Gaczorek, A., Mnich, B., Zalewska, M., Trzeciecki, M., & Olczak-Kowalczyk, D. (2020). Dental caries and isotope studies in the population of Radom (Poland) between the 11th and 19th centuries. *International Journal of Osteoarchaeology*, 30(6), 778–788. <https://doi.org/10.1002/oa.2908>
- Trzeciecki, M. (2018). Radom settlement complex between the 10th and 19th centuries—The state of research. In J. Tomczyk (Ed.), *Bioarchaeological studies of the human population from radom from the 11th to the 19th century* (pp. 10–53). UKSW.
- Vashisth, P., Dwivedi, S., Arora, S., & Mayall, S. (2013). Multiple bilateral taurodontic teeth in primary dentition: A case report. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 6(2), 132–133. <https://doi.org/10.5005/ijp-journals-10005-1205>
- Zilberman, U., Skinner, M., & Smith, P. (1992). Tooth components of mandibular deciduous molars of Homo sapiens and Homo sapiens neanderthalensis: A radiographic study. *American Journal of Physical Anthropology*, 87. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330870303>

## Taurodontyzm - czy rozpoznanie tej anomalii może mieć wpływ na powodzenie leczenia stomatologicznego?

## *Taurodontism - can the diagnosis of this anomaly affect the success of dental treatment?*

Janusz Pach<sup>1</sup> **A****B****D****E****F** (ORCID ID: 0000-0001-9308-2313)

Piotr Regulski<sup>2</sup> **E****F** (ORCID ID: 0000-0002-3692-3582)

Jacek Tomczyk<sup>3</sup> **E****F** (ORCID ID: 0000-0002-0605-665X)

Izabela Strużycka<sup>1</sup> **A****E****F** (ORCID ID: 0000-0002-7058-3614)

**Wkład autorów:** **A** Plan badań **B** Zbieranie danych **C** Analiza statystyczna **D** Interpretacja danych  
**E** Redagowanie pracy **F** Wyszukiwanie piśmiennictwa

**Authors' Contribution:** **A** Study design **B** Data Collection **C** Statistical Analysis **D** Data Interpretation  
**E** Manuscript Preparation **F** Literature Search

<sup>1</sup> Zakład Stomatologii Zintegrowanej, Warszawski Uniwersytet Medyczny  
*Department of Comprehensive Dentistry, Medical University of Warsaw*

<sup>2</sup> Zakład Radiologii Stomatologicznej i Szczękowo-Twarzowej, Warszawski Uniwersytet Medyczny  
*Department of Dental and Maxillofacial Radiology, Medical University of Warsaw*

<sup>3</sup> Instytut Nauk Biologicznych, Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie  
*Institute of Biological Sciences, Cardinal Stefan Wyszyński University in Warsaw*

### Streszczenie

Taurodontyzm to rzadka anomalia morfologiczna trzonowych zębów wielokorzeniowych mlecznych oraz stałych. Charakteryzuje się pionowym powiększeniem komory miazgi oraz skróceniem korzeni. **Cel.** Celem pracy było przedstawienie znaczenia taurodontyzmu dla powodzenia wielospecjalistycznego leczenia stomatologicznego – przeglądu dokonano na podstawie dostępnego piśmiennictwa. **Materiał i metody.** Przeanalizowano publikacje dostępne w bazie PubMed z lat

### Abstract

Taurodontism is a rare morphological anomaly of deciduous and permanent molars with many roots. It is characterized by vertical enlargement of the pulp chamber and shortening of the roots. **Aim.** The study aimed to present the significance of taurodontism for the success of multi-specialty dental treatment – the review was based on the available literature. **Material and methods.** Publications available in the PubMed database from 2005–2022 were

Adres do korespondencji/*Correspondence address:*

Janusz Pach

Zakład Stomatologii Zintegrowanej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

ul. Błonieckiego 6, 02-097 Warszawa

e-mail: biuro@megadental.info.pl



Copyright: © 2005 Polish Orthodontic Society. This is an Open Access journal, all articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), allowing third parties to copy and redistribute the material in any medium or format and to remix, transform, and build upon the material, provided the original work is properly cited and states its license.



*Taurodontism - can the diagnosis of this anomaly affect the success of dental treatment?*

2005–2022 po wpisaniu słowa kluczowego „taurodontyzm”, które miały związek z wielospecjalistycznym leczeniem stomatologicznym. **Wyniki.** Z uwagi na dowierzchołkowe przesunięcie dna komory miazgi oraz możliwość wystąpienia dodatkowych kanałów korzeniowych największym wyzwaniem w przypadku leczenia tych zębów są zabiegi endodontyczne. W trakcie leczenia ortodontycznego przyczyną niepowodzeń może być nadmierna skłonność zębów taurodontycznych do resorpcji korzeni oraz ich słabsze zakotwiczenie w zębodole. Zęby taurodontyczne nie powinny być brane pod uwagę jako filarowe w protetyce. Ekstrakcja zęba taurodontycznego o nierozwidlonych korzeniach może być łatwiejsza z racji jego słabszego zakotwiczenia w zębodole. Z uwagi na krótsze i cieńsze korzenie zabieg może stać się bardziej skomplikowany. Szanse na powodzenie leczenia periodontologicznego maleją znacząco w przypadku zajęcia furkacji. Diagnozując taurodontyzm należy skierować pacjenta do dalszych badań genetycznych. Niektóre zespoły chorobowe związane z taurodontyzmem, które przebiegają bezobjawowo, mogą być przyczyną poważnych schorzeń w przyszłości, w tym nowotworowych. **Wnioski.** Chociaż taurodontyzm należy do rzadkich anomalii zębowych, to dokładna analiza biometryczna badań obrazowych może wpłynąć na sukces planowanego leczenia stomatologicznego i ortodontycznego. (Pach J, Regulski P, Tomczyk J, Strużycka I. Taurodontyzm – czy rozpoznanie tej anomalii może mieć wpływ na powodzenie leczenia stomatologicznego? *Forum Ortod* 2022; 18 (4): 248-54).

Nadesłano: 04.12.2022

Przyjęto do druku: 07.03.2023

<https://doi.org/10.5114/for.2022.126064>

**Słowa kluczowe:** leczenie endodontyczne, leczenie ortodontyczne, choroby genetyczne, taurodontyzm, komora miazgi

## Wstęp

Taurodontyzm jest anomalią morfologiczną dotyczącą wielokorzeniowych zębów trzonowych mlecznych i stałych, która występuje zarówno w szczęce, jak i w żuchwie (1). Radiologicznie ząb taurodontyczny charakteryzuje się dowierzchołkowym przesunięciem dna komory miazgi oraz skróceniem korzeni, z jednoczesnym brakiem charakterystycznego przewężenia na wysokości połączenia szkliwno-cementowego. Klinicznie nie różni się od zęba cynodontycznego, który ma wydłużone korzenie, a ich rozdalenie jest przesunięte w kierunku korony zęba. Określenie „cynodonta” wprowadził Keith, opisując zęby o stosunkowo małej komorze miazgi i z wyraźnym przewężeniem w okolicy połączenia szkliwno-zębinowego, nazywając je „psimi” (2).

Zęby o budowie taurodontycznej mogą zostać zdiagnozowane jedynie w badaniu obrazowym. Chociaż u człowieka współczesnego występują stosunkowo rzadko, mogą być

reviewed after entering the keyword “taurodontism” if they were related to multispecialty dental treatment. **Results.** Due to the apical displacement of the pulp chamber floor and the possibility of additional root canals present, endodontic procedures are the most significant challenge in treating these teeth. During orthodontic treatment, the cause of failure may include the excessive tendency of taurodont teeth to root resorption and their weaker anchorage in the alveolus. Taurodont teeth should not be considered as pillar teeth in prosthetics. Extraction of a taurodont tooth with roots that are not bifurcated may be easier because of its weaker anchorage in the alveolus. Due to shorter and thinner roots, the procedure can become more complicated. Chances of successful periodontal treatment decrease significantly when the furcation is affected. When diagnosing taurodontism, the patient should be referred for further genetic testing. Some asymptomatic pathologic syndromes associated with taurodontism can cause severe conditions in the future, including cancer. **Conclusions.** Although taurodontism is one of the rare dental anomalies, careful biometric analysis of imaging studies can affect the success of planned dental and orthodontic treatment. (Pach J, Regulski P, Tomczyk J, Strużycka I. Taurodontism – can the diagnosis of this anomaly affect the success of dental treatment? *Orthod Forum* 2022; 18 (4): 248-54).

Received: 04.12.2022

Accepted: 07.03.2023

<https://doi.org/10.5114/for.2022.126064>

**Key words:** endodontic treatment, orthodontic treatment, genetic diseases, taurodontism, pulp chamber

## Introduction

Taurodontism is a morphological anomaly involving many roots of deciduous and permanent molars and it occurs in both the maxilla and mandible (1). Radiologically, a taurodont tooth is characterized by an apical displacement of the pulp chamber floor and root shortening, with the absence of characteristic constriction at the level of the cemento-enamel junction. Clinically, it is no different from a cynodont tooth with elongated roots, and their bifurcation is shifted toward the tooth crown. The term “cynodont” was introduced by Keith, who described teeth with a relatively small pulp chamber and with a pronounced constriction near the dento-enamel junction, calling them “canine” (2).

Teeth with a taurodont structure can only be diagnosed by imaging tests. Although they are relatively rare in modern humans, they can cause complications, which can be crucial for clinicians before planned treatment. The etiology of this disorder has not been fully elucidated, although it is assumed that it occurs due to abnormalities in the process of invagination of Hertwig’s sheath at the proper level early in fetal

przyczyną komplikacji, co przed planowanym leczeniem może mieć kluczowe znaczenie dla klinicysty. Etiologia tego zaburzenia nie została do końca wyjaśniona, chociaż przyjmuje się, że do jego wystąpienia dochodzi na skutek nieprawidłowości przebiegu procesu wpuklania się pochwłki Hertwiga na odpowiedniej wysokości na wczesnym etapie życia płodowego (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8). Istnieją badania świadczące o tym, że wada może być związana z nieprawidłowościami dotyczącymi genu chromosomu X odpowiedzialnego za rozwój szkliva (2, 9, 10). Dostępne są również obserwacje świadczące o tym, że rozpoznanie taurodontyzmu może wskazywać na współistnienie różnego typu zespołów chorobowych.

### Cel

Celem pracy było przedstawienie znaczenia taurodontyzmu dla powodzenia wielospecjalistycznego leczenia stomatologicznego.

### Materiał i metody

Dokonano przeglądu publikacji dostępnych w bazie PubMed z lat 2005–2022 po wpisaniu słowa kluczowego „taurodontyzm”. Szczegółowej analizie poddano prace mające związek z wielospecjalistycznym leczeniem stomatologicznym.

