

# Diagnostic approaches to tooth wear in the era of new technologies: a narrative review

## Diagnostyka starcia zębów w erze nowych technologii – przegląd narracyjny

Zuzanna Kazibudzka<sup>1</sup>, Aneta Wieczorek<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Orthodontics, Specjalistyczny Gabinet Ortodontyczny Gabriela Urbaniak-Malinowska  
Specjalistyczny Gabinet Ortodontyczny Gabriela Urbaniak-Malinowska, Nowy Targ

<sup>2</sup> Poradnia Protetyki Stomatologicznej, Uniwersytecka Klinika Stomatologiczna w Krakowie  
Prosthodontic Outpatient Clinic, University Dental Clinic in Cracow  
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Małgorzata Pihut

---

---

### KEY WORDS:

diagnostics, orthodontic treatment, tooth wear, intraoral scanners

---

---

---

---

### HASŁA INDEKSOWE:

diagnostyka, leczenie ortodontyczne, starcie zębów, skanery wewnątrzustne

---

---

### Summary

*Non-carious loss of dental hard tissues is a complex and multifactorial phenomenon that has seen a notable increase in prevalence in recent years. The causes can be categorized into both chemical factors leading to erosion and mechanical factors causing attrition and abrasion. Precisely identifying individual aetiological factors is crucial for implementing preventive and therapeutic measures. The rapid pace of changes in contemporary lifestyles and evolving dental trends necessitate a revision and update of our understanding of this issue. The lack of reliable and consistent assessment criteria, combined with the high subjectivity of traditional techniques, has led to insufficient control over the intensifying phenomenon. The dynamic development of the dental industry offers modern solutions, such as intraoral scanners, which are now commonly used by various specialists. This article addresses the most critical aspects of correctly diagnosing tooth wear, from its aetiology to diagnostics, with a particular emphasis on orthodontic treatment and modern therapeutic methods, as well as technological innovations*

### Streszczenie

*Niepróchnicowa utrata tkanek twardych zębów to zjawisko złożone i wieloczynnikowe, a w ostatnich latach zanotowano wzrost jego rozpowszechnienia. Wyróżnić możemy przyczyny chemiczne, prowadzące do erozji oraz mechaniczne, powodujące atrycję i abrazyję. Precyzyjne ustalenie indywidualnych czynników etiologicznych jest znaczące w kwestii wdrożenia działań profilaktycznych i leczniczych. Szybkie tempo zmian w obecnym stylu życia i zmieniające się trendy stomatologiczne powodują, że należy zrewidować i uaktualnić spojrzenie na tę kwestię. Brak wiarygodnych i powtarzalnych zasad oceny, a także duża subiektywność tradycyjnych technik spowodowały, że nasilające się zjawisko nie jest kontrolowane w wystarczającym stopniu. Dynamiczny rozwój branży stomatologicznej oferuje nowoczesne rozwiązania, takie jak skanery wewnątrzustne, które obecnie stosowane są powszechnie przez różnych specjalistów. Poniższy artykuł porusza najważniejsze aspekty prawidłowego rozpoznania zjawiska starcia zębów, od jego etiologii przez diagnostykę, ze szczególnym uwzględnieniem leczenia ortodontycznego i no-*

*that cannot be overlooked today. Dentists are continually expanding their competencies and adopting innovations, making it essential to update therapeutic guidelines.*

*woczesnych metod leczniczych oraz innowacji technologicznych, których nie można pominąć w obecnych czasach. Lekarze dentyści cały czas rozszerzają swoje kompetencje i korzystają z innowacji, dlatego tak ważne jest uaktualnienie wytycznych terapeutycznych.*

## Introduction

Tooth wear is the second most common cause of hard dental tissue destruction after caries. This phenomenon is multifactorial and leads to the loss of enamel and dentine. Physiologically, it is a slow and asymptomatic process.<sup>1</sup> Aetiologically, tooth wear can be categorized as mechanical wear, which includes attrition and abrasion, and chemical wear, known as erosion. Attrition results from tooth-to-tooth contact during function and parafunction. Abrasion occurs due to the impact of foreign objects on teeth, such as oral hygiene instruments, biting through threads, playing wind instruments. The loss of dental hard tissues due to chemical stimulation by acids is termed erosion. Acidic substances can be of endogenous or exogenous origin.<sup>2,3</sup> These factors usually do not act in isolation but overlap, leading to the loss of dental hard tissues.<sup>3</sup>

In recent years, there has been a noticeable increase in the prevalence of tooth wear in the general population. Proper identification of aetiological factors and mitigation of their effects are thus critical aspects of maintaining oral health. Enhancing the efficiency of early diagnosis and improving the monitoring process would enable the implementation of measures to prevent the progression of tooth wear and its potential complications. Modern times are characterized by easy access to processed foods and continuous stress, which can also affect oral health (e.g., through

## Wprowadzenie

Starcie zębów to druga po próchnicy najczęstsza przyczyna niszczenia twardych tkanek zębów. Zjawisko to ma podłoże wieloczynnikowe i prowadzi do utraty szkliwa oraz zębiny. Fizjologicznie jest to proces powolny i bezobjawowy.<sup>1</sup> Pod względem etiologii można wyróżnić starcie mechaniczne, obejmujące atrycję i abrazję, oraz chemiczne, czyli erozję. Atrycja jest procesem wynikającym z kontaktu ząb-ząb podczas funkcji oraz parafunkcji. Do abrazji dochodzi w wyniku oddziaływania ciał obcych na zęby, m.in. przyrządów do higieny jamy ustnej, odgryzania nitki, gry na instrumentach dętych. Utrata tkanek twardych zębów na skutek stymulacji chemicznej kwasami to erozja. Wyróżniamy substancje o odczynie kwaśnym pochodzenia endogennego i egzogenego.<sup>2,3</sup> Zazwyczaj czynniki te nie działają pojedynczo, lecz nakładają się na siebie prowadząc do utraty tkanek twardych zębów.<sup>3</sup>

W ostatnich latach obserwuje się coraz częstsze występowanie starcia zębów w społeczeństwie. Prawidłowe wykrycie czynników etiologicznych i zahamowanie ich wpływu stanowią więc ważny aspekt w kwestii zachowania zdrowia jamy ustnej współczesnej populacji. Zwiększenie efektywności wczesnej diagnostyki i usprawnienie procesu monitorowania pozwoliłoby na podjęcie działań zapobiegających rozwojowi zjawiska oraz możliwym powikłaniom. Obecne czasy charakteryzują się łatwym dostępem do przetworzonej żywności oraz ciągłym stresem, którego konsekwencje

excessive masticatory muscle activity). It is necessary to consider factors associated with this phenomenon and develop strategies for their monitoring. Additionally, patient trends, such as the increasing frequency of orthodontic treatment and the widespread use of clear aligners, should be considered.

This article will discuss the aetiological and diagnostic aspects of tooth wear in the light of the latest dental trends, such as the use of intraoral scanners and the application of clear aligner orthodontic treatment.

### *Epidemiology*

Statistics on the prevalence of tooth wear vary.<sup>4</sup> Erosive changes are most commonly studied, while fewer reports address the loss of dental hard tissues due to mechanical impact.<sup>5</sup> Relatively consistent data have been established only for non-carious cervical lesions, with an estimated prevalence of 47%.<sup>4</sup>

In recent years, there has been an increase in the intensity of chemical factors affecting the oral cavity, manifesting particularly on occlusal and cervical surfaces.<sup>5</sup> The causes of this phenomenon include increased exposure to an acidic diet.<sup>6,2</sup> In 2018, the prevalence of erosion in the population was estimated at between 20-45%.<sup>7</sup> A study conducted in six Arab countries also revealed variable values for each one. The highest prevalence was noted in Oman (60%), while in Jordan, it was only 15%.<sup>8</sup> According to 2018 data, the prevalence among children and adolescents in Europe was 22%, and in America, 21%. In individual European countries the values also differ: in Germany, 72% among 6-7-year-olds, in the Netherlands, 30% among 15-16-year-olds, and in Sweden, 22% among 18-19-year-olds.<sup>9</sup>

Research conducted in Poland indicates a high percentage of these disorders even at an early age. Among 1886 18-year-old patients, 42% showed signs of dental erosion, and in 13.4% it had reached an advanced stage.<sup>10</sup>

mogą dotyczyć także jamy ustnej (np. poprzez nadmierną aktywność mięśni żucia). Należy rozważyć czynniki, które mogą być powiązane z tym zjawiskiem i skonstruować strategię ich monitorowania. Uwzględnić należy także trendy wśród pacjentów, takie jak coraz częstsze podejmowanie leczenia ortodontycznego oraz rozpowszechniające się stosowanie aparatów nakładowych.

