

Metody badania zmysłu smaku - przegląd piśmiennictwa

Testing of taste - a review

Anna Masłowska¹ **A B C D F**
Urszula Żochowska² **A B C D F**
Krystyna Lupa³ **D E**

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

^{1,2} Katedra i Zakład Ortopedii Szcękowej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie
Chair and Department of Jaw Orthopedics, Medical University of Lublin

³ Katedra i Zakład Fizjologii Człowieka Uniwersytetu Medycznego w Lublinie
Chair and Department of Human Physiology, Medical University of Lublin

Streszczenie

Już w starożytności doceniono istotną rolę smaku na równi z węchem i wzrokiem w procesach poznawczych człowieka. W codziennej praktyce klinicznej spotkać się można z pytaniami pacjenta o wpływ aparatu ortodontycznego na codzienną aktywność życiową. Istnieje wciąż mała liczba doniesień na temat wpływu aparatu na zmysł smaku. Celem pracy było przedstawienie metod badania zmysłu smaku. Analizą sensoryczną zajmuje się gustometria. Stosowane metody można podzielić na subiektywne, bazujące na indywidualnej ocenie dokonywanej przez osobę badaną oraz obiektywne, rejestrujące smakowe potencja-

Abstract

The relevance of the sense of taste, smell and sight for cognitive processes of man has been appreciated since ancient times. In clinical practice, patients inquire about the effects of orthodontic appliances on everyday activities. The literature data regarding the impact of such appliances on the sense of taste are sparse. The aim of the present study was to present methods for assessing the sense of taste. Sensory analyses are based on gustometry. The techniques applied may be divided into subjective methods based on individual assessment of patients and objective ones, in which gustatory evoked potentials

^{1,2} lek. stom.; doktorant, *BDS, PhD student*

³ Profesor, Kierownik Zakładu; *Proffesor, Head of Department*

Adres do korespondencji, *Correspondence address:*
Katedra i Zakład Ortopedii Szcękowej
ul. Karmelicka 7
20-081 Lublin, Poland

ly wywołane w elektroencefalografii i magnetoencefalografii. W dobie rosnącej liczby roszczeń pacjentów lekarze ortodondzi powinni posiadać wiedzę na temat metod badania wrażliwości smakowej, aby być w stanie odeprzeć ewentualne zarzuty w coraz częściej pojawiających się sytuacjach sądowych.

Słowa kluczowe: analiza sensoryczna, zmysł smaku

Wstęp

Już w starożytności doceniono istotną rolę smaku na równi z węchem i wzrokiem w procesach poznawczych człowieka [1]. Człowiek rozróżnia sześć podstawowych smaków: słodki, kwaśny, słony, gorzki, metaliczny oraz umami, który użył Ikeda w Tokyo z przyprawy dashi produkowanej na bazie wodorostów. Jego nazwa pochodzi od japońskiego słowa 'umai' czyli wyśmienity [2]. Substancję o tym smaku spotkać można w produktach mięsnych, warzywach, owocach morza i serach. Jej cechą charakterystyczną jest smak podobny do wywaru mięsnego [3].

Substancje chemiczne – składniki pokarmów, rozpuszczane w ślinie są bodźcem dla komórek smakowych znajdujących się w obrębie kubków smakowych, zlokalizowanych na języku i podniebieniu, dodatkowo w receptorach nagłośni, gardła i 1/3 górnej części przełyku oraz warg i policzków [1, 4, 5]. Mimo bezspornej roli chemoreceptorów języka w procesach sensorycznych w piśmiennictwie naukowym napotkać można prace wskazujące na obecność receptorów smaku na podniebieniu miękkim i twardym [6, 7, 8]. Na podkreślenie zasługuje fakt, że częścią podniebienia twardego zdolną do odbierania bodźców smakowych jest tylko obszar przed linią stanowiącą granicę między podniebieniem miękkim i twardym [6, 8].

Jak podaje Nillson i wsp. [7] próg rozpoznania substancji jest jednak niższy na języku.