### Wyniki

#### Diagnostyka

Obecności zębów taurodontycznych nie można zdiagnozować w badaniu klinicznym. Obecnie istnieje kilka sposobów, na podstawie których można za pomocą badania obrazowego ocenić, czy dany ząb ma prawidłową budowę, czy też nie. Procedurą rozpoznania taurodontyzmu, najczęściej stosowaną w badaniach, jest metoda zaproponowana przez Chanannela i Shiffmana (Ryc. 1). Polega ona na radiologicznym pomiarze długości oraz obliczeniu stosunku wysokości komory miazgi, liczonego od najniższego punktu sklepienia do najwyższego punktu jej dna, do wartości zmierzonej od najniższego punktu sklepienia komory miazgi do wierzchołka korzenia zęba, pomnożonej przez 100 (Ryc. 2). Jeżeli tak uzyskany wynik mieści się w granicach od 20,0 do 29,9, to mówimy o hipotaurodontyzmie. Wynik od 30,0 do 39,9 wskazuje na mezotaurodontyzm, zaś wartość powyżej 40,0 świadczy o hiperturodontyzmie.

#### Postępowanie kliniczne

Leczenie ortodontyczne jest ważnym etapem wielospecjalistycznego leczenia stomatologicznego, które może obejmować również zabiegi w zakresie endodoncji, protetyki, chirurgii, periodontologii lub stomatologii zachowawczej (11). Podczas planowania zabiegów lekarz ortodonta ocenia między innymi wyniki badania radiologicznego. Istotnym jest, aby

life (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8). There are studies showing that this defect may be related to abnormalities involving the X chromosome gene responsible for enamel development (2, 9, 10). Observations also show that a diagnosis of taurodontism can indicate the coexistence of various types of pathological syndromes.

### Aim

The study aimed to present the significance of taurodontism for the success of multispecialty dental treatment.

### Material and methods

Publications available in the PubMed database from 2005–2022 were reviewed after entering the keyword “taurodontism.” Papers showing multispecialty dental treatment were analyzed in detail.

### Results

#### Diagnostics

The presence of taurodont teeth cannot be diagnosed by a clinical examination. Nowadays, several ways can be used to assess whether a tooth has a normal structure, and they are based on imaging tests. The procedure for diagnosing taurodontism that is the most commonly used in studies is the method proposed by Chanannel and Shiffman (Fig. 1). It involves radiological measurement of the length and calculation of the ratio of the pulp chamber height, calculated from the lowest point of the vault to the highest point of its floor, to the value measured from the lowest point of the pulp chamber vault to the apex of the tooth root, multiplied by 100 (Fig. 2). If the score obtained in this way is between 20.0 and 29.9, hypotaurodontism is diagnosed. A score between 30.0 and 39.9 indicates mesotaurodontism, while a value above 40.0 indicates hyperturodontism.

#### Clinical management

Orthodontic treatment is an essential step in multispecialty dental treatment, which may also include endodontics, prosthodontics, surgery, periodontics, or restorative dentistry procedures (11). During treatment planning, an orthodontist evaluates, among other things, the findings of a radiological examination. During the analysis, it is also important to pay attention to anatomical features of the molars that may indicate the presence of taurodontism in a diagnosed patient.

Although taurodont teeth are clinically no different from cynodont teeth, they can cause difficulties during endodontic treatment due to the apical displacement of the pulp chamber floor, which significantly obstructs the localization of root canal openings (3, 9, 12, 13, 14). Due to the elongated shape of the pulp chamber, the initial diagnosis itself can be

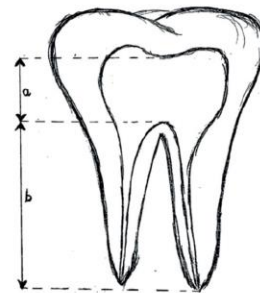


*Taurodontism - can the diagnosis of this anomaly affect the success of dental treatment?*

w trakcie analizy zwrócić również uwagę na cechy anatomiczne zębów trzonowych, mogące wskazywać na występowanie taurodontyzmu u diagnozowanego pacjenta.

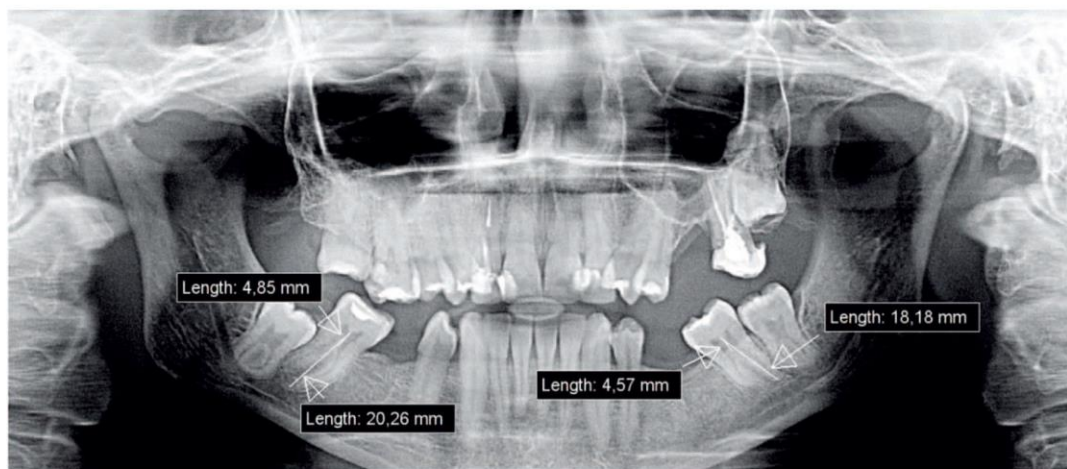
Chociaż zęby taurodontyczne klinicznie nie różnią się od zębów cynodontycznych, mogą być przyczyną trudności podczas leczenia endodontycznego z powodu dowierzchołkowego przesunięcia dna komory miazgi, co w znacznym stopniu utrudnia lokalizację ujść kanałów korzeniowych (3, 9, 12, 13, 14). Z uwagi na wydłużony kształt komory miazgi problematyczna może okazać się już sama wstępna diagnostyka, gdyż na przykład wynik badania żywotności miazgi może okazać się fałszywy (2). Na złożoność leczenia endodontycznego mają wpływ również występujące w tym przypadku nieprawidłowe konfiguracje systemu korzeniowego oraz kanały dodatkowe, często w znacznym stopniu zobliterowane. Podczas trepanacji komory miazgi zdarza się większe krwawienie, co z kolei może zostać błędnie zdiagnozowane jako perforacja (7). Jamshidi i wsp. opisali przypadek leczenia endodontycznego drugiego prawego trzonowca żuchwy u 24-letniego mężczyzny, który w wyniku badania radiologicznego został zakwalifikowany jako ząb hipertaurodontyczny. Dzięki zastosowaniu mikroskopu endodontycznego zlokalizowano cztery kanały korzeniowe (15). Z kolei Janani i wsp. opisali przebieg leczenia endodontycznego drugiego lewego trzonowca żuchwy u 28-letniego mężczyzny, w którym znaleziono pięć kanałów korzeniowych (5). Również Simsek i wsp. odnotowali przypadki skomplikowanego leczenia endodontycznego pierwszego górnego lewego zęba trzonowego wykazującego cechy hipertaurodontyzmu, w którym także zlokalizowano pięć kanałów korzeniowych (6). Obserwacje kliniczne pokazują ponadto, że w związku ze skróceniem korzeni oraz

problematic because, for example, the pulp vitality test result may be false (2). The complexity of endodontic treatment is also affected by abnormal configurations of the root system that occur in this case, as well as accessory canals, which are often significantly obliterated. During trepanation of the pulp chamber, more severe bleeding can occur, which, in turn, can be misdiagnosed as a perforation (7). Jamshidi et al. described a case of endodontic treatment of the mandibular second right molar in a 24-year-old man, classified as a hypertaurodont tooth during a radiographic examination. Using an endodontic microscope, four root canals were located (15). On the other hand, Janani et al. described the course of endodontic treatment of the mandibular second left molar in a 28-year-old man, and five root canals were found (5). Simsek



Rycina 1. Metoda pomiaru według Schiffmana i Channela  $a/b \cdot 100$  (materiał własny).

Figure 1. Measurement method according to Schiffman and Chananel  $a/b \cdot 100$  (own material).



Rycina 2. Zęby hipotaurodontyczne 37 oraz 47 (materiał własny).

Figure 2. Hypotaurodont teeth no. 37 and 47 (own material).

dowierzchołkowym przesunięciem dna komory miazgi w trakcie leczenia endodontycznego faktycznie może dojść do jej perforacji (2, 4, 14). W celu dokładnego opracowania kanałów korzeniowych zęba o tej budowie zaleca się irygację podchlorynem sodu (6, 15), z zachowaniem maksymalnej ostrożności, by zminimalizować jego szkodliwy wpływ na tkanki okołowierzchołkowe (16). W trakcie zabiegu szczególnie pomocne bywają lupy oraz mikroskopy endodontyczne (17). Dzięki zastosowaniu mikroskopu endodontycznego, który daje nawet czterdziestokrotne powiększenie, obraz w polu zabiegowym staje się wyraźniejszy, głębszy i bardziej doświetlony. Dzięki temu ryzyko powikłań w trakcie ustalania ujść kanałów korzeniowych, a także ich topografii, jest w znaczącym stopniu zminimalizowane. Również proces wypełniania opracowanych kanałów korzeniowych, który w przypadku zębów taurodontycznych stanowi zdecydowanie większe wyzwanie w porównaniu z cynodontami, staje się przy użyciu nowoczesnych sprzętów optycznych łatwiejszy, a jego rezultat znacznie dokładniejszy. Prakash i wsp. opracowali zmodyfikowaną metodę wypełniania kanałów, polegającą na połączeniu kondensacji bocznej w okolicy wierzchołkowej z kondensacją pionową wydłużonej komory miazgi (17, 18).

Zniszczony próchnicą ząb po leczeniu endodontycznym powinien być zaopatrzony protetycznie. Zmniejszona długość korzeni, które nie zapewniają odpowiedniego zakotwiczenia w zębodole sprawia, że są one mniej odporne na działanie sił bocznych (2, 3, 12). Dlatego zdiagnozowanie tej anomalii powinno skłonić klinicystę do rozważenia, czy zęby z tym rozpoznaniem powinny być brane pod uwagę jako zęby filarowe w leczeniu protetycznym. Jak wynika z doświadczeń, zastosowanie na przykład wkładu koronowo-korzeniowego może zakończyć się niepowodzeniem (4). Postępowanie chirurgiczne związane z obecnością zęba o budowie taurodontycznej bywa również problemem, chociaż ekstrakcja zęba, w którym nie występuje rozwidlenie korzeni może być łatwiejsza niż zęba cynodontycznego, ze względu na jego gorsze zakotwiczenie w wyrostku zębodołowym (7, 9, 18). Jednak z uwagi na dowierzchołkowe przemieszczenie furkacji oraz możliwość wystąpienia krótszych i cieńszych wierzchołków korzeni zabieg ekstrakcji może okazać się bardziej skomplikowany (2, 3, 12, 14).