W tym artykule poruszone zostaną kwestie przyczynowe i diagnostyczne starcia zębów w świetle najnowszych trendów stomatologicznych, takich jak użycie skanerów wewnątrzustnych i stosowanie nakładkowych aparatów ortodontycznych.

### *Epidemiologia*

Statystyki dotyczące rozpowszechnienia zjawiska są zróżnicowane.<sup>5</sup> Najczęściej badane są zmiany erozyjne. Mniej doniesień porusza kwestie utraty tkanek twardych zębów na skutek oddziaływania mechanicznego.<sup>4</sup> Stosunkowo jednoznaczne dane udało się ustalić jedynie w stosunku do niepróchnicowych zmian przyszłyjowych, których rozpowszechnienie szacuje się na 47%.<sup>4</sup>

W ostatnich latach zauważono wzrost intensywności oddziaływania czynników chemicznych w jamie ustnej, które manifestują się zwłaszcza na powierzchniach okluzyjnych i przyszyjkowych.<sup>5</sup> Przyczyn tego zjawiska należy szukać, m.in. we wzrastającej ekspozycji na kwaśną dietę.<sup>6,2</sup> W 2018 r. występowanie erozji w populacji szacowano na 20-45%.<sup>7</sup> Badanie przeprowadzone w 6 krajach arabskich również ujawniło zmienne wartości dla poszczególnych krajów. Najwyższa wartość odnotowana była w Omanie (60%), z kolei w Jordanii jedynie 15%.<sup>8</sup> Według danych z 2018 roku rozpowszechnienie wśród dzieci i młodzieży w Europie plasuje się na poziomie 22%, a w Ameryce – 21%. W krajach europejskich wartości również różnią się między sobą: w Niemczech wykazano 72% u 6-7-latków,

Table 1.

Index	Target group	Scale	Examined area	Aetiological character	Management/treatment recommendations	Distinction of pathological states
Tooth Wear Index	Adults	5-grade	four surfaces of all teeth present	No	No	No
Basic Erosive Wear Examination (BEWE)	Adults and children	4-grade	the most severe surfaces from sextants	No	Yes	No
Tooth Wear Examination System (TWES)	Adults and children	5-grade (8-grade if necessary)	first step: sextants; second step: all teeth present	Yes	Yes	No
TWES 2.0	Adults and children	5-grade (8-grade if necessary)	first step: sextants; second step: all teeth present	Yes	Yes	Yes

w Holandii 30% u 15-16-latków, a w Szwecji 22% u 18-19-latków.<sup>9</sup>

Badania przeprowadzone w Polsce wskazują na wysoki odsetek tych zaburzeń już we wczesnym wieku. U 42% z 1886 18-letnich pacjentów zaobserwowano oznaki erozji zębów, a u 13,4% osiągnęły one stopień zaawansowany.<sup>10</sup> Ze względu na dywersyfikację użytych narzędzi klasyfikacyjnych niestety, trudno o jednoznaczne określenie występowania utraty tkanek twardych zębów i ocenę stopnia ich zaawansowania.

### *Etiologia*

Utrata tkanek twardych zębów może mieć przyczyny mechaniczne lub chemiczne. Drażnienie mechaniczne może prowadzić do atrycji lub abrazji, jednak bez uprzedniego zmniejszenia odporności powierzchni poprzez działanie kwasu, nie są to utraty mierzalne. Dopiero oddziaływanie chemiczne powodujące zmiękczenie powierzchni, a następujące zastosowanie czynników mechanicznych doprowadzają do zauważalnej utraty tkanek twardych zęba.<sup>11</sup>

### *Kwasy: dieta, choroby, pH śliny*

W przeszłości wielokrotnie próbowano sprecyzować etiologię powstania erozji. Wyróżnić należy czynniki zewnętrzne, do których zalicza się przede wszystkim artykuły spożywcze, oraz czynniki wewnętrzne, czyli kwasy pochodzące z naszego organizmu pojawiające się w obszarze jamy ustnej.<sup>12</sup>

W przeglądzie systematycznym z 2020 roku dotyczącym wpływu nawyków dietetycznych, w tym przyjmowania substancji o charakterze kwasowym, wykazano, że na erozję zębów u młodzieży w największym stopniu oddziałują napoje gazowane.<sup>13</sup> W części badań ujawniono także wpływ zwiększonego spożycia soków owocowych oraz napojów energetycznych.<sup>13</sup> W kwestii jedzenia najczęściej wskazuje się na związek cytrusów, kwaśnych owoców oraz

Unfortunately, due to the diversification of classification tools used, it is difficult to determine clearly the prevalence of dental hard tissue loss and assess the degree of its advancement.

### *Aetiology*

The loss of dental hard tissues can have mechanical or chemical causes. Mechanical irritation can lead to attrition or abrasion, but without prior reduction of surface resistance by acid action, these losses are not measurable. It is the chemical action causing surface softening, followed by the application of mechanical factors that leads to noticeable loss of dental hard tissues.<sup>11</sup>

### *Acids: Diet, Diseases, Saliva pH*

Historically, attempts have been made to specify the aetiology of erosion. It is crucial to distinguish between external factors, primarily dietary substances, and internal factors, i.e., acids originating from within the body and manifesting in the oral cavity.<sup>12</sup>

A 2020 systematic review on the impact of dietary habits, including the intake of acidic substances, revealed that carbonated drinks have the most significant effect on dental erosion in adolescents.<sup>13</sup> Some studies also indicated the impact of increased consumption of fruit juices and energy drinks.<sup>13</sup> Citrus fruits, acidic fruits, and sour candies are commonly associated with dietary causes. Eating habits, such as consuming drinks between meals or holding drinks in the mouth before swallowing, may also be relevant.<sup>13</sup>

A study conducted in Cracow among children showed that improper beverage consumption behaviours could contribute to erosion development, particularly among children with disabilities.<sup>14</sup> Another study among Polish 15-year-olds highlighted the significance of an acidic diet and low health awareness.<sup>15</sup>

kwaśnych słodczy. Znaczenie może mieć także sposób odżywiania, czyli m.in. spożywanie napojów między posiłkami lub przetrzymywanie napojów w jamie ustnej przed połknięciem.<sup>13</sup>

Badanie przeprowadzone w Krakowie wśród dzieci wykazało, że niewłaściwe zachowania w obszarze spożywania napojów mogą przyczynić się do rozwoju erozji, w szczególności wśród dzieci z niepełnosprawnościami.<sup>14</sup> Inne badanie przeprowadzone wśród polskich 15-latków wykazało znaczenie kwaśnej diety i niskiej świadomości zdrowotnej.<sup>15</sup> Jednakże istnieje także szereg doniesień o braku takiej zależności.<sup>13</sup> W dodatku nie stworzono jednego oficjalnego kwestionariusza pozwalającego na ocenę ryzyka erozji u pacjentów.<sup>16</sup> Kwasy pochodzenia wewnętrznego to kwas żołądkowy niefizjologicznie przedostający się do jamy ustnej. Przyczyn tego zjawiska należy szukać wśród stanów powodujących wymioty lub refluks, czyli przede wszystkim w bulimii, chorobie alkoholowej i refluksie żołądkowo-przełykowym.<sup>12</sup>

W zależności od etiologii różna może być także lokalizacja zmian. W przypadku erozji wewnętrznej dotyczy ona głównie powierzchni podniebiennych i okluzyjnych, natomiast ta z przyczyn zewnętrznych – powierzchni wargowych zębów przednich.