Impulsy nerwowe generowane w receptorach smaku przekazywane są do ośrodkowego układu nerwowego drogą trzech nerwów czaszkowych: VII, IX, X. W pniu mózgu impulsy te są odbierane przez jądro pasma samotnego i jądro smakowe mostu. Dalej za pośrednictwem wzgórza informacja ta jest przekazywana do nowej kory, ale równoległe do układu limbicznego i podwzgórza. W korze mózgu smak jest kodowany w zakręcie zaśrodkowym, w okolicy wyspy, wieczka czołowo-ciemieniowego a nawet w okolicy czołowo-oczodołowej [9, 10]. Ta szeroka reprezentacja korowa wskazuje, że smak jest zaangażowany nie tylko w procesy poznawcze związane z rozpoznawaniem pokarmu, ale wpływa na zachowanie człowieka, emocje i homeostazę wewnątrzustrojową. Smak ostrzega przed spożywaniem pokarmu zepsutego czy trucizn, które często mają smak gorzki. Noworodki już kilka dni po urodzeniu potrafią odróżnić smak słodki i gorzki, wyrażając aprobatę dla smaku słodkiego i dezaprobatę dla gorzkiego [11].

Dysgeuzja, czyli zaburzenie w odczuwaniu bodźców smakowych nie jest zjawiskiem częstym. Stanowi ona raczej objaw

are recorded during electroencephalography and magnetoencephalography. Since the patients' demands are becoming increasingly high, orthodontists should have suitable knowledge about the methods of taste sensitivity testing in case of any claims or accusations.

Key words: sensory analysis, sense of taste

Introduction

The essential role of taste as well as smell and sight in cognitive processes of man had already been appreciated in ancient times [1]. Man distinguishes six basic tastes: sweet, sour, salty, bitter, metallic, and umami – "savoury", identified by Ikeda in food products containing dashi found in seaweed [2]. Umami-flavour substances are found in meat and vegetable products, seafood or cheese. The umami taste is similar to that of a broth [3].

Chemical substances - food ingredients dissolved in the saliva stimulate the gustatory cells within the taste buds localized on the tongue, palate, receptors of the epiglottis, pharynx, 1/3 of the upper oesophagus, lips, and cheeks [1, 4, 5]. The role of chemoreceptors of the tongue in sensory processes is indisputable yet some literature reports demonstrate the presence of taste receptors located on the hard and soft palate [6, 7, 8]. It is worth stressing that only the hard palate area in front of the soft-hard palate border is capable of receiving taste stimuli [6, 8]. According to Nillson et al. [7], the threshold of taste detection on the tongue is, however, lower.

Nerve impulses generated in taste receptors are transmitted to the central nervous system via three cranial nerves: VII, IX, and X. In the brain stem, the impulses are received by the nucleus of the solitary tract and taste nucleus of the pons. Further, the information is conveyed to the new cortex through the thalamus and to the limbic as well as hypothalamic systems. In the cerebral cortex, taste is encoded in the post-central gyrus within the insula, fronto-parietal operculum or even fronto-orbital region [9, 10]. This wide cortical representation indicates that taste is involved not only in cognitive processes associated with the recognition of food products but also affects the behaviour, emotions, and systemic homeostasis of man. The sense of taste warns against consumption of spoiled food or toxins, which often taste bitter. Newborns are capable of differentiating sweet and bitter taste already several days after birth, approving sweet flavours and disapproving the bitter ones [11].