W przypadku zęba taurodontycznego u pacjentów z chorobą przyzębia rzadziej dochodzi do zajęcia furkacji, z uwagi na jej dowierzchołkowe przesunięcie (3, 9, 12). Z tego względu rokowanie w leczeniu periodontologicznym dla zęba obciążonego tą wadą jest korzystniejsze. Gdy jednak furkacja zostanie już objęta procesem chorobowym, szanse na powodzenie leczenia maleją w sposób znaczący (12).

W trakcie planowania leczenia ortodontycznego należy mieć na względzie wszystkie te uwagi, ponieważ w zasadniczy sposób mogą one wpłynąć na jego wyniki. Dokładna analiza biometryczna dostępnych badań obrazowych może mieć kluczowe znaczenie dla powodzenia całego procesu

et al. also reported cases of complicated endodontic treatment of the upper first left molar showing features of hyperaurodontism, in which five root canals were also located (6). Clinical observations further show that due to root shortening and the apical displacement of the pulp chamber floor during endodontic treatment, pulp chamber perforation can indeed occur (2, 4, 14). In order to thoroughly prepare root canals of a tooth with this structure, irrigation with sodium hypochlorite (6, 15) is recommended, with maximum caution to minimize its harmful effects on the periapical tissues (16). Magnifiers and endodontic microscopes can be particularly helpful during the procedure (17). With an endodontic microscope, which gives up to 40x magnification, the image in the treatment field becomes clearer, deeper, and more illuminated. As a result, the risk of complications when the root canal openings and their topography are determined is significantly minimized. Moreover, the process of filling prepared root canals, which in the case of taurodont teeth is definitely more challenging compared to cynodont teeth, becomes easier with the use of modern optical equipment, and the outcomes are much more accurate. Prakash et al. developed a modified root canal filling technique involving a combination of lateral condensation in the apical region and vertical condensation of the elongated pulp chamber (17, 18).

A decayed tooth after endodontic treatment should be prosthetically restored. Due to the reduced length of the roots, which do not provide adequate anchorage in the alveolus, they are less resistant to lateral forces (2, 3, 12). Therefore, diagnosing this anomaly should prompt a clinician to consider whether teeth with this diagnosis should be considered as pillar teeth for prosthetic treatment. According to experience, using a crown-root inlay, for example, can be unsuccessful (4). Surgical management related to the presence of a taurodont tooth is also sometimes a problem, although extraction of a tooth with no root bifurcation may be easier than of a cynodont tooth, due to its inferior anchorage in the alveolar process (7, 9, 18). However, due to the apical displacement of the furcation and the possibility of shorter and thinner root apices, the extraction procedure may be more complicated (2, 3, 12, 14).

In the case of a taurodont tooth, patients with periodontal diseases are less likely to have furcation involvement, due to its apical displacement (3, 9, 12). Therefore, the prognosis of periodontal treatment for a tooth with this defect is more favorable. However, once the disease affects the furcation, the chances of successful treatment decrease significantly (12).

All of these considerations should be kept in mind when planning orthodontic treatment, as they can fundamentally affect its results. Thorough biometric analysis of available imaging scans can be crucial to the success of the entire treatment process because the length of taurodont roots is reduced; therefore, these teeth are sometimes anchored insufficiently in the alveolus than is the case with teeth of



*Taurodontism - can the diagnosis of this anomaly affect the success of dental treatment?*

leczenia z uwagi na zmniejszoną długość korzeni taurodontów, które z tego względu bywają dużo słabiej zakotwiczone w zębodole, niż ma to miejsce w przypadku zębów o prawidłowej budowie anatomicznej (2, 12). Ponadto, jak wynika z obserwacji, przed podjęciem decyzji o leczeniu wad zgryzu z udziałem zębów trzonowych należy również brać pod uwagę zwiększoną tendencję zębów taurodontycznych do resorpcji korzeni (19).

**Choroby genetyczne**

Analizując wyniki badań radiologicznych, należy pamiętać, że taurodontyzm jest obserwowany zarówno jako cecha izolowana (9), jak i współistniejąca z chorobami genetycznymi, takimi jak np. zespół Trichodentoosseus (1, 12, 14, 15). Zauważono też związek z zaburzeniami w rozwoju zębów, jak amelogenesis imperfecta czy hipodontia. Istnieją badania, które wykazały częstsze występowanie opiswanej wady u pacjentów z zespołem Downa (2, 6, 7, 17, 20, 21). Nie bez znaczenia jest też zaobserwowany związek z zespołem Klinefeltera (1, 12, 14, 15). W przypadku tej ostatniej jednostki chorobowej jej wczesne zdiagnozowanie oraz wdrożenie odpowiedniego leczenia hormonalnego pozwala na zmniejszenie ryzyka rozwoju chorób towarzyszących, w tym niektórych rodzajów nowotworów (22). Zaobserwowano, że zęby taurodontalne występują częściej u osób z rozszczepem wargi i podniebienia (1, 2, 5, 20) oraz z innymi wadami rozwojowymi manifestującymi się między innymi rozszczepami w obrębie jamy ustnej, jak zespół Wolfa-Hirschhorna, czy Ellisa van Crevelda (8). Istnieją doniesienia, że omawiana nieprawidłowość morfologiczna zębów została zaobserwowana u pacjentów z zespołem van der Woude'a. Tę wadę rozwojową cechuje rozszczep podniebienia pierwotnego i wtórnego, a także występowanie przetok śluzowych w obrębie warg (8). Według autorów niektórych badań częstość występowania taurodontyzmu wzrasta razem ze zwiększeniem liczby chromosomów X, zaś gen chromosomu X, który jest odpowiedzialny za rozwój szkliva, może również prowadzić do powstania powyższej anomalii (9).

**Wnioski**

Chociaż taurodontyzm należy do stosunkowo rzadkich anomalii zębowych, to jego częstość występowania, wykazana na podstawie badań różnych autorów, mieści się w granicach 0,25%–11,3% (5). Wystąpienie opiswanej wady morfologicznej może znacząco wpływać na wynik planowanego leczenia na każdym etapie jego realizacji. Dlatego ta wiedza powinna skłaniać klinicystę do dokładnej analizy biometrycznej dostępnych badań obrazowych (pantomogram, CBCT) przed podjęciem decyzji o rozpoczęciu leczenia stomatologicznego i ortodontycznego.

a normal anatomical structure (2, 12). In addition, according to observations, an increased tendency of taurodont teeth to root resorption should also be taken into account before deciding to treat malocclusions involving molars (19).

**Genetic diseases**

When analyzing radiological findings, it is essential to remember that taurodontism is observed both as an isolated feature (9) and coexisting with genetic diseases, such as trichodentoosseus syndrome (1, 12, 14, 15). An association with disorders of tooth development, such as amelogenesis imperfecta and hypodontia, has also been noted. Some studies have shown a higher prevalence of this defect in patients with Down syndrome (2, 6, 7, 17, 20, 21). The observed association with Klinefelter syndrome should also be considered (1, 12, 14, 15). In the case of the latter pathological entity, its early diagnosis and the implementation of appropriate hormonal treatment can reduce the risk of developing concomitant diseases, including some types of cancer (22). It has been observed that taurodont teeth are more common in patients with cleft lip and palate (1, 2, 5, 20) and other malformations manifested by, among others, oral clefts, such as Wolf-Hirschhorn syndrome and Ellis van Creveld syndrome (8). Some reports show that this tooth morphological abnormality has been observed in patients with van der Woude syndrome. This malformation is characterized by primary and secondary cleft palate, as well as the presence of mucous fistulas within the lips (8). According to the authors of some studies, the incidence of taurodontism increases along with an increase in the number of X chromosomes, and the X chromosome gene, which is responsible for enamel development, can also lead to the above anomaly (9).

**Conclusions**

Although taurodontism is one of the relatively rare dental anomalies, its prevalence, shown by studies by various authors, is between 0.25% – 11.3% (5). The occurrence of this morphological defect can significantly affect the outcomes of planned treatment at any stage of its implementation. Therefore, this knowledge should prompt a clinician to carefully analyze the biometrics of available imaging studies (panoramic radiograph, CBCT) before deciding whether to initiate dental and orthodontic treatment.

## Piśmiennictwo / References

1. Jogendra Sai Sankar A, Sreedevi E, Satya Gopal A, Naga Lakshmi M. A Rare Condition of Bimaxillary Primary Molar Taurodontism. *J Dent (Shiraz)* 2017; 18: 153-6.
2. Patil S, Doni B, Kaswan S, Rahman F. Prevalence of taurodontism in the North Indian population. *J Clin Exp Dent* 2013; 5: 179-82.
3. Vashisth P, Dwivedi S, Arora S, Mayall S. Multiple bilateral taurodontic teeth in primary dentition: a case report. *Int J Clin Pediatr Dent* 2013; 6: 132-3.
4. Janani M, Rahimi S, Shahi S, Aghbali A, Zand V. Endodontic treatment of a hypertaurodont mandibular second molar: a case report. *Iran Endod J* 2011; 6: 133-5.
5. Simsek N, Keles A, Ocak MS. Endodontic treatment of hypertaurodontism with multiple bilateral taurodontism. *J Conserv Dent* 2013; 16: 477-9.
6. Bafna Y, Kambalimath HV, Khandelwal V, Nayak P. Taurodontism in deciduous molars. *BMJ Case Rep* 2013; 6: 1-3.
7. Wojtasińska-Chebel P, Iwanecka-Zduńczyk M, Machorowska-Pieniżek A. Taurodontyzm-przegląd piśmiennictwa, prezentacja pacjentów. *Forum Ortod* 2010; 6: 37-46.
8. Kalina A, Roźniatowski P, Regulski P, Turska-Szybka A. Częstość występowania i stopień zaawansowania taurodontyzmu u pacjentów Szpitala Klinicznego Dzieciątka Jezus. Analiza biometryczna zdjęć pantomograficznych. *Dent Med Probl* 2015; 52: 455-61.
9. Jayashankara C, Shivanna AK, Sridhara K, Kumar PS. Taurodontism: A dental rarity. *J Oral Maxillofac Pathol* 2013; 17: 478.
10. Kulkarni G, Rajeev KG, Ambalavanan P, Kidiyoor KH. Successful endodontic management of hypo, meso and hypertaurodontism: Two case reports. *Contemp Clin Dent* 2012; 3: 253-6.
11. Jacob J, Rodney SJ, Naveen Oommen T, Vinesh U. Adjunct Orthodontics, a Clinical Tool Rarely Used for Multidisciplinary Dental Approach an Example. *J Int Oral Health* 2016; 8: 739-41.
12. Hegde V, Aneundi RT, Pravinchandra KR. Biometric Analysis - A Reliable Indicator for Diagnosing Taurodontism using Panoramic Radiographs. *J Clin Diagn Res* 2013; 7: 1779-81.
13. Parupalli K, Salomona RV, Karteek BS, Polasa S. Application of cone-beam computed tomography in the analysis and management of intricate internal anatomy of hyper- and mesotaurodontic teeth. *J Conserv Dent* 2020; 23: 211-4.
14. Chetty M, Roomaney IA, Beighton P. Taurodontism in dental genetics. *BDJ Open* 2021; 7: 25.
15. Jamshidi D, Adl A, Sobhnamayan F, Bolurian M. Root canal treatment of a hypertaurodont mandibular second molar: a case report. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2015; 9: 57-9.
16. Prakash R, Vishnu C, Suma B, Velmurugan N, Kandaswamy D. Endodontic management of taurodontic teeth. *Indian J Dent Res* 2005; 16: 177-81.
17. Bharti R, Chandra A, Tikku AP, Arya D. Prevalence of Taurodont molars in a North Indian population. *Indian J Dent* 2015; 6: 27-31.
18. Mohan RP, Verma S, Agarwal N, Singh U. Taurodontism. *BMJ Case Rep* 2013; 4: 1-3.
19. Drenski Balija N, Aurer B, Meštrović S, Lapter Varga M. Prevalence of Dental Anomalies in Orthodontic Patients. *Acta Stomatol Croat* 2022; 56: 61-8.
20. Colak H, Tan E, Bayraktar Y, Hamidi MM, Colak T. Taurodontism in a central anatolian population. *Dent Res J (Isfahan)* 2013; 10: 260-3.
21. Biedziak B, Kurzawski M. Taurodontyzm u pacjentów z całkowitym rozszczepem podniebienia i wargi. *Dent Med Probl* 2006; 43: 394-8.
22. Purwin T, Słowikowska- Hilczer J. Zespół Klinefeltera-aktualne zalecenia odnośnie postępowania medycznego. *Postępy Andrologii Online* 2015; 2: 12-4.