Wiadomo, że działanie kwasów jest czynnikiem etiologicznym erozji, jednak należy dogłębnie zweryfikować parametry modulujące. Rodzaj kwasu, jego potencjał erozyjny, pH, objętość, czas i częstotliwość oddziaływania to ważne czynniki modyfikujące ryzyko uszkodzenia tkanek.<sup>12</sup> Pokazuje to jak ważne jest zgłębienie nawyków żywieniowych i historii choroby pacjenta oraz jego świadome postępowanie i obserwacja własnych zachowań.

Systemem obronnym organizmu jest wytwarzanie śliny, która ma zdolności buforujące i wyrównuje pH w jamie ustnej, a także reguluje procesy remineralizacji i demineralizacji.<sup>17</sup> Może ona modulować zarówno mechaniczny

However, there are also several reports indicating no such relationship.<sup>13</sup> Additionally, no single official questionnaire has been developed to assess the risk of erosion in patients.<sup>16</sup>

Internal acids refer to gastric acid abnormally entering the oral cavity. Causes include conditions leading to vomiting or reflux, primarily bulimia, alcoholism, and gastroesophageal reflux disease (GERD).<sup>12</sup>

The location of erosive lesions can vary based on aetiology. Internal erosion mainly affects the palatal and occlusal surfaces, while the external causes typically involve the labial surfaces of the anterior teeth.

The role of acids as an aetiological factor in erosion is known, but parameters modulating their impact need thorough verification. Important factors include the type of acid, its erosive potential, pH, quantity, duration, and frequency of exposure, all of which modify the risk of tissue damage.<sup>12</sup> This underscores the importance of understanding dietary habits, medical history, and patient awareness and behaviour.

The body's defensive mechanism involves saliva production, which has buffering capabilities that neutralize oral pH and regulate remineralisation and demineralisation processes.<sup>17</sup> While saliva can modulate both mechanical and chemical processes of dental hard tissue loss, it cannot completely halt them.<sup>6</sup> The effectiveness of saliva depends on several factors: pH, buffering capacity, composition, and flow rate.<sup>12</sup> Reduced saliva flow, which can occur with eating disorders (due to dehydration), immunological diseases, side effects of medication, and other conditions, significantly increases susceptibility to caries and erosion.<sup>12,17,18</sup>

### *Bruxism*

Tooth wear can also be associated with excessive motor activity of the masticatory

jak i chemiczny proces utraty tkanek twardych zębów, ale nie może go całkowite zatrzymać.<sup>6</sup> Siła jej działania zależy od kilku elementów: pH, zdolności buforowej, składu i natężenie przepływu.<sup>12</sup> W sytuacjach zmniejszonego przepływu śliny, które mogą zaistnieć przy zaburzeniach odżywiania (w związku z odwodnieniem), chorobach immunologicznych i innych, czy jako efekt zażywania leków, pacjenci są znacząco bardziej narażeni na czynniki próchnicotwórcze i erozyjne.<sup>12,17,18</sup>

### *Bruksizm*

Starcie zębów może być także powiązane z nadmierną aktywnością ruchową mięśni żwaczy. Udowodniono koneksje starcia zębów z zaburzeniami snu, bólami ustno-twarzowymi, suchością w jamie ustnej, refluksem i bruksizmem sennym.<sup>19</sup> Połączenie parafunkcji, zgrzytania lub zaciskania, z erozją powoduje szybszą utratę tkanek twardych zęba, niż stany te występujące samodzielnie.<sup>20</sup> Z kolei inne artykuły nie wykazały zależności między występowaniem bruksizmu a nasileniem starcia zębów.<sup>21</sup>

Istnieją niejednoznaczne świadectwa na temat zależności między obecnością i stopniem zaawansowania starcia zębów a występowaniem zaburzeń skroniowo-żuchwowych. Badanie przeprowadzone w Nigerii wskazuje na obecność takiej zależności w obrębie zębów bocznych,<sup>22</sup> wtóruje temu także badanie *Lifwy*.<sup>23</sup> Z kolei publikacja niemiecka zaprzecza istnienie powiązania w odniesieniu do zębów przednich.<sup>24,25</sup> Układ stomatognatyczny jest systemem, w którym współistnieją zęby, stawy skroniowo-żuchwowe i mięśnie, dlatego starcie zębów powinno być rozpatrywane z uwzględnieniem tych elementów.<sup>26</sup>

### *Stan psycho-emocjonalny*

Wiele stanów psycho-emocjonalnych może mieć swoje konsekwencje w jamie ustnej w postaci starcia zębów. Należą do nich, m.in.

muscles. Associations have been proven between tooth wear and sleep disorders, orofacial pain, dry mouth, reflux and sleep bruxism.<sup>19</sup> The combination of parafunctions, such as grinding or clenching, with erosion leads to a more rapid loss of dental hard tissues than when these conditions occur separately.<sup>20</sup> However, other articles have not shown a correlation between bruxism and the severity of tooth wear.<sup>21</sup>

There are inconclusive reports regarding the relationship between the presence and severity of tooth wear and temporomandibular disorders (TMD). A study in Nigeria indicated such a relationship in posterior teeth,<sup>22</sup> which is supported by research from Lithuania.<sup>23</sup> Conversely, a German publication denies an association concerning anterior teeth.<sup>24,25</sup> The stomatognathic system is a system in which teeth, temporomandibular joints and muscles coexist, therefore tooth wear should be considered with these elements taken into account.<sup>26</sup>

### *Psycho-Emotional State*

Various psycho-emotional states can have oral consequences, manifesting as tooth wear. These include depression, eating disorders and alcohol and drug addiction.<sup>27</sup> Studies have shown that 35-38% of individuals with eating disorders exhibit signs of dental erosion. Obsessive-compulsive disorder may lead to exacerbated behaviours, such as overly vigorous tooth brushing. Additionally, previously mentioned parafunctions, such as grinding and clenching teeth, are often linked to poor psycho-emotional states.<sup>28</sup> This indicates the need to view tooth wear not only as a dental issue but also as a potential symptom of psychiatric and somatic diseases.<sup>27</sup>

### *Malocclusions*

The potential impact of malocclusions on the degree of tooth wear must also be considered. Some theories suggest that certain malocclusions

depresja, zaburzenia odżywiania, uzależnienie od alkoholu i narkotyków.<sup>27</sup> Wykazano, że u 35-38% osób cierpiących z powodu zaburzeń odżywiania występują objawy erozji zębów. W przypadku zaburzeń obsesyjno-kompulsyjnych mogą pojawić się czynności nasilające, takie jak zbyt ekspresyjne mycie zębów. Dodatkowo wspomniane wcześniej parafunkcje, zgrywanie i zaciskanie zębów, często powiązane są ze złym stanem psycho-emocjonalnym.<sup>28</sup> Wskazuje to na konieczność postrzegania starcia zębów nie tylko jako zaburzenia stomatologicznego, ale jako potencjalny objaw chorób psychicznych i somatycznych.<sup>27</sup>

### *Wady ortodontyczne*

Rozważyć należy także kwestie możliwego wpływu wad zgryzu na stopień starcia zębów. Istnieją teorie opowiadające się za tym, że niektóre wady zgryzu przyczyniają się do wzmożonej utraty tkanek twardych zębów, inne natomiast negują tę korelację.