Dysgeusia, i.e. an impairment of the sense of taste is not common and is considered a symptom rather than a disease [1]. Disorders of taste accompany neurological [15], mental or cerebral degenerative diseases and otolaryngological ailments. The perception of taste changes with age [12]. The use of drugs or substances, e.g. tobacco or alcohol, affects the taste perception [13, 14]. Moreover, their use may be associated

niż odrębne schorzenie [1]. Zaburzenia smaku towarzyszą chorobom neurologicznym [15], psychicznym i degeneracyjnym mózgu, a także schorzeniom otolaryngologicznym. Percepcja smaku zmienia się wraz z wiekiem [12]. Przyjmowanie leków, a także używek takich jak nikotyna czy alkohol wpływa na odbiór smaku [13, 14]. Związane mogą być także z obniżeniem stężenia cynku czy niedoborem witamin A i C [1, 16]. Wśród wielu przyczyn dysgeuzji wymienia należy alergię, co wydaje się być istotne w diagnostyce zaburzeń smaku u pacjentów ortodontycznych, ponieważ jednym z objawów alergii na nikiel może być utrata smaku lub metaliczny posmak w jamie ustnej. Aby wykluczyć mechaniczny wpływ aparatu ortodontycznego warto wykonać u pacjenta testy alergiczne [17].

W codziennej praktyce klinicznej spotkać się można z pytaniami pacjenta o wpływ aparatu ortodontycznego na aktywność życiową. Istnieją publikacje poruszające zagadnienie związku między użytkowaniem aparatu ortodontycznego a pojawieniem się dolegliwości bólowych [18] czy zaburzeń mowy [19]. Mało jest jednak informacji na temat ich wpływu na zmysł smaku.

W dobie rosnącej liczby rozszczeń pacjentów lekarze ortodontaści powinni posiadać wiedzę na temat metod badania wrażliwości smakowej, aby być w stanie odeprzeć ewentualne zarzuty w coraz częściej pojawiających się sytuacjach sądowych.

Metody badania zmysłu smaku

Badaniem wrażliwości smakowej zajmuje się gustometria. Stosowane metody można podzielić na:

1. Metody subiektywne – ocena progów smakowych i ocena nadprogowa zmysłu smaku (gustometria swoista i elektrogustometria)
2. Metody obiektywne – rejestrowanie smakowych potencjałów wywołanych w elektroencefalografii (EEG) i magnetoencefalografii (MEG) [9].

Metody subiektywne

Przedstawione poniżej metody mają charakter subiektywny, ponieważ bazują na indywidualnej ocenie dokonywanej przez osobę badaną.

Gustometria swoista

Gustometria swoista, zwana również klasyczną, jest metoda polegająca na próbie identyfikacji substancji charakterystycznych dla smaków podstawowych. Stosowanymi bodźcami są: kwas cytrynowy lub kwas solny dla smaku kwaśnego, krystaliczna kofeina lub chlorowodorek chininy dla smaku gorzkiego, chlorek sodu dla smaku słonego, sacharoza lub glukoza dla smaku słodkiego, glutaminian jednosodowy dla smaku umami oraz siarczan żelaza II dla smaku metalicznego [1, 5, 9, 20]. Istnieje kilka sposobów ich aplikacji. Najczęściej stosowaną metodą jest użycie roztworów substancji smakowych w formie przepłukiwania całej jamy ustnej [20], ale można również stosować nakraplanie [9] lub umieszczanie na wybranych częściach języka

with decreased levels of zinc or deficiencies in vitamin A and C [1, 16]. One of the causes of dysgeusia is allergy, which is essential for the diagnosis of taste disorders in orthodontic patients as lack of taste or metallic aftertaste in the oral cavity is one of the symptoms of nickel-induced allergy in such patients. To exclude the mechanical effects of orthodontic appliances, allergic tests are recommended [17].

In clinical practice, patients often inquire about the impact of an orthodontic appliance on their everyday activity. Some literature studies address the issue of the relation between orthodontic appliances and pain sensations [18] or speech disorders [19]. However, literature data regarding their effects on the sense of taste are not numerous.

Recently, the number of patients' claims has been increasingly high; therefore, orthodontists should have suitable knowledge about the methods of taste sensitivity testing in case of such claims or accusations.

Methods of taste testing

Taste sensitivity is tested by gustometry. The methods applied are divided into:

1. Subjective – determination of taste thresholds and supraliminal taste assessment (specific gustometry and electrogustometry)
2. Objective – recordings of taste evoked potentials during electroencephalography (EEG) and magnetoencephalography (MEG) [9].