Article

# Prevalence of Taurodontism in Contemporary and Historical Populations from Radom: A Biometric Analysis of Radiological Data

Janusz Pach <sup>1</sup>, Piotr A. Regulski <sup>2,\*</sup>, Jacek Tomczyk <sup>3</sup>, Jerzy Reymond <sup>4</sup>, Katarzyna Osipowicz <sup>5</sup>  
and Izabela Strużycka <sup>1</sup>

- <sup>1</sup> Department of Comprehensive Dentistry, Medical University of Warsaw, Binieckiego 6 St., 02-097 Warsaw, Poland; biuro@megadental.info.pl (J.P.); istruzycka@gmail.com (I.S.)
  - <sup>2</sup> Laboratory of Digital Imaging and Virtual Reality, Department of Dental Radiology and Maxillofacial Imaging, Medical University of Warsaw, Binieckiego 6 St., 02-097 Warsaw, Poland
  - <sup>3</sup> Institute of Biological Sciences, Cardinal Stefan Wyszyński University, Woycickiego 1/3 St., 01-938 Warsaw, Poland; j.tomczyk@uksw.edu.pl
  - <sup>4</sup> Department of Maxillofacial Surgery, Radom Specialist Hospital, Tochtermana 1 St., 26-600 Radom, Poland; reymond\_j@o2.pl
  - <sup>5</sup> Department of Dermatology, Medical University of Warsaw, Koszykowa 82A St., 02-008 Warsaw, Poland; osipowicz.kasia@gmail.com
- \* Correspondence: piotr.regulski@wum.edu.pl

**Abstract:** Taurodontism is a morphological anomaly of multirrooted molars characterized by apical displacement of the pulp chamber, shortened roots, and the absence of constriction at the dentoenamel junction. It can negatively impact the outcome of dental treatment plans. This study aimed to compare the prevalence of taurodontism among contemporary and historical populations from Radom, Poland. Five hundred eighty-two panoramic radiographs of contemporary patients and 600 radiographs of historical individuals were analyzed using the Shifman and Chanannel index. Group differences were determined with Pearson's chi-square tests according to sex, site, tooth group, and historical period. The study also evaluated the degree of severity of taurodontism in relation to dental groups, gender, and the periods from which contemporary patients as well as historical individuals originated. In the contemporary population, taurodontism was observed in 34% of individuals. In the historical data, the highest prevalence of taurodontism (31%) was observed among individuals from the 18th and 19th centuries, while earlier periods exhibited considerably lower prevalence rates. Across contemporary and historical populations, the maxillary molars were the most commonly affected teeth. Hypotaurodontism was the most prevalent form of taurodontism. The prevalence of taurodontism has gradually increased from the 11th century to the current day. The results of the research are of great importance for the clinician in terms of planning comprehensive dental treatment.

**Keywords:** taurodontism; endodontic treatment; orthodontic treatment; pulp chamber; historical populations



**Citation:** Pach, J.; Regulski, P.A.; Tomczyk, J.; Reymond, J.; Osipowicz, K.; Strużycka, I. Prevalence of Taurodontism in Contemporary and Historical Populations from Radom: A Biometric Analysis of Radiological Data. *J. Clin. Med.* **2023**, *12*, 5988. <https://doi.org/10.3390/jcm12185988>

Academic Editor: Edgar Schäfer

Received: 7 August 2023

Revised: 5 September 2023

Accepted: 13 September 2023

Published: 15 September 2023



**Copyright:** © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Introduction

Taurodontism is a morphological anomaly that affects multirrooted molars in the mandible and maxilla. It has been observed in both permanent and deciduous teeth [1–3]. The first report of these atypically shaped teeth in prehistoric hominids was made by deTerra in 1903 [4,5]. In 1908, Dragutin Gorjanovic-Kramberger was the first to describe taurodontism based on a pre-Neanderthal fossil found in Krapina, Croatia [5]. The presence of taurodontism in early hominids offers invaluable insights into human evolution. Through the examination of the prevalence of this anomaly, the migratory patterns of populations can be determined. Elucidating such patterns can provide a richer understanding of the



demographic history and cultural interactions of human and hominid populations over time. The historical context of taurodontism is therefore not only a record of a dental anomaly in ancient hominids but also a window into human evolutionary history. Through the study of taurodontism, we can gain a deeper understanding of the genetic, dietary, and environmental factors that have shaped human dentition over millennia.

The presence of taurodontism in modern humans was first noted by Henry Pickerill in 1909 [3]. The term “taurodontism” was coined in 1913 by Sir Arthur Keith, derived from the Latin word “taurus” (bull) and the Greek word “odus” (tooth), i.e., a “bull-like tooth”. Keith also used the term “cynodont” to describe teeth without this anomaly, characterized by a proper ratio of pulp chamber height to root length [4,6].

Teeth affected by taurodontism display distinct features such as a vertically elongated pulp chamber, lack of narrowing at the cemento-enamel junction (CEJ), and shortened roots. With the naked eye, these teeth appear indistinguishable from those with a typical morphology, known as cynodontic teeth. Therefore, the diagnosis of taurodontism relies on the use of radiological imaging techniques [4,7].

Dentists should be vigilant given the relative frequency of molars exhibiting this altered morphology. A thorough analysis of radiological imaging is crucial before initiating treatment. An incorrect or missed diagnosis can result in serious complications from dental procedures in both the short and long term [3].

One such dental procedure that can lead to serious complications in taurodontic teeth is root canal treatment, which poses challenges due to the complex root canal anatomy. The elongated pulp chamber and shortened roots complicate the localization and thorough cleaning of the root canal system. Such teeth may be more susceptible to pulpitis, pulp necrosis, and periodontal issues [6]. The enlarged pulp chamber renders the tooth more susceptible to infections and inflammation, which may necessitate extensive treatment or extraction [4]. Restorative procedures such as dental fillings, crowns, or other treatments can be problematic for taurodontic teeth [3]. The altered tooth shape and irregular root anatomy might compromise the stability and retention of restorations; thus, meticulous treatment plans are needed. Furthermore, taurodontism may present difficulties during orthodontic treatment, as abnormal tooth morphology and root structure can affect the alignment and stability of the teeth, potentially impacting the overall outcome of the treatment. Careful anchorage planning and (possibly) a slower rate of tooth movement may be warranted to minimize the risk of root resorption or other adverse outcomes [3,4]. To manage these clinical challenges, dentists and specialists might need to modify their treatment strategies, such as employing advanced imaging techniques, utilizing specialized endodontic instruments, or contemplating alternative restorative options.

The aetiology of taurodontism remains unclear. Many scholars have suggested that abnormal invagination of Hertwig’s epithelial sheath during early embryonic development could be a potential cause [3,5,8,9]. Taurodontism can manifest as an isolated anomaly or in conjunction with other (primarily genetic) conditions, such as Down syndrome, Klinefelter syndrome, or tricho-dento-osseous syndrome [10–12]. Some studies have reported a correlation between genes on the X chromosome and the prevalence of this anomaly. The X chromosome gene responsible for enamel development may also play a role in taurodontism [13,14]. Diagnosing this dental anomaly can lead to the early detection of various syndromes [15], as taurodontism exhibits a polygenic inheritance pattern governed by a few genes, with at least one gene located on the X chromosome [16]. The occurrence of taurodontism may also be associated with environmental factors. Within the existing literature, a case is described involving a young patient who endured bacterial osteomyelitis affecting the jawbone and marrow. Subsequent to this medical episode, the individual was diagnosed with taurodontism in the third molar tooth that erupted at a later time. The researchers behind the study postulated that the onset of this dental anomaly could be attributed to an environmental factor, specifically bacterial influence, rather than being solely conditioned by genetic variables. This case prompts a reconsideration of the etiologi-

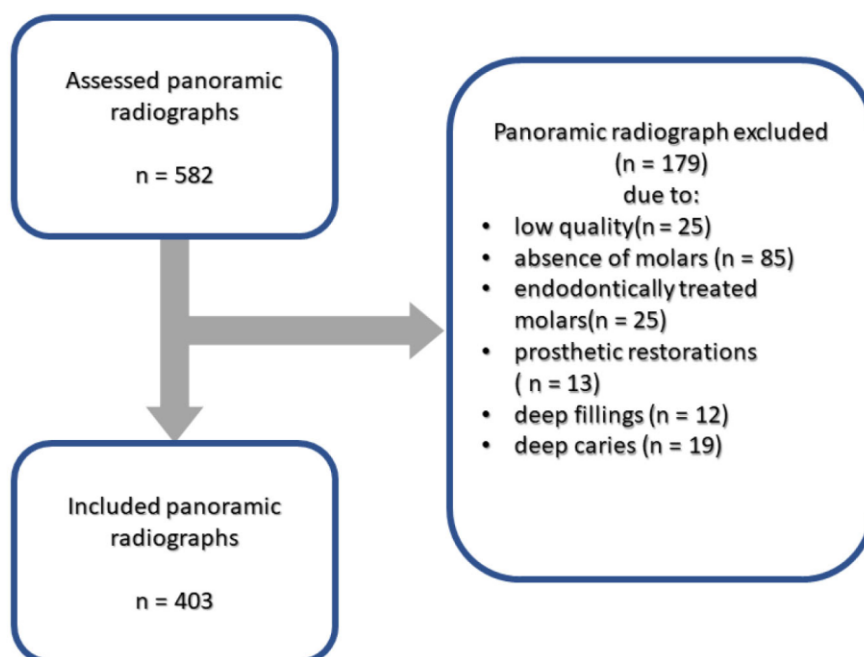
cal factors contributing to taurodontism, suggesting that environmental factors, such as bacterial infections, may play a more significant role than previously assumed. [17].