Według badania prowadzonego w Izraelu zgryz głęboki może być czynnikiem predysponującym, natomiast wśród osób ze zgryzem krzyżowym wykazano zwiększone nasilenie dolegliwości bólowych TMD.<sup>29</sup> Z kolei inna hipoteza sugeruje, że w przypadku zwiększonego nagryzu poziomego podczas ruchów żuchwy występuje dezartykulacja, która chroni siekacze przed starciem.<sup>30</sup> Inne badania wykazały zwiększone ryzyko zjawiska w przypadku wad klasy II i przy braku zgryzu otwartego<sup>31</sup> przy przesunięciu linii pośrodkowej łuku dolnego o 1,5 mm lub więcej.<sup>32</sup> Porównane lokalizacji starcia w przypadkach klasy I wykazało, że u osób ze stłoczeniami występuje większe starcie w obrębie brzegów siecznych siekaczy centralnych górnych i siekaczy bocznych górnych oraz dolnych.<sup>33</sup> Z kolei u osób ze zgryzem prawidłowym znacząco bardziej naruszone były powierzchnie policzkowe pierwszych trzonowców dolnych i guzki sieczne kłów górnych w porównaniu do przypadków z nieprawidłowym zgryzem.<sup>33</sup>

contribute to increased dental hard tissue loss, while others negate this correlation.

According to a study from Israel, deep bites may be a predisposing factor, whereas individuals with crossbites showed increased TMD pain severity.<sup>29</sup> Another hypothesis suggests that increased overjet leads to disarticulation during jaw movements, protecting the incisors from wear.<sup>30</sup> Other studies have shown an increased risk of wear in Class II malocclusions and in the absence of an open bite,<sup>31</sup> as well as with a midline deviation of the lower arch of 1.5 mm or more.<sup>32</sup> A comparison of wear location in Class I cases found that individuals with crowding had greater wear on the incisal edges of the upper central and lateral incisors and lower incisors.<sup>33</sup> In contrast, individuals with normal occlusion had significantly more wear on the buccal surfaces of the lower first molars and the incisal cusps of the upper canines compared to those with malocclusions.<sup>33</sup>

There are no conclusive findings defining the impact of malocclusions on the risk of tooth wear, but it is certain that wear patterns differ between individuals with normal and abnormal occlusion, which may not necessarily be pathological.<sup>34,35</sup> These patterns depend on the inter-dental contacts present, thus varying between malocclusions.<sup>34-36</sup>

### *Orthodontic Treatment*

Patients increasingly undergo orthodontic treatment, which has positive outcomes not only in correcting malocclusions and associated disorders but also in improving well-being, social acceptance and the quality of life. However, like all therapies, it may be burdened with side effects. Potential complications of orthodontic treatment include discolorations, demineralisations, root resorptions and periodontal complications. Dental hard tissues may also be damaged through wear due to changing inter-dental contacts and abrasive factors.<sup>37</sup>

Brak jest jednoznacznych konkluzji definiujących wpływ występowania wad ortodontycznych na ryzyko starcia zębów, jednak z pewnością można mówić o innych wzorcach starcia u osób z prawidłowym i nieprawidłowym zgryzem, który nie musi być jednak patologiczny.<sup>34,35</sup> Zależne są one od występujących kontaktów międzyzębowych, dlatego różni się on także między wadami.<sup>34-36</sup>

### *Leczenie ortodontyczne*

Pacjenci coraz częściej podejmują się leczenia ortodontycznego, którego pozytywne skutki można widzieć nie tylko w korekcie wady zgryzu i współistniejących zaburzeń, ale także jako poprawę samopoczucia, akceptacji społecznej i jakości życia. Jednak jak wszystkie terapie może ono doprowadzić do pojawienia się efektów ubocznych. Do możliwych powikłań leczenia ortodontycznego należą przebarwienia, demineralizacje, resorpcja korzeni i powikłania periodontologiczne. Tkanki twarde zębów mogą potencjalnie ulec także destrukcji w formie starcia na skutek zmieniających się kontaktów międzyzębowych i czynników abrazyjnych.<sup>37</sup>

Jednakże nie ma jednoznacznych wniosków co do istnienia tej korelacji. Możliwe jest znalezienie doniesień sugerujących, że zwiększenie odległości międzykłowej oraz typ zastosowanej retencji oddziałują na nasilenie zjawiska.<sup>38</sup> Istnieją także badania negujące to powiązanie.<sup>39</sup> Przegląd systematyczny dotyczący starcia zębów podczas leczenia ortodontycznego aparatami stałymi wykazał zróżnicowane wyniki oraz niską wiarygodność wyników analizowanych badań.<sup>37</sup>

W rozważaniach należy uwzględnić także rodzaj zastosowanego leczenia ortodontycznego. Coraz częściej metody tradycyjne zastępowane są przez leczenie aparatami nakładkowymi. Ich zastosowanie jest pozytywnie odbierane przez pacjentów, ze względu na aspekty estetyczne i komfort,<sup>40</sup> oraz pozwala na łatwiejsze



However, there are no definitive conclusions about the existence of this correlation. Reports suggest that increased inter-canine distance and the type of retention used influence the severity of wear.<sup>38</sup> Other studies refute this association.<sup>39</sup> A systematic review on tooth wear during orthodontic treatment with fixed appliances showed variable results and low reliability of the analysed studies.<sup>37</sup>

The type of orthodontic treatment applied should also be considered. Traditional methods are increasingly being replaced by aligner treatments. These are well-received by patients due to their aesthetic appeal and comfort,<sup>40</sup> and they facilitate easier maintenance of high oral hygiene standards, thereby minimizing the risk of various side effects. Currently, there are no published studies examining the impact of using aligners on the level of tooth wear. It can be hypothesized that the presence of a protective layer on the teeth for most of the day, and the induced disclusion, may have a protective effect.

#### *Levels of Severity*

Numerous classification systems exist to assess the severity of tooth wear. A common indicator of advanced wear is the exposure of dentine, which qualifies the condition as severe.<sup>41</sup> Pathological tooth wear is characterized by an atypical level of wear for the patient's age, accompanied by symptoms such as pain, discomfort and functional or aesthetic disturbances.<sup>11</sup> The occlusal surfaces of the lower molars and the buccal surfaces of the upper central incisors are most frequently and severely affected.<sup>9</sup>

#### *Diagnostic Methods*

The evaluation of tooth tissue loss can be quantitative or qualitative. Quantitative methods rely on objective measurements, such as crown height, and are frequently used in model assessments. Qualitative

utrzymanie wysokiego poziomu higieny jamy ustnej, dzięki czemu ryzyko pojawienia się wielu skutków ubocznych jest minimalizowane. Na tę chwilę nie opublikowane zostały wyniki badań sprawdzających wpływ zastosowania tych aparatów na poziom starcia zębów. Domniemywać można, że obecność warstwy ochronnej na zębach przez większą część doby oraz wymuszona dyskluzja będą miały działanie ochronne.