The aim of this study was to compare the prevalence of taurodontism in the contemporary population near Radom, Poland with the prevalence of this anomaly in historical individuals from the 11th to the 19th centuries from the same area. If taurodontism is genetically conditioned, then one would anticipate observing variability between contemporary and historical populations. Conversely, the null hypothesis posits that there is no significant effect between different populations.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Contemporary Population

First, 582 panoramic radiographs obtained in 2022 from patients at the Radom Specialist Hospital using a stationary CS 8000C panoramic X-ray unit (Carestream Health, Toronto, ON, Canada) were inspected. For inclusion, the radiographs had to be of high quality, free from artefacts related to improper patient positioning or exposure conditions, and had to display at least one intact multirrooted molar without any prior endodontic treatment or prosthetic restoration. Conversely, the exclusion criteria were as follows: radiographs of poor quality; those that did not contain at least one multirrooted molar; or those that exclusively contained teeth with prior endodontic treatment, extensive decay, or prosthetic restorations. Based on these criteria, 179 radiographs were excluded, with the remaining 403 radiographs, comprising 2198 multirrooted molars, included in the study (see Figure 1). The study encompassed a total of 923 multirrooted molars from female participants and 1275 multirrooted molars from male participants. The average age of the individuals in the study was 39 years, with a standard deviation of 19 years. The second mandibular and maxillary molars were the most common teeth assessed, each accounting for 22% of the radiographs, while the third mandibular and maxillary molars were the least common, accounting for 13% and 11%, respectively. Ethical approval for conducting the research was obtained from the local bioethics committee under reference number AKBE/135/2023. The available research material did not contain sensitive patient data, such as names or medical history. The nature of the current study was retrospective.

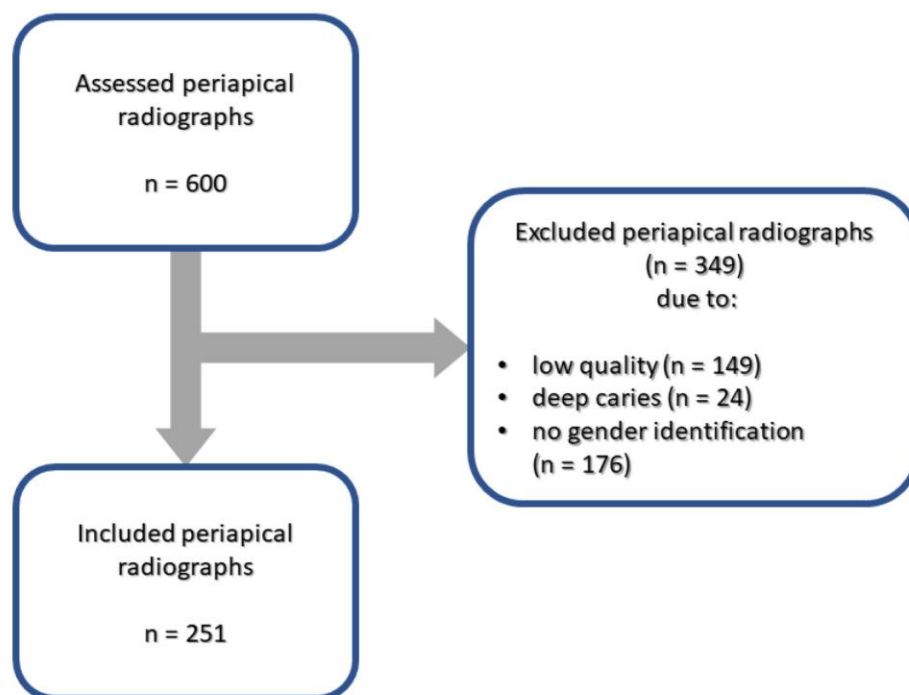


**Figure 1.** Flow chart of the selection of panoramic radiographs from the contemporary population.



## 2.2. Historical Population

In the historical population analysis, 600 dental, periapical radiographs from individuals who spanned the 11th to the 19th centuries and lived in Radom, Poland were assessed. The specimens originated from the archaeological excavations in Radom. These individuals were further categorized into three historical periods: those from the early Middle Ages (11th–12th centuries), the late Middle Ages (14th–17th centuries), and the modern period (18th–19th centuries). These radiographs were captured using a portable X-ray unit (EZX-60, Edlen Imaging, Scottsdale, AZ, USA), adhering to paralleling technique. The employment of a portable device afforded us the flexibility to obtain images even in instances where fragments of the skull were absent. The exclusion criteria were the same as those for the analysis of panoramic radiographs; additionally, images were excluded if the sex of the individual could not be identified. Consequently, 349 radiographs were excluded, with the remaining 251 dental radiographs (comprising 640 multirooted molars) included in further analysis; of these, 258 multirooted molars belonged to female individuals, and 382 belonged to male individuals. Most of these molars were second and first lower molars, comprising 36% and 29% of the molars, respectively, while the second and third molars accounted for the fewest teeth, at 6% and 4%, respectively (see Figure 2).



**Figure 2.** Flow chart of the selection of periapical radiographs from the historical populations.

## 2.3. Measurements

The method used in this study was based on the Schiffman and Chanannel taurodont index ( $TI$ ), as described in 1978 [3,18]. This index was employed because it is a well-established and widely accepted method for quantifying taurodontism, providing a standardized means of measuring the pulp chamber and root dimensions. Its use ensures consistency and comparability of the results with previous studies, and this index can be used with both panoramic and periapical radiographs. The  $TI$  can be calculated from the ratio of the distance between the lowest point of the pulp chamber roof and the highest point of its floor ( $a$ ) to the distance from the lowest point of the pulp chamber roof to the apex of the longest root of the tooth ( $b$ ). This ratio is then multiplied by 100, as per the formula below:

$$TI = \frac{a}{b} \cdot 100$$

According to the adopted scale, taurodontic teeth are classified as follows: hypotaurodontic (*TI* values of 20.0 to 29.9), mesotaurodontic (*TI* values of 30.0 to 39.9), or hypertaurodontic (*TI* values of 40.0 to 75.0). These values are most frequently used in the studies described in the available literature for the assessment of the degree of taurodontism [3,4,15].

2.4. Statistical Analysis

Biometric measurements of multirooted molars were collected using the MicroDicom v.2023.1 application (Sofia, Bulgaria). The radiographs were evaluated by two experienced dentists specializing in dental and maxillofacial radiology, and the interrater reliability was assessed using the interclass correlation coefficient. The Pearson chi-square test for independence was used to compare the prevalence of taurodontism and its severity between independent groups according to sex, site, tooth group, and historical period, with a significance level set at 0.05.

3. Results

3.1. Contemporary Population

Taurodontism was diagnosed in 34% of all the teeth of contemporary subjects (750/2198), with a notable prevalence in 31% of male teeth and 38% of female teeth; this sex difference was statistically significant ( $p = 0.0014$ ). The severity of taurodontism was consistent between sexes. Among the taurodontic teeth, 77% were hypotaurodontic teeth, 18% were mesotaurodontic teeth, and 5% were hypertaurodontic teeth (Table 1, Figure 3).

Table 1. Frequency of taurodontic teeth according to sex and severity in the contemporary population.

Sex	Taurodontic Teeth	Hypotaurodontic Teeth	Mesotaurodontic Teeth	Hypertaurodontic Teeth	<i>p</i> Value (Taurodontism to Sex)
F	350/923 (38%)	272/350 (78%)	59/350 (17%)	19/350 (5%)	0.0014
M	400/1275 (31%)	307/400 (77%)	73/400 (18%)	20/400 (5%)	

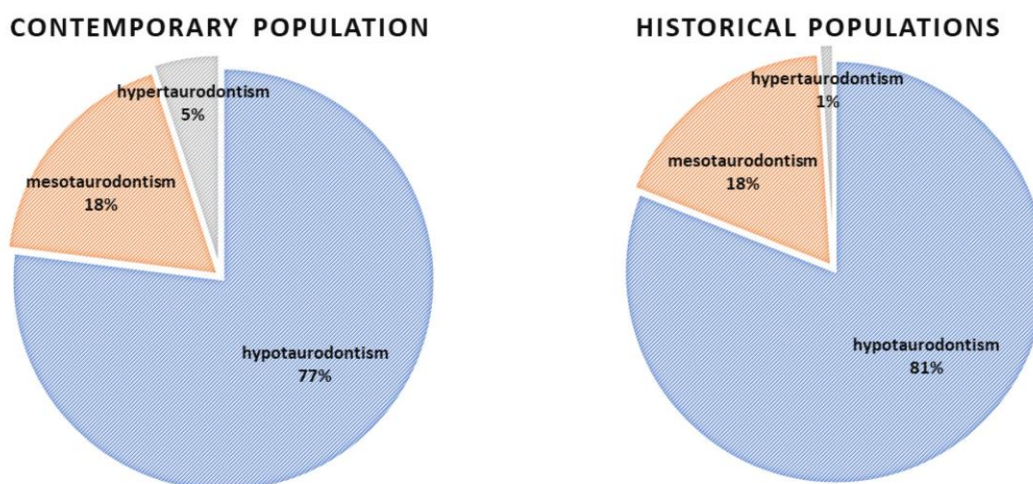


Figure 3. Prevalence of severity of taurodontism in the contemporary and historical populations.

The biometric analysis revealed that taurodontism predominantly affected maxillary teeth (52% of upper teeth), with only 16% of mandibular teeth affected ( $p < 0.0001$ ). Both sexes exhibited this trend. The anomaly was slightly more pronounced on the right side (54%) than on the left side (50%), but this difference was not statistically significant (Table 2).

**Table 2.** Frequency of taurodontism in upper, lower, right and left molars of the contemporary population.

Tooth Group	Taurodontic Teeth	Cynodontic Teeth	<i>p</i> Value
Upper molars	583	539	<0.0001
Lower molars	167	909	
Right molars	396	726	0.2366
Left molars	354	722	

Among the taurodontic teeth, third upper molars (78%) accounted for the most teeth, and first mandibular molars (4%) accounted for the fewest teeth. A statistically significant difference in the frequency of taurodontism was observed among the different tooth groups ( $p < 0.0001$ ). First lower molars had the highest frequency of hypotaurodontism (92%), while third upper molars had the lowest frequency of hypotaurodontism (56%). Mesotaurodontism and hypertaurodontism were most prevalent in third upper molars (33% and 11%, respectively) (Table 3, Figure 3). Sample panoramic radiographs with taurodontic teeth are presented in Figure 4.