#### *Stopnie zaawansowania*

Istnieje wiele różnych systemów klasyfikacji nasilenia starcia. Jednak powszechnym wyznacznikiem zużycia jest odsłonięcie zębiny, co kwalifikuje przypadek jako zaawansowany.<sup>41</sup> W przypadku występowania nietypowego dla wieku poziomu starcia oraz obecności objawów towarzyszących (ból, dyskomfort, zaburzenia funkcji i estetyki) mówi się o patologicznym starciu zębów.<sup>11</sup> Powierzchniami najczęściej dotkniętymi starciem w największym stopniu są powierzchnie żujące dolnych zębów trzonowych oraz powierzchnie policzkowe górnych siekaczy centralnych.<sup>9</sup>

#### *Metody diagnostyczne*

Ocena utraty tkanek zębów może mieć charakter ilościowy lub jakościowy. Metody ilościowe opierają się na obiektywnych pomiarach, tj. wysokość koron, i są często używane przy pomiarach modeli. Metody jakościowe, w szczególności techniki wizualne, mają większe zastosowanie kliniczne i przeprowadzane są poprzez ocenę badacza, charakteryzując się większą subiektywnością.<sup>42</sup>

W literaturze obecnych jest wiele różnych wskaźników. Niektóre z nich osadzone są w etiologii zjawiska. Brak unifikacji i jednoznacznie określonych reguł kwalifikacji powoduje, że trudno o jednorodne stanowisko i możliwość porównania wyników badań. Dodatkowo nie istnieje ustandaryzowany kwestionariusz pozwalający na ocenę ryzyka

methods, particularly visual techniques, are more clinically applicable and involve the examiner's assessment, which is more subjective.<sup>42</sup>

Several indices are described in the literature, some based on the aetiology of the wear. The lack of standardization or clearly defined qualification rules makes it difficult to achieve a unified stance and compare study results. Additionally, there is no standardized questionnaire to assess the risk factors for individual patients.<sup>43</sup>

Common elements in existing indices include quantitative and descriptive criteria to determine the extent of tissue loss, considering the size of the affected area. The exposure of dentine is often the key factor. The European Consensus recommends indices such as the Tooth Wear Index (TWI), Basic Erosive Wear Examination (BEWE), and the Tooth Wear Evaluation System (TWES).<sup>1</sup>

#### *Tooth Wear Index (TWI) by Smith and Knight*

This widely used measure involves assessing four visible surfaces of all present teeth on a five-point scale. It does not consider aetiological factors.<sup>44</sup>

#### *Basic Erosive Wear Examination (BEWE)*

The BEWE divides the dentition into sextants and assesses the most affected surface according to a four-point scale. The cumulative score is used to classify risk levels and determine the management approach. The scale ranges from no surface loss (0) to more than 50% hard tissue loss (3). This method is recommended for screening and was recognized by the European Federation of Conservative Dentistry in 2015 as the most recommended index in scientific literature.<sup>45,46</sup>

#### *Tooth Wear Evaluation System (TWES 1.0)*

TWES comprises ten modules, including four for basic diagnostics, three for advanced

wpływu czynników etiologicznych u danego pacjenta.<sup>43</sup>

W istniejących wskaźnikach pomiarowych można znaleźć wspólne elementy, tj. kryteria ilościowe i opisowe służące do określenia utraty tkanek zębów, uwzględniając wielkość dotkniętego obszaru. Często uwzględniany jest moment odsłonięcia zębiny.<sup>44</sup> Europejski Konsensus wskazał jako zalecane takie wskaźniki, jak wskaźnik starcia zębów (TWI), podstawowe badanie zużycia erozyjnego (BEWE) i system oceny zużycia zębów (TWES).<sup>1</sup>

#### *Wskaźnik Starcia Zębów według Smith and Knight (TWI, Tooth Wear Index)*

Jest to szeroko stosowany miernik, który polega na ocenie w 5-punktowej skali czterech widocznych powierzchni wszystkich obecnych zębów. Nie uwzględnia on czynników etiologicznych.<sup>44</sup>

#### *Podstawowe badanie zużycia erozyjnego (BEWE)*

Przeprowadzane poprzez podział uzębienia na sextanty i ocenę najbardziej dotkniętej powierzchni według 4-stopniowej skali. Następnie wynik sumuje się i klasyfikuje poziom ryzyka oraz postępowanie. Skala przedstawia się następująco: brak ubytków powierzchni (0), początkowa utrata tekstury powierzchni szkliva (1), wyraźny defekt, utrata tkanki twardej (zębiny) mniejsza niż 50% powierzchni (2), utrata tkanki twardej przekraczająca 50% powierzchni (3). Jest to metoda zalecana do badań przesiewowych.<sup>45</sup> Uznany przez Europejską Federację Stomatologii Zachowawczej w 2015 roku za najbardziej zalecany wskaźnik w literaturze naukowej.<sup>46</sup>

#### *System oceny starcia zębów (TWES 1.0)*

TWES składa się z dziesięciu modułów, z których cztery dotyczą diagnostyki podstawowej, trzy diagnostyki rozszerzonej i trzy zarządzania/leczenia. Pierwszym etapem jest

diagnostics, and three for management/treatment. The initial screening involves history taking and sextant-based tissue loss assessment on a five-point scale. A score of 2 or higher necessitates further detailed assessment, including non-occlusal surfaces and aetiological indicators. This stage involves evaluating clinical crown length, saliva analysis, and dental status registration using models or scans, followed by a management module.<sup>1</sup>

### *TWES 2.0*

Since the procedure of TWES 1.0 was complex and time-consuming, modifications led to the simplified TWES 2.0 protocol. It includes a streamlined screening and detailed assessment process, indicating whether tissue loss is pathological. It evaluates both natural and restored teeth. The initial part involves assessing teeth in sextants on a five-point scale. The advanced diagnostics stage consists of quantification, aetiological qualification based on clinical symptoms, and registration of any pathological signs and symptoms using the same scale for all present teeth. An optional detailed eight-point scale for occlusal/incisal surfaces can be used. The screening part resembles BEWE but without cumulative scoring, while the advanced diagnostics part is more like TWI. TWES 2.0 is the first protocol considering both the degree of hard tissue loss and the pathological nature of lesions.<sup>1</sup>

### *Scanners*

Visual methods, commonly used clinically, have significant limitations, including low sensitivity, subjectivity and inability to precisely determine changes over time. Techniques such as quantitative light-induced fluorescence (QLF), profilometry, and optical coherence tomography (OCT) have been considered, but their *in vivo* application is challenging.<sup>47</sup>

badanie przesiewowe, w którym przeprowadzany jest wywiad i ocena ubytków tkanek w sekstantach według 5-stopniowej skali. Jeżeli wynik, w którymkolwiek wynosi 2 lub więcej to należy przeprowadzić kolejny moduł szczegółowej oceny starcia uwzględniającej powierzchnie nieokluzyjne oraz cechy wskazujące na etiologię. Następnie dokonuje się oceny długości koron klinicznych w 2 i 5 sekstancie, analizy śliny oraz rejestracji stanu uzębienia za pomocą modeli lub skanów. Na końcu przeprowadzany jest moduł dotyczący postępowania.<sup>1</sup>

### *TWES 2.0*

Ze względu na czasochłonność i wysoki poziom skomplikowania TWES 1.0 dokonano pewnych korekt i utworzono protokół TWES 2.0. Jego formuła została uproszczona zarówno w części przesiewowej, jak i szczegółowej, i obejmuje dodatkowo wskazanie czy utrata tkanek ma charakter patologiczny. Uwzględnia nie tylko zęby naturalne, ale także odbudowane. W pierwszej części wykonuje się jedynie ocenę stanu zębów w sekstantach według 5-stopniowej skali. Etap diagnostyki pogłębionej składa się z trzech części: bardziej szczegółowej oceny (kwantyfikacja), określenia etiologii na podstawie objawów klinicznych (kwalifikacja) oraz rejestracji ewentualnych oznak i objawów patologicznych. W tym kroku używa się tej samej skali, jednak ocenie podlegają powierzchnie wszystkich obecnych zębów. Można opcjonalnie zastosować bardziej szczegółową 8-punktową skalę dla powierzchni zgryzowych/siecznych. W części przesiewowej tak jak w BEWE ocenia się sekstanty, jednak nie dokonuje się sumaryzacji wyników. W części pogłębionej diagnostyki system przypomina bardziej TWI. Jest to jednak pierwszy protokół uwzględniający zarówno stopień utraty tkanek twardych zębów, jak i ocenę charakteru patologicznego zmian.<sup>1</sup>

Intraoral scanners (IOS) are increasingly used in daily dental practice and can be considered for diagnosing and monitoring tooth wear. They create virtual models and use software to superimpose these models, enabling quick and objective determination of quantitative changes in wear, with high accuracy concerning tooth morphology. Studies have proven IOS's potential in detecting lesions as small as 0.01 mm, significantly more precisely than the human eye. Detailed data on the extent and location of lesions are crucial for diagnosing and managing tooth wear, dependent on measurement accuracy for high sensitivity and reliability.<sup>4</sup>