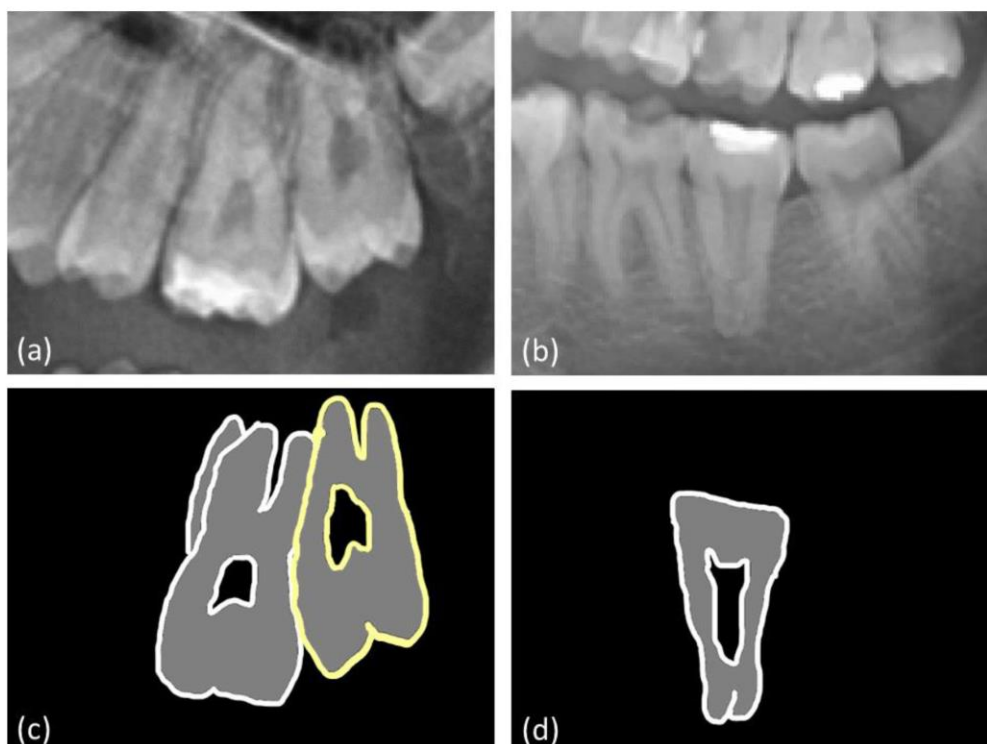
**Table 3.** Frequency of taurodontism among tooth groups according to severity in the contemporary population.

Tooth Group	Taurodontic Teeth	Hypotaurodontic Teeth	Mesotaurodontic teeth	Hypertaurodontic Teeth	<i>p</i> Value (Affected Teeth in Each Tooth Group)
First upper molars	128/382 (33%)	115/128 (90%)	12/128 (9%)	1/128 (1%)	0.0001
Second upper molars	250/477 (52%)	206/250 (82%)	34/250 (14%)	10/250 (4%)	
Third upper molars	205/263 (78%)	115/205 (56%)	67/205 (33%)	23/205 (11%)	
First lower molars	13/320 (4%)	12/13 (92%)	1/13 (8%)	0/13 (0%)	
Second lower molars	56/483 (12%)	47/56 (84%)	7/56 (12%)	2/56 (4%)	
Third lower molars	98/273 (36%)	84/98 (86%)	11/98 (11%)	3/98 (3%)	

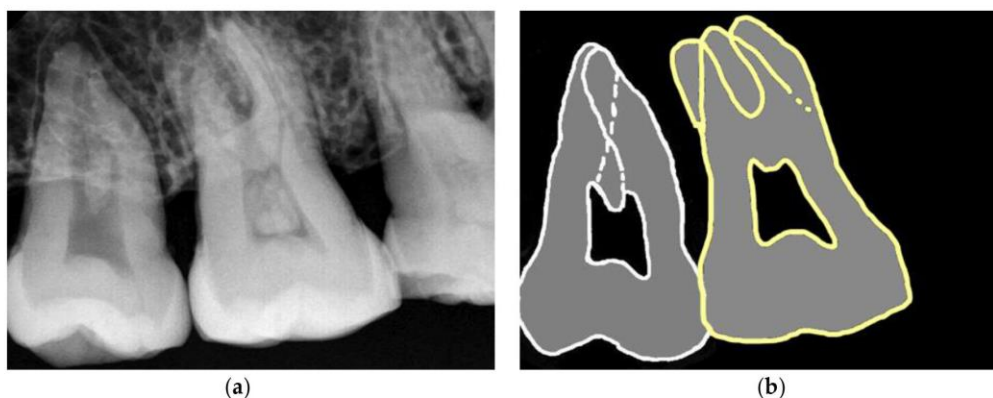
### 3.2. Historical Population

In the historical populations, taurodontism was found in 27% of teeth (176/640), with no significant sex difference in prevalence rates. Taurodontism was identified in 53% of maxillary teeth, predominantly in second and first molars, and in 22% of mandibular teeth. Hypotaurodontism was the most common form of taurodontism (81%), followed by mesotaurodontism (18%) and hypertaurodontism (1%). The prevalence of taurodontism varied significantly across historical periods ( $p = 0.003$ ). Representative periapical radiographs are presented in Figure 5.





**Figure 4.** Representative panoramic radiographs of (a) hypotaurodontic, mesotaurodontic, and (b) hypertaurodontic teeth, with corresponding outlines shown below; (c,d).



**Figure 5.** Representative radiographs of (a) hypotaurodontic, mesotaurodontic, (b) as well as their outlines.

### 3.3. Comparison of Prevalence of Taurodontism between Populations

Among both contemporary and historical populations, taurodontism was observed in 32% of teeth. An evaluation of the severity of taurodontism across all periods revealed that hypotaurodontism was the most common form, accounting for 78% of taurodontic teeth. Mesotaurodontic teeth accounted for 18% of taurodontic teeth, whereas hypertaurodontic teeth were rare, accounting for only 4%. There was a significant difference in the prevalence

of taurodontism across chronological periods ( $p = 0.0030$ ), with a trend towards increased prevalence in more recent periods (Table 4).

**Table 4.** Differences in the prevalence of taurodontism in contemporary and historical populations.

Time Period	Taurodontic Teeth	Hypotaurodontic Teeth	Mesotaurodontic Teeth	Hypertaurodontic Teeth	<i>p</i> Value (Prevalence of Taurodontism across Historical Periods)
Early Middle Ages	26/120 (22%)	21/26 (81%)	5/26 (19%)	0/26 (0%)	$p = 0.0030$
Late Middle Ages	12/76 (16%)	9/12 (76%)	3/12 (25%)	0/12 (0%)	
Modern period (18th–19th centuries)	138/444 (31%)	114/138 (83%)	22/138 (16%)	2/138 (1%)	
Contemporary period (2022)	750/2198 (34%)	579/750 (77%)	132/750 (18%)	34/750 (5%)	
Total	926/2838 (32%)	723/926 (78%)	162/926 (18%)	36/926 (4%)	

The evaluation of methodological error indicated that the method was highly reliable. The ICC value (0.91) suggests that the measurements introduced a negligible amount of error during the assessments.

#### 4. Discussion

Taurodontism, a developmental anomaly manifesting in multirrooted molar teeth, is often observed within various populations, although its prevalence is debated [18]. While some authors [3,4,10] regard this condition as an uncommon morphological aberration, studies have shown that the prevalence of taurodontism is surprisingly variable. For example, some studies have suggested that this anomaly appears in 0.25% to 11.3% of individuals [3]. Notably, data from the Chinese population has indicated that taurodontism might be observed in up to 46% of individuals [4,19]. In contrast, investigations in Germany indicate a low prevalence rate of 2% [20], while research from Israel observed a prevalence of 11.5% in examined teeth [18].

Both contemporary and historical populations, as described in this research, have consistently reported a higher prevalence of taurodontism in maxillary molars compared to their mandibular counterparts, a finding echoed by other scholars [4,8,11,18,21]. Interestingly, a study in the Turkish population suggested a greater prevalence of taurodontism in mandibular molars [19].

It is essential for dental practitioners to be keenly aware of the far-reaching consequences of taurodontism on the full course of dental treatment. This study emphasizes the need to conduct an exhaustive biometric evaluation of radiographic data at the practitioner's disposal. An accurate diagnosis is crucial for consideration of therapeutic interventions. In particular, the performance of endodontic procedures on taurodontic teeth (chiefly mesotaurodontic and hypertaurodontic teeth) is complex and requires greater vigilance and engagement from the dentist. The elongation of the pulp chamber and concomitant shortening of the root canal hinder identification of the location of root canal openings or apical foramina, increasing the risk of perforation. The utilization of magnification tools, such as dental operating microscopes, and enhanced obturation techniques has the potential to vastly improve the success rates of root canal treatments in taurodontic teeth.



Surgical, prosthetic, and orthodontic procedures should also be approached with caution due to the potential complications, such as root fractures owing to the proclivity of root bifurcation in taurodontic teeth [3]. Furthermore, the shorter root length of these teeth weakens the anchorage within the alveolar socket, rendering them unsuitable as abutment teeth in prosthetic applications [4]. Additionally, contraindications for orthodontic treatments are common due to the predilection for root resorption of taurodontic teeth [22]. Considering the relative prevalence of this morphological anomaly in multirouted molars within modern populations, as evidenced by this study, clinicians should be diligent in examining radiological images for taurodontism. Such an approach is critical for ensuring optimal outcomes and preventing complications in therapeutic interventions. The combination of advanced dental technology, evidence-based practice, and clinical acumen can pave the way for a more enlightened and efficacious approach to managing taurodontism. The findings of our study substantiate a growing prevalence of taurodontism over time. Based on these empirical results, one can reasonably project that taurodontism is poised to become an increasingly formidable challenge in the realm of contemporary dentistry. The rising trend suggests that dental practitioners will likely encounter cases of taurodontism with greater frequency, requiring enhanced diagnostic protocols and potentially specialized treatment approaches to manage this condition effectively.

The research described in this manuscript, which examined historical samples from the 11th to 19th century from the Radom region, revealed a variation in the prevalence of taurodontism across historical periods. The demographic landscape of Radom underwent substantial alterations after the 14th century, largely due to a surge in migration as individuals flocked to the area in pursuit of employment opportunities and an improved standard of living. Furthermore, the 18th and 19th centuries brought additional changes to the population composition, spurred by economic and social transformations. This migratory trend ceased in the 19th century and has remained negligible into the 21st century. Notably, the prevalence of taurodontism was conspicuously higher among individuals from the 18th/19th centuries, a development that could plausibly be ascribed to the intensified migration into Radom during that era. This migration pattern has been further substantiated by genetic analyses [23,24].

Evidence suggests that there is a potential association between taurodontism and sex [15,17,25]. The biometric assessment of panoramic radiographs obtained from contemporary residents of Radom revealed a significant sex difference in the prevalence of this anomaly. Consistent with investigations including diverse populations, taurodontism seemed to be more prevalent in females than in males [18,26]. Conversely, some studies [12] have refuted any sex difference. In the historical populations, sex did not significantly influence the prevalence of taurodontism. However, it is crucial to note the potential effect of sample size on these outcomes. The larger the sample size was, the greater the difference between sexes. The genomic basis of taurodontism, specifically the localization of the responsible gene on the X chromosome, may explain the higher incidence among females [1,13]. Further supporting this hypothesis, the gene responsible for enamel formation is located on the X chromosome. Although the precise genetic underpinnings have yet to be fully elucidated, mutations or variations in genes involved in tooth development could be contributing factors. Nevertheless, the paucity of findings hampers conclusions regarding the correlation between genetics and taurodontism. Potentially, a more thorough investigation into the genes of the X chromosome could provide deeper insight into the mechanism of the defect formation.