Research on Trios 3Shape scanners has established their trueness at 0.025 mm and precision at 0.003 mm.<sup>47</sup> Measurement difficulties can arise, requiring the selection of the most stable surfaces for model superimposition. Measurements of individual teeth are more accurate than full-arch measurements.<sup>47</sup>

The feasibility of measuring qualitative changes and the accuracy of quantitative measurements for moderate physiological wear within less than a year remain doubtful.<sup>48</sup> In more advanced cases, or over longer interval, predictions are more trustful.<sup>48,49</sup> There are also positive findings regarding early changes.<sup>50,51</sup>

Using IOS for tooth wear would allow precise determination of wear progression, making it a potential tool for diagnostics and monitoring. Direct measurement with scanners eliminates errors related to dimensional changes in materials during impression taking and model casting.<sup>1</sup>

Scanners also have advantages such as positive patient reception and utility as a communication tool. Visualizing lesions raises patient awareness. Using these devices would reduce medical waste, aligning with sustainable development principles.<sup>52</sup>

### *Skannery wewnętrzne*

Najczęściej stosowane klinicznie metody wizualne mają jednak poważne ograniczenia. Charakteryzuje je niska czułość, subiektywność oceny, nawet przy zastosowaniu wskaźników, oraz brak możliwości precyzyjnego określenia zmian w czasie. Rozważano zastosowanie innych technik, takich jak ilościowa fluorescencja indukowana światłem (QLF), profilometria i optyczna koherentna tomografia (OCT), jednak ich przeprowadzenie *in vivo* jest problematyczne.<sup>47</sup> W związku z tym konieczne jest dalsze poszukiwanie skutecznej metody.

Skannery wewnętrzne (IOS) stają się coraz częściej stosowane w codziennej praktyce stomatologicznej. Warto rozważyć ich zastosowanie także w diagnostyce i monitorowaniu starcia zębów. Tworzenie wirtualnych modeli i zastosowanie oprogramowania do ich nakładania na siebie pozwala na szybkie i obiektywne określenie ilościowych zmian starcia, a także odniesienia ich do morfologii zębów z dużą dokładnością.<sup>4</sup> W badaniu oceniającym możliwość zastosowania skanerów w diagnostyce zmian erozyjnych wykazano duży potencjał tych urządzeń w omawianym obszarze. Oprogramowanie pozwalało na wykrycie zmian już o 0,01 mm.<sup>47</sup> Jest to sposób znacznie bardziej precyzyjny niż zdolności ludzkiego oka. Szczegółowe dane dotyczące wymiaru zmiany oraz jej lokalizacji są kluczowe w kwestii diagnostyki i zarządzania starciem zębów. Sposobność ta jest jednak zależna od zakresu pomiaru, a dokładnie jego precyzji, aby zapewnić wysoką czułość i wiarygodność analizy.<sup>1</sup>

Na podstawie badań nad skanerami Trios 3shape ustalono ich trafność na poziomie 0,025 mm, a precyzję – 0,003 mm.<sup>47</sup> Podczas stosowania tej metody należy pamiętać o jej utrudnieniach, wymaga bowiem wyboru powierzchni o potencjalnie największej stabilności w celu nałożenia modeli. Co więcej wykazano, że pomiary pojedynczych zębów charakteryzują się

Achieving high measurement precision would make the use of IOS in diagnosing and monitoring hard tissue loss more objective and reliable than traditional methods.<sup>1</sup> The widespread availability of IOS in dental practices ensures the potential for regular monitoring, possibly becoming the gold standard in the near future.<sup>1</sup>

## Conclusion

The development of the dental industry and the introduction of new technologies into the market have presented innovative devices and software being increasingly used, replacing traditional and analog methods. One of those innovations is the intraoral scanner, whose range of applications is expanding across various specialties. Given that existing methods for measuring the loss of dental hard tissues are demanding, the use of innovative solutions could bring significant changes. The additional use of already owned, multifunctional devices for diagnosing patients' oral health seems to be a reasonable and necessary solution.

Increasing awareness of the prevalence of tooth wear should prompt dentists to be more vigilant and conduct screening of their patients' teeth. Familiarity with procedures, particularly taking history and using standardized indices, can lead to more frequent prevention and early detection of lesions. Modern technologies, especially those already available and widely used in practices, can revolutionize monitoring changes over time. IOS is common, particularly among orthodontic patients, enabling simultaneous wear level monitoring, optimizing practice, and ensuring systematic control, especially given the unclear reports on the impact of orthodontic issues and their treatment on the severity of tooth wear.

większą dokładnością, niż te pełnołukowe,<sup>47</sup> które mogłyby służyć do pomiaru starcia całego uzębienia.

Analizując doniesienia wątpliwe pozostają i możliwość pomiarów zmian jakościowych i dokładność ilościowych w przypadku starcia średniego, fizjologicznego w okresie poniżej jednego roku.<sup>48</sup> W sytuacjach bardziej zaawansowanego starcia lub po dłuższym okresie czasu pomiary takie są bardziej wiarygodne.<sup>48,49</sup> Istnieją także pozytywne doniesienia dotyczące wiarygodności w przypadku zmian początkowych.<sup>50,51</sup>

Zastosowanie skanerów wewnątrzustnych w kwestii starcia zębów pozwoliłoby na dokładne określenia tempa zmian, a więc jest to potencjalne narzędzie pomocnicze w diagnostyce monitorowania zjawiska. Bezpośredni pomiar za pomocą skanerów eliminuje także ryzyko błędów związanych ze zmianami wymiarów materiałów podczas pobierania wycisków i odlewania modeli.<sup>1</sup>

Dodatkowymi zaletami skanerów jest ich pozytywny odbiór przez pacjentów zarówno pod względem procedury medycznej, jak i jako narzędzia komunikacji. Wizualizacja zmian pozwala na dotarcie do świadomości pacjenta. Zastosowanie tych urządzeń wpłynęłoby także na spadek ilości tworzonych odpadów medycznych, co jest zgodne z ideą zrównoważonego rozwoju.<sup>52</sup>

Jeżeli osiągnięta zostanie wysoka precyzja pomiarów to użycie skanerów wewnątrzustnych w diagnostyce i monitorowaniu utraty tkanek twardych zębów będzie bardziej obiektywne i wiarygodne od metod tradycyjnych.<sup>16</sup> Powszechna obecność skanerów wewnątrzustnych w gabinetach stomatologicznych gwarantuje możliwość swobodnego korzystania z tego narzędzia i regularnego kontrolowania zmian.<sup>1</sup> W niedalekiej przyszłości może stać się złotym standardem postępowania.

## Podsumowanie i wnioski

Rozwój branży stomatologicznej i wprowadzanie nowych technologii na rynek powoduje, że innowacyjne urządzenia i oprogramowania są coraz częściej stosowane, wypierając metody tradycyjne i analogowe. Jednym z nich są skanery wewnątrzustne, których spektrum zastosowania jest coraz bardziej rozszerzane w różnych specjalnościach. Z uwagi na fakt, że dotychczasowe metody pomiarowe utraty tkanek twardych zębów są wymagające, wykorzystanie innowacyjnych rozwiązań może przynieść znaczące zmiany. Możliwość dodatkowego użycia już posiadanych, wielofunkcyjnych urządzeń do diagnostyki stanu zdrowia jamy ustnej pacjentów wydaje się być rozwiązaniem rozsądnym i potrzebnym.