The severity of this anomaly did not significantly vary across contemporary or historical periods, consistent with other findings [18,21]. The gene responsible for taurodontism, linked to X chromosome aneuploidy, may contribute to differences in severity. Some researchers have suggested that the severity of taurodontism might be correlated with the presence of associated systemic disorders such as Down syndrome, Klinefelter syndrome, tricho-dento-osseus syndrome and others [1,9,13,18,25,27].

#### 4.1. Limitations

One of the limitations of this study is the absence of an in-depth medical history for the participants. The data from contemporary subjects were anonymized, which (while vital for maintaining privacy) constrained the scope of analyses regarding subject characteristics (i.e., to sex only, rather than any underlying systemic diseases). This deficiency casts a shadow of uncertainty over the interplay between taurodontism and systemic diseases. Consequently, essential questions remain unanswered, highlighting the urgent need for more comprehensive investigations in this sphere.

#### 4.2. Future Perspectives

One of the most compelling areas awaiting further exploration is the genetic landscape of taurodontism. A deeper understanding of the genes involved and the interplay of genetic factors could elucidate the intricacies of this condition and its development. The evolutionary aspect of taurodontism is equally enthralling; probing into the evolutionary importance and adaptive value of this condition could provide invaluable background information. Furthermore, given the clinical challenges of taurodontism, there is a pressing need to develop and refine techniques to achieve tailored dental management in individuals with this anomaly. An investigation into preventive measures and strategies for early diagnosis could change the narrative for many patients. The integration of innovative technologies, such as artificial intelligence, for the efficient detection of taurodontism through dental radiographs could be transformational.

The subject of taurodontism occurrence in historical individuals is infrequently addressed in the available literature. This research has demonstrated an ascending prevalence of taurodontism from the early Middle Ages to contemporary times. This lends credence to the notion that the manifestation of this dental anomaly may be influenced by genetic diversity, potentially induced by migrations.

### 5. Conclusions

The prevalence of taurodontism among the contemporary population from Radom exceeded rates in historical populations from the 11th/12th and 14th/17th centuries. This observation may be linked to increased migration during the 14th/17th centuries. In both contemporary and historical cohorts diagnosed with taurodontism, individuals were predominantly affected by the mildest form of the condition, hypotaurodontism. Hypertaurodontism was relatively rare. An analysis of data collected across all periods revealed a markedly higher prevalence of the anomaly in maxillary rather than mandibular teeth. Among the contemporary population, the condition was more prevalent in females than in males, however in the historical population, there were not sex differences in taurodontism severity.

The insights gleaned from this research can help clinicians to formulate interdisciplinary dental treatment strategies that account for the various facets of taurodontism.

**Author Contributions:** Conceptualization, J.P., P.A.R., J.T. and I.S.; methodology, J.P., P.A.R. and J.T.; software, P.A.R.; validation, J.P., P.A.R. and J.T.; formal analysis J.P., P.A.R., J.T. and I.S.; investigation, J.P., P.A.R. and J.T.; resources J.P., P.A.R., J.T. and J.R.; data curation, J.P., P.A.R. and J.T.; writing—original draft preparation, J.P.; writing—review and editing, J.P., P.A.R., J.T., I.S. and K.O.; visualization, J.P. and P.A.R.; supervision P.A.R., J.T. and I.S.; project administration J.P. and P.A.R.; founding acquisition none. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research received no external funding.

**Institutional Review Board Statement:** The Bioethical Committee at the Warsaw Medical University (AKBE/135/2023 from 27 April 2023).

**Informed Consent Statement:** Not applicable.



**Data Availability Statement:** The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

- Bafna, Y.; Kambalimath, H.V.; Khandelwal, V.; Nayak, P. Taurodontism in deciduous molars. *BMJ Case Rep.* **2013**, *2013*, bcr2013010079. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Mohan, R.P.; Verma, S.; Agarwal, N.; Singh, U. Taurodontism. *BMJ Case Rep.* **2013**, *2013*, bcr2012008490. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Pach, J.; Regulski, P.A.; Tomczyk, J.; Strużycka, I. Clinical implications of a diagnosis of taurodontism: A literature review. *Adv. Clin. Exp. Med.* **2022**, *31*, 1385–1389. [[CrossRef](#)]
- Kalina, A.; Roźniatowski, P.; Regulski, P.; Turska-Szybka, A. The occurrence and intensity of taurodontism among patients in the hospital of the infant Jesus. Biometric analysis of panoramic radiographs. *Dent. Med. Probl.* **2015**, *52*, 455–461. [[CrossRef](#)]
- Jogendra, S.S.A.; Sreedevi, E.; Gopal, A.S.; Lakshmi, M.N. A rare condition of bimaxillary primary molar taurodontism. *J. Dent.* **2017**, *18*, 153–156.
- Prakash, R.; Vishnu, C.; Suma, B.; Velmurugan, N.; Kandaswamy, D. Endodontic management of taurodontic teeth. *Indian J. Dent. Res.* **2005**, *16*, 177–181. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Dineshshankar, J.; Sivakumar, M.; Balasubramaniam, A.M.; Kesavan, G.; Karthikeyan, M.; Prasad, V.S. Taurodontism. *J. Pharm. Bioallied Sci.* **2014**, *6*, S13–S15. [[CrossRef](#)]
- Patil, S.; Doni, B.; Kaswan, S.; Rahman, F. Prevalence of taurodontism in the North Indian population. *J. Clin. Exp. Dent.* **2013**, *5*, e179–e182. [[CrossRef](#)]
- Vashisth, P.; Dwivedi, S.; Arora, S.; Mayall, S. Multiple bilateral taurodontic teeth in primary dentition: A case report. *Int. J. Clin. Pediatr. Dent.* **2013**, *6*, 132–133. [[CrossRef](#)]
- Hegde, V.; Aneguni, R.T.; Pravinchandra, K.R. Biometric analysis—A reliable indicator for diagnosing taurodontism using panoramic radiographs. *J. Clin. Diagn. Res.* **2013**, *7*, 1779–1781. [[CrossRef](#)]
- Jamshidi, D.; Adl, A.; Sobhnamayan, F.; Bolurian, M. Root canal treatment of a hypertaurodont mandibular second molar: A case report. *J. Dent. Res. Dent. Clin. Dent. Prospects* **2015**, *9*, 57–59. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Chetty, M.; Roomaney, I.A.; Beighton, P. Taurodontism in dental genetics. *BDJ Open* **2021**, *7*, 25. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Jayashankara, C.; Shivanna, A.K.; Sridhara, K.; Kumar, P.S. Taurodontism: A dental rarity. *J. Oral Maxillofac. Pathol.* **2013**, *17*, 478. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Puttalingaiyah, V.D.; Agarwal, P.; Miglani, R.; Gupta, P.; Sankaran, A.; Dube, G. Assessing the association of taurodontism with numeric dentition anomalies in an adult central Indian population. *J. Nat. Sci. Biol. Med.* **2014**, *5*, 429–433. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Bronoosh, P.; Haghnegahdar, A.; Dehbozorgi, M. Prevalence of taurodontism in premolars and molars in the South of Iran. *J. Dent. Res. Dent. Clin. Dent. Prospects* **2012**, *6*, 21–24. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Aricioğlu, B.; Tomrukçu, D.N.; Köse, T.E. Taurodontism and C-shaped anatomy: Is there an association? *Oral Radiol.* **2021**, *37*, 443–451. [[CrossRef](#)]
- Sears, J. Taurodontism in modern populations. *Dent. Anthropol. J.* **2018**, *14*, 14–19. [[CrossRef](#)]
- Einy, S.; Yitzhaki, I.H.; Cohen, O.; Smidt, A.; Zilberman, U. Taurodontism—Prevalence, extent, and clinical challenge in Ashkelon, Israel—A retrospective study. *Appl. Sci.* **2022**, *12*, 1062. [[CrossRef](#)]
- Colak, H.; Tan, E.; Bayraktar, Y.; Hamidi, M.M.; Colak, T. Taurodontism in a central anatolian population. *Dent. Res. J.* **2013**, *10*, 260–263. [[CrossRef](#)]
- Bürklein, S.; Breuer, D.; Schäfer, E. Prevalence of taurodont and pyramidal molars in a German population. *J. Endod.* **2011**, *37*, 158–162. [[CrossRef](#)]
- Jabali, A.H.; Chourasia, H.R.; Wasli, A.S.; Alkhayrat, A.M.; Mahnashi, H.M.; Kamly, M.J.; Varadarajan, S.; Patil, S. Taurodontism in maxillary and mandibular molars using cone beam computed tomography in a dental center in Saudi Arabia. *Ann. Saudi Med.* **2021**, *41*, 232–237. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Balija, N.D.; Aurer, B.; Meštrović, S.; Varga, M.L. Prevalence of dental anomalies in orthodontic patients. *Acta Stomatol. Croat.* **2022**, *56*, 61–68. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Pach, J.; Regulski, P.A.; Strużycka, I.; Tomczyk, J. Frequency of occurrence of taurodontism in the historical population of Radom (11th–19th centuries). *Arch. Oral Biol.* **2023**, *147*, 105638. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Przesmycka, A.; Jędrychowska-Dańska, K.; Masłowska, A.; Witas, H.; Regulski, P.; Tomczyk, J. Root and root canal diversity in human permanent maxillary first premolars and upper/lower first molars from a 14th–17th and 18th–19th century Radom population. *Arch. Oral Biol.* **2020**, *110*, 104603. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Parupalli, K.; Solomon, R.V.; Karteek, B.S.; Polasa, S. Application of cone-beam computed tomography in the analysis and management of intricate internal anatomy of hyper- and mesotaurodontic teeth. *J. Conserv. Dent.* **2020**, *23*, 211–214. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

26. Jamshidi, D.; Tofangchiha, M.; Jafari Pozve, N.; Mohammadpour, M.; Nouri, B.; Hosseinzadeh, K. Prevalence of taurodont molars in a selected Iranian adult population. *Iran Endod. J.* **2017**, *12*, 282–287. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
27. Janani, M.; Rahimi, S.; Shahi, S.; Aghbali, A.; Zand, V. Endodontic treatment of a hypertaurodont mandibular second molar: A case report. *Iran Endod. J.* **2011**, *6*, 133–135.

**Disclaimer/Publisher's Note:** The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

# XI. Analiza bibliometryczna



WARSZAWSKI  
UNIwersytet  
MEDYCZNY

BIBLIOTEKA UCZELNIANA

Nr referencyjny  
BIBG/Punktacja/ 678 /2023/JL

Warszawa, 10.10.2023

Sz. Pan  
Janusz Pach

ANALIZA BIBLIOMETRYCZNA PUBLIKACJI  
PANA JANUSZA PACH,  
WCHODZĄCYCH W SKŁAD CYKLU PUBLIKACJI STANOWIĄCYCH ROZPRAWĘ DOKTORSKĄ

Lp.	Opis bibliograficzny	Impact Factor	MEiN
Artykuły			
1.	<b>Pach J</b> , Regulski P, Strużycka I, Tomczyk J. Frequency of occurrence of taurodontism in the historical population of Radom (11th–19th centuries). Archives of Oral Biology. 2023;147:1-6 (Rodzaj publikacji: praca oryginalna)	3,0	70
2.	<b>Pach J</b> , Regulski P, Tomczyk J, Reymond J, Osipowicz K, Strużycka I. Prevalence of Taurodontism in Contemporary and Historical Populations from Radom: A Biometric Analysis of Radiological Data. Journal of Clinical Medicine. 2023;12(18):1-12 (Rodzaj publikacji: praca oryginalna)	3,9	140
3.	<b>Pach J</b> [aut. koresp.], Regulski P, Tomczyk J, Strużycka I. Taurodontyzm - czy rozpoznanie tej anomalii może mieć wpływ na powodzenie leczenia stomatologicznego? Forum Ortodontyczne - Orthodontic Forum. 2022;18(4):248-254 (Rodzaj publikacji: praca poglądowa)	-	40
4.	<b>Pach J</b> , Regulski P, Tomczyk J, Strużycka I. Clinical implications of a diagnosis of taurodontism: A literature review. Advances in Clinical and Experimental Medicine. 2022;31(12):1385-1389 (Rodzaj publikacji: praca poglądowa)	2,1	70
<b>Łącznie:</b>		<b>9,0</b>	<b>320</b>
Książki			
1.	-		

ul. Żwirki i Wigury 63  
02-091 Warszawa  
www.biblioteka.wum.edu.pl

tel.: +48 22 116 60 11  
biblioteka@swum.edu.pl

Rozdziały w książkach	
-----------------------	--

1.	-
----	---

Oddział Informacji Naukowej

*J. Lidak*

mgr Jolanta Lidak

ul. Żwirki i Wigury 63  
02-091 Warszawa  
[www.biblioteka.wum.edu.pl](http://www.biblioteka.wum.edu.pl)

tel.: +48 22 116 60 11  
[biblioteka@wum.edu.pl](mailto:biblioteka@wum.edu.pl)



## XII. Oświadczenia współautorów publikacji

Warszawa, 29.09.2023

Piotr Regulski

### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „ Taurodontyzm - czy rozpoznanie tej anomalii może mieć wpływ na powodzenie leczenia stomatologicznego?” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Przygotowanie części materiału do dalszych badań

Mój udział procentowy w przygotowaniu pracy określam jako 5%

Wkład Janusza Pach w powstanie publikacji określam jako 85%

obejmował on:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej

lek. stom. Janusza Pach



(podpis oświadczającego)

Warszawa, 29.09.2023

Piotr Reguński

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „Prevalence of Taurodontism in Contemporary and Historical Populations from Radom: A Biometric Analysis of Radiological Data” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Przygotowanie części materiału do dalszych badań

Mój udział procentowy w przygotowaniu pracy określam jako 6%

Wkład Janusza Pach w powstanie publikacji określam jako 80%

obejmował on:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. stom. Janusza Pach



(podpis oświadczającego)

Warszawa, 29.09.2023

Piotr Reguński

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „Frequency of occurrence of taurodontism in the historical population of Radom (11th-19th centuries)” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Przygotowanie części materiału do dalszych badań

Mój udział procentowy w przygotowaniu pracy określam jako 5%

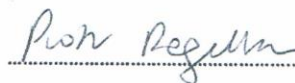
Wkład Janusza Pach w powstanie publikacji określam jako 85%

obejmował on:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej

lek. stom. Janusza Pach



(podpis oświadczającego)

Warszawa, 29.09.2023

Piotr Regulski

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „Clinical implications of diagnosis of taurodontism: A literature review” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Przygotowanie części materiału do dalszych badań

Mój udział procentowy w przygotowaniu pracy określam jako 5%

Wkład Janusza Pach w powstanie publikacji określam jako 85%

obejmował on:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej

lek. stom. Janusza Pach



(podpis oświadczającego)



Warszawa, 29.09.2023

Izabela Strużycka

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „Clinical implications of diagnosis of taurodontism: A literature review” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Przygotowanie części materiału do dalszych badań

Mój udział procentowy w przygotowaniu pracy określam jako 5%

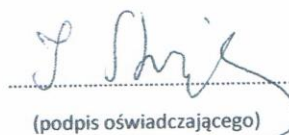
Wkład Janusza Pach w powstanie publikacji określam jako 85%

obejmował on:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej

lek. stom. Janusza Pach

  
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 29.09.2023

Izabela Strużycka

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „Frequency of occurrence of taurodontism in the historical population of Radom (11th-19th centuries)” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Przygotowanie części materiału do dalszych badań

Mój udział procentowy w przygotowaniu pracy określam jako 5%

Wkład Janusza Pach w powstanie publikacji określam jako 85%

obejmował on:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej

lek. stom. Janusza Pach

  
.....  
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 29.09.2023

Izabela Strużycka

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „ Taurodontyzm - czy rozpoznanie tej anomalii może mieć wpływ na powodzenie leczenia stomatologicznego?” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Przygotowanie części materiału do dalszych badań

Mój udział procentowy w przygotowaniu pracy określam jako 5%

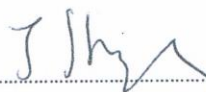
Wkład Janusza Pach w powstanie publikacji określam jako 85%

obejmował on:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej

lek. stom. Janusza Pach

  
.....  
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 29.09.2023

Izabela Strużycka

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „Prevalence of Taurodontism in Contemporary and Historical Populations from Radom: A Biometric Analysis of Radiological Data” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Przygotowanie części materiału do dalszych badań

Mój udział procentowy w przygotowaniu pracy określam jako 5%

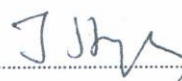
Wkład Janusza Pach w powstanie publikacji określam jako 80%

obejmował on:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej

lek. stom. Janusza Pach



(podpis oświadczającego)



Warszawa, 29.09.2023

Jacek Tomczyk

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „ Clinical implications of diagnosis of taurodontism: A literature review” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Przygotowanie części materiału do dalszych badań

Mój udział procentowy w przygotowaniu pracy określam jako 5%

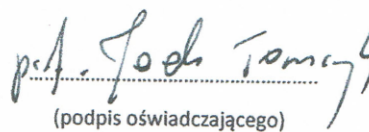
Wkład Janusza Pach w powstanie publikacji określam jako 85%

obejmował on:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej

lek. stom. Janusza Pach

  
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 29.09.2023

Jacek Tomczyk

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „ Taurodontyzm - czy rozpoznanie tej anomalii może mieć wpływ na powodzenie leczenia stomatologicznego?” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Przygotowanie części materiału do dalszych badań

Mój udział procentowy w przygotowaniu pracy określam jako 5%

Wkład Janusza Pach w powstanie publikacji określam jako 85%

obejmował on:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej

lek. stom. Janusza Pach

  
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 29.09.2023

Jacek Tomczyk

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „ Prevalence of Taurodontism in Contemporary and Historical Populations from Radom: A Biometric Analysis of Radiological Data” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Przygotowanie części materiału do dalszych badań

Mój udział procentowy w przygotowaniu pracy określam jako 5%

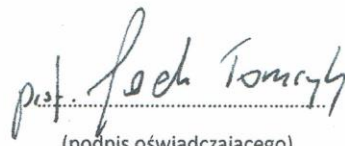
Wkład Janusza Pach w powstanie publikacji określam jako 80%

obejmował on:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej

lek. stom. Janusza Pach

  
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 29.09.2023

Jacek Tomczyk

### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „ Frequency of occurrence of taurodontism in the historical population of Radom (11th-19th centuries)” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Przygotowanie części materiału do dalszych badań

Mój udział procentowy w przygotowaniu pracy określam jako 5%

Wkład Janusza Pach w powstanie publikacji określam jako 85%

obejmował on:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej

lek. stom. Janusza Pach



(podpis oświadczającego)



Warszawa, 29.09.2023

Katarzyna Osipowicz

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „Prevalence of Taurodontism in Contemporary and Historical Populations from Radom: A Biometric Analysis of Radiological Data” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Przygotowanie części materiału do dalszych badań

Mój udział procentowy w przygotowaniu pracy określam jako 2%

Wkład Janusza Pach w powstanie publikacji określam jako 80%

obejmował on:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. stom. Janusza Pach

*Katarzyna Osipowicz*  
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 29.09.2023

Jerzy Reymond

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „Prevalence of Taurodontism in Contemporary and Historical Populations from Radom: A Biometric Analysis of Radiological Data” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Przygotowanie części materiału do dalszych badań

Mój udział procentowy w przygotowaniu pracy określam jako 2%

Wkład Janusza Pach w powstanie publikacji określam jako 80%

obejmował on:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej  
lek. stom. Janusza Pach

  
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 29.09.2023

Janusz Pach

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „Frequency of occurrence of taurodontism in the historical population of Radom (11th-19th centuries)” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Mój udział własny w przygotowaniu publikacji określam jako 85%

  
.....  
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 29.09.2023

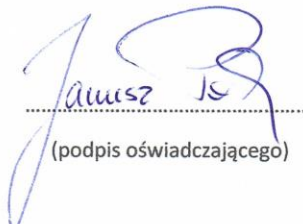
Janusz Pach

### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „Prevalence of Taurodontism in Contemporary and Historical Populations from Radom: A Biometric Analysis of Radiological Data” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Mój udział własny w przygotowaniu publikacji określam jako 80%

  
.....  
(podpis oświadczającego)



Warszawa, 29.09.2023


Janusz Pach

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „Clinical implications of diagnosis of taurodontism: A literature review” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Mój udział własny w przygotowaniu publikacji określam jako 85%

  
.....  
(podpis oświadczającego)

Warszawa, 29.09.2023

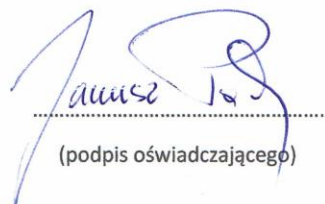
Janusz Pach

#### OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy p.t. „ Taurodontyzm - czy rozpoznanie tej anomalii może mieć wpływ na powodzenie leczenia stomatologicznego?” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi:

- Opracowanie koncepcji i metodologii
- Przygotowanie materiału do badań
- Wykonanie badań
- Interpretacja wyników
- Przygotowanie manuskryptu
- Ostateczna ocena artykułu przed oddaniem do recenzji

Mój udział własny w przygotowaniu publikacji określam jako 85%



(podpis oświadczającego)