Świadomość na temat zwiększającego się rozpowszechnienia starcia zębów powinna skłonić lekarzy dentyków do zachowania większej

czujności i przesiewowego monitorowania stanu zębów swoich pacjentów. Powszechna znajomość procedur postępowania, ze szczególnym uwzględnieniem wywiadu oraz ustandaryzowanych wskaźników, może znacząco wpłynąć na częstsze wprowadzenie profilaktyki oraz wczesne wykrywanie zmian. Zastosowanie nowoczesnych technologii, w szczególności tych już dostępnych w gabinetach i użytkowanych na wielu polach, może stać się przełomowym sposobem pozwalającym na monitorowanie postępu zmian z czasem. Skanery wewnątrzustne stosowane są powszechnie, a w przypadku pacjentów ortodontycznych, regularnie. Wykorzystanie obrazowania do jednoczesnego kontrolowania poziomu starcia wydaje się znacząco optymalizować pracę i zapewniać systematyczną kontrolę, w szczególności w świetle niejasnych doniesień o wpływie wad ortodontycznych i ich leczenia na nasilenie zjawiska starcia zębów.

## References / Piśmiennictwo

1. *Wetselaar P, Wetselaar-Glas MJM, Katzer LD, Ahlers MO*: Diagnosing tooth wear, a new taxonomy based on the revised version of the Tooth Wear Evaluation System (TWES 2.0). *J Oral Rehabil* 2020; 47(6): 703-712. doi: 10.1111/joor.12972
2. *Wetselaar P, Lobbezoo F*: The tooth wear evaluation system: a modular clinical guideline for the diagnosis and management planning of worn dentitions. *J Oral Rehabil* 2016; 43(1): 69-80. doi: 10.1111/joor.12340
3. *ten Cate JM, Imfeld T*: Dental erosion, summary. *Eur J Oral Sci* 1996; 104(2 ( Pt 2)): 241-244. doi: 10.1111/j.1600-0722.1996.tb00073.x
4. *Schlenz MA, Schlenz MB, Wöstmann B, Glatt AS, Ganss C*: Intraoral scanner-based monitoring of tooth wear in young adults: 24-month results. *Clin Oral Investig* 2023; 27(6): 2775-2785. doi: 10.1007/s00784-023-04858-x
5. *Shellis RP, Addy M*: The interactions between attrition, abrasion and erosion in tooth wear. *Monogr Oral Sci* 2014; 25: 32-45. doi: 10.1159/000359936
6. *Roehl JC, Jakstat HA, Becker K, Wetselaar P, Ahlers MO*: Tooth Wear Evaluation System (TWES) 2.0-Reliability of diagnosis with and without computer-assisted evaluation. *J Oral Rehabil* 2022; 49(1): 81-91. doi: 10.1111/joor.13277
7. *Mehta SB, Bronkhorst EM, Crins L, Huysmans MDNJ, Wetselaar P, Loomans BAC*: A comparative evaluation between the reliability of gypsum casts and digital greyscale intra-oral scans for the scoring of tooth wear using the Tooth Wear Evaluation System (TWES). *J Oral Rehabil* 2021; 48(6):

- 678-686. doi: 10.1111/joor.13141
8. *Awad MA, El Kassas D, Al Harthi L, et al.*: Prevalence, severity and explanatory factors of tooth wear in Arab populations. *J Dent* 2019; 80: 69-74. doi:10.1016/j.jdent.2018.09.011
  9. *Martignon S, Bartlett D, Manton DJ, Martinez-Mier EA, Splieth C, Avila V*: Epidemiology of Erosive Tooth Wear, Dental Fluorosis and Molar Incisor Hypomineralization in the American Continent. *Caries Res* 2021; 55(1): 1-11. doi: 10.1159/000512483
  10. *Strużycka I, Rusyan E, Bogusławska-Kapala A*. Badania nad występowaniem erozji zębów i czynników ryzyka w populacji młodych dorosłych w Polsce [Epidemiological study of prevalence and risk factors for dental erosions among Polish young adults]. *Pol Merkur Lekarski* 2016; 40(239): 308-313
  11. *Loomans B, Opdam N, Attin T, Bartlett D, Edelhoff D, Frankenberger R, Benic G, Ramseyer S, et al.*: Severe Tooth Wear: European Consensus Statement on Management Guidelines. *J Adhes Dent* 2017; 19(2): 111-119. doi: 10.3290/j.jad.a38102
  12. *Kanzow P, Wegehaupt FJ, Attin T, Wiegand A*: Etiology and pathogenesis of dental erosion. *Quintessence Int* 2016; 47(4): 275-278. doi: 10.3290/j.qi.a35625
  13. *Chan AS, Tran TTK, Hsu YH, Liu SYS, Kroon J*: A systematic review of dietary acids and habits on dental erosion in adolescents. *Int J Paediatr Dent* 2020; 30(6): 713-733. doi: 10.1111/ipd.12643
  14. *Piórecka B, Jamka-Kasprzyk M, Niedźwiadek A, Jagielski P, Jurczak A*: Fluid Intake and the Occurrence of Erosive Tooth Wear in a Group of Healthy and Disabled Children from the Małopolska Region (Poland). *Int J Environ Res Public Health* 2023; 20(5): 4585. doi: 10.3390/ijerph20054585
  15. *Rusyan E, Grabowska E, Strużycka I*: The association between erosive tooth wear and diet, hygiene habits and health awareness in adolescents aged 15 in Poland. *Eur Arch Paediatr Dent* 2022; 23(2): 271-279. doi: 10.1007/s40368-021-00670-x
  16. *Schlenz MA, Schlenz MB, Wöstmann B et al.*: Intraoral scanner-based monitoring of tooth wear in young adults: 12-month results. *Clin Oral Invest* 2022; 26: 1869-1878. doi: org/10.1007/s00784-021-04162-6
  17. *Buzalaf MA, Hannas AR, Kato MT*: Saliva and dental erosion. *J Appl Oral Sci* 2012; 20(5): 493-502. doi: 10.1590/s1678-77572012000500001
  18. *Madariaga VI, Pereira-Cenci T, Walboomers XF, Loomans BAC*: Association between salivary characteristics and tooth wear: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2023; 138: 104692. doi: 10.1016/j.jdent.2023.104692
  19. *Wetselaar P, Manfredini D, Ahlberg J, Johansson A, Aarab G, Papagianni CE, Reyes Sevilla M, Koutris M, Lobbezoo F*: Associations between tooth wear and dental sleep disorders: A narrative overview. *J Oral Rehabil* 2019; 46(8): 765-775. doi: 10.1111/joor.12807
  20. *Pettengill CA*: Interaction of dental erosion and bruxism: the amplification of tooth wear. *J Calif Dent Assoc* 2011; 39(4): 251-256.
  21. *Anna Pergamalian, Thomas E Rudy, Hussein S Zaki, Carol M Greco*: The association between wear facets, bruxism, and severity of facial pain in patients with temporomandibular disorders. *J Prosthet Dent* 2003; 90(2): 194-200. doi: org/10.1016/S0022-3913(03)00332-9
  22. *Oginni AO, Oginni FO, Adekoya-Sofowora CA*: Signs and symptoms of temporomandibular disorders in Nigerian adult patients with and without occlusal tooth wear. *Community Dent Health* 2007; 24(3): 156-60.
  23. *Mickevičiute E, Baltrusaityte A, Pileickiene G*: The relationship between pathological wear of teeth and temporomandibular joint dysfunction. *Stomatologija* 2017; 19(1): 3-9.
  24. *Schierz O, John MT, Schroeder E, Lobbezoo F*:

- Association between anterior tooth wear and temporomandibular disorder pain in a German population. *J Prosthet Dent* 2007; 97(5): 305-309. doi: 10.1016/j.prosdent.2007.03.006
25. *John MT, Frank H, Lobbezoo F, Drangsholt M, Dette KE*: No association between incisal tooth wear and temporomandibular disorders. *J Prosthet Dent* 2002; 87(2): 197-203. doi: 10.1067/mpr.2002.121167
26. *Beddis HP, Davies SJ*: Relationships between tooth wear, bruxism and temporomandibular disorders. *Br Dent J* 2023; 234(6): 422-426. doi: 10.1038/s41415-023-5584-4
27. *Ahmed KE*: The psychology of tooth wear. *Special Care In Dentistry* 2013; 33: 28-34. doi: org/10.1111/j.1754-4505.2012.00319.x
28. *Hudson J*: How mental health affects oral health. *BDJ Student* 2021; 28: 21-23. doi: org/10.1038/s41406-021-0225-3
29. *Khayat N, Winocur E, Kedem R, Winocur Arias O, Zagal A, Shpack N*: The Prevalence of Temporomandibular Disorders and Dental Attrition Levels in Patients with Posterior Crossbite and/or Deep Bite: A Preliminary Prospective Study. *Pain Res Manag* 2021; 2021: 8827895. doi: 10.1155/2021/8827895
30. *Douglas J Knight, Brian G Leroux, Charlene Zhu, John Almond, Douglas S Ramsay*: A longitudinal study of tooth wear in orthodontically treated patients, *Am J Orthodont Dentofac Orthoped* 1997; 112, 2: 194-202. doi: org/10.1016/S0889-5406(97)70246-4
31. *Cunha-Cruz J, Pashova H, Packard JD, Zhou L, Hilton TJ*: for Northwest PRECEDENT. Tooth wear: prevalence and associated factors in general practice patients. *Community Dent Oral Epidemiol* 2010; 38(3): 228-234. doi: 10.1111/j.1600-0528.2010.00537.x
32. *Stucki Keith L*: The Relationship between Mandibular Midline Deviation and Tooth Wear, DMFT and TMD Findings. Tufts University School of Dental Medicine ProQuest Dissertation & Theses 2014; 1555938.
33. *Medical Journal of Babylon* 2015; 12, 3: 828-835.
34. *Oltramari-Navarro PV, Janson G, de Oliveira RB, Quaglio CL, Castanha Henriques JF, de Carvalho Sales-Peres SH, McNamara JA Jr*: Tooth-wear patterns in adolescents with normal occlusion and Class II Division 2 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137(6): 730.e1-5; discussion 730-1. doi: 10.1016/j.ajodo.2010.01.020
35. *Guilherme Janson, Paula Vanessa Pedron Oltramari-Navarro, Renata Biella Salles de Oliveira, Camila Leite Quaglio, Silvia Helena de Carvalho Sales-Peres, Bryan Tompson*: Tooth-wear patterns in subjects with Class II Division 1 malocclusion and normal occlusion, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2010; 137, 1: 14.e1-14.e7. doi: org/10.1016/j.ajodo.2009.08.022
36. *Agnani, Sankalp, Bajaj, Kamal, Mehta, Siddharth and Pandey, Lavesh*: Tooth wear patterns in subjects with class II division 1 and class II division 2 malocclusion. *International Journal of Adolescent Medicine and Health* 2021; 33, 4: 20180227. doi: org/10.1515/ijamh-2018-0227
37. *Makrygiannakis MA, Kaklamanos EG, Milosevic A & Athanasiou AE*: Tooth wear during orthodontic treatment with fixed appliances: a systematic review. *J Orthodont* 2018; 1-9. doi: 10.1080/14653125.2018.1517469
38. *Kuijpers MA, Kiliaridis S, Renkema A, Bronkhorst EM, Kuijpers-Jagtman AM*: Anterior tooth wear and retention type until 5 years after orthodontic treatment. *Acta Odontol Scand* 2009; 67(3): 176-81. doi: 10.1080/00016350902773390
39. *Caroline Wandia Mwangi, Stephen Richmond, Margaret Lindsay Hunter*: Relationship between malocclusion, orthodontic treatment, and tooth wear, *Am J Orthodont Dentofac Orthoped* 2009; 136, 4: 529-535. doi:



- org/10.1016/j.ajodo.2007.11.030
40. *Johal A, Bondemark L*: Clear aligner orthodontic treatment: Angle Society of Europe consensus viewpoint. *J Orthodont* 2021; 48(3): 300-304. doi: 10.1177/14653125211006423
41. *López-Frías FJ, Castellanos-Cosano L, Martín-González J, Llamas-Carreras JM, Segura-Egea JJ*: Clinical measurement of tooth wear: Tooth wear indices. *J Clin Exp Dent* 2012; 4(1): e48-53. doi: 10.4317/jced.50592
42. *López-Frías FJ, Castellanos-Cosano L, Martín-González J, Llamas-Carreras JM, Segura-Egea JJ*: Clinical measurement of tooth wear: Tooth wear indices. *J Clin Exp Dent* 2012; 4(1): e48-53. doi: 10.4317/jced.50592
43. *Kreulen CM, Van 't Spijker A, Rodriguez JM, Bronkhorst EM, Creugers NHJ, Bartlett DW*: Systematic Review of the Prevalence of Tooth Wear in Children and Adolescents. *Caries Res* 2010; 44 (2): 151-159. doi: org/10.1159/000308567
44. *Bardsley PF*: The evolution of tooth wear indices. *Clin Oral Invest* 2008; 12, Suppl 1: 15-19. doi: org/10.1007/s00784-007-0184-2
45. *Bartlett D, Ganss C, Lussi A*: Basic Erosive Wear Examination (BEWE): a new scoring system for scientific and clinical needs. *Clin Oral Investig* 2008; 12, Suppl 1: S65-8. doi: 10.1007/s00784-007-0181-5
46. *Carvalho TS, Colon P, Ganss C, Huysmans MC, Lussi A, Schlueter N, Schmalz G, Shellis RP, Tveit AB, Wiegand A*: Consensus report of the European Federation of Conservative Dentistry: erosive tooth wear – diagnosis and management. *Clin Oral Investig* 2015; 19(7): 1557-1561. doi: 10.1007/s00784-015-1511-7
47. *Michou S, Vannahme C, Ekstrand KR, Benetti AR*: Detecting early erosive tooth wear using an intraoral scanner system. *J Dent* 2020; 100: 103445. doi: 10.1016/j.jdent.2020.103445
48. *Bronkhorst H, Bronkhorst EM, Kalaykova SI, van der Meer WJ, Huysmans MCDNJM, Loomans BAC*: Serie: Innovatieve technieken en ontwikkelingen in de mondzorg. Meten van gebitsslijtage met reguliere 3D-scanners: toekomstmuziek, of al mogelijk? [Measuring tooth wear with regular intra-oral 3D scanners: for still in the future, or is it already possible?]. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2022; 129(10): 443-448. doi: 10.5177/ntvt.2022.10.22066
49. *Kumar S, Keeling A, Osnes C, Bartlett D, O'Toole S*: The sensitivity of digital intraoral scanners measuring early erosive wear. *J Dent* 2019; 81: 39-42. doi: 10.1016/j.jdent.2018.12.005
50. *Witecy C, Ganss C, Wöstmann B, Schlenz MB, Schlenz MA*: Monitoring of Erosive Tooth Wear with Intraoral Scanners In vitro. *Caries Res* 2021; 55(3): 215-224. doi: 10.1159/000514666
51. *Michou S, Vannahme C, Ekstrand KR, Benetti AR*: Detecting early erosive tooth wear using an intraoral scanner system. *J Dent* 2020; 100: 103445. doi: 10.1016/j.jdent.2020.103445
52. *García VD, Freire Y, Fernández SD, Murillo BT, Sánchez MG*. Application of the Intraoral Scanner in the Diagnosis of Dental Wear: An In Vivo Study of Tooth Wear Analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2022; 19(8): 4481. doi: 10.3390/ijerph19084481

Zaakceptowano do druku: 9.12.2024 r.

Adres autorek: Specjalistyczny Gabinet Ortodontyczny  
Gabriela Urbaniak-Malinowska,  
Grel, 34-400 Nowy Targ

© Zarząd Główny PTS 2024.