Subjective methods

The methods presented below are subjective as they are based on individual assessment of a particular patient.

Specific gustometry

Specific gustometry, also called classical gustometry, is the method to identify substances characteristic of basic tastes. The stimuli used include citric or hydrochloric acid for sour taste, crystalline caffeine or quinine hydrochloride for bitter taste, sodium chloride for salty taste, sucrose or glucose for sweet taste, monosodium glutamate for umami and iron (II) sulphate for metallic taste [1, 5, 9, 20]. There are several techniques of their application. Most commonly, the oral cavity is rinsed out with solutions of taste substances [20]; moreover, drops [9] or soaked filter-paper discs or cotton wool swabs may be applied on the selected areas of the tongue [21]. Chewing tablets are also used [22].

The Polish Committee for Standardization (PCS, Polish PKN- PN-ISO 3972) recommends taste sensitivity determinations by rinsing the oral cavity with sequential dilutions of taste substances of increasing concentrations to avoid taste adaptation (table 1,2). This sip-and-spit method is to determine the thresholds of perception, recognition and differences.

The first stage of the procedure is testing of taste daltonism and is to evaluate the ability to recognize the basic taste standards. This procedure always comes first. Individuals with

Tabela 1. Serie stężeń roztworów substancji wzorcowych stosowane w określaniu progów wyczuwalności i rozpoznania smaku
Table 1. Series of concentrations of standard solutions used to determine the thresholds of perception and recognition of taste

Seria <i>Series</i>	Kwaśny kwas cytrynowy g/l <i>Sour</i> <i>citric acid g/l</i>	Słony chlorek sodu g/l <i>Salty</i> <i>sodium chloride g/l</i>	Słodki sacharoza g/l <i>Sweet</i> <i>sucrose g/l</i>
1	0,13	0,16	0,34
2	0,16	0,24	0,55
3	0,20	0,34	0,94
4	0,25	0,48	1,56
5	0,31	0,69	2,59
6	0,38*	0,98*	4,32*
7	0,48	1,40	7,20
8	0,60	2,00	12,00

* próg rozpoznania smaku wg norm ISO

Źródło: PN-ISO 3972:1998

* *taste recognition threshold according to ISO standards*

Source: PN-ISO 3972:1998

nasączonych krążków bibułowych lub bawełnianych wacików [21]. Inną metodą jest użycie tabletek do żucia [22].

Polski Komitet Normalizacyjny (PKN PN-ISO 3972) zaleca wykonanie badania wrażliwości smakowej techniką przepłukiwania jamy ustnej szeregiem rozcieńczeń roztworów substancji smakowych z zachowaniem kolejności zgodnej ze wzrastającym stężeniem w celu uniknięcia adaptacji smakowej (tab.1, 2). Metoda ta, określana w piśmiennictwie anglojęzycznym jako sip-and-spit ma na celu określenie progów wyczuwalności, rozpoznania i różnicy.

Pierwszy etap badania, określane mianem próby na daltonizm smakowy, polega na ocenie zdolności rozpoznania wzorców smaków podstawowych. Próba na daltonizm smakowy wykonywana jest zawsze w pierwszej kolejności. Osoby, które osiągają pozytywny wynik uznawane są za zdolne do identyfikacji smaków i mogą uczestniczyć w następnych etapach badania sensorycznego. Stężenia roztworów użyte do wykonania tej próby są nieco wyższe niż stężenia progów wrażliwości smakowej i zgodne z wartościami stężeń podanych w tabeli 3. Kolejny etap badania ma na celu wyznaczenie progu wyczuwania, rozpoznania i różnicy. Najmniejsze natężenie bodźca, przy którym pojawia się wrażenie smakowe niemożliwe jeszcze do jakościowego zdefiniowania określane jest jako próg wyczuwania. Próg rozpoznania natomiast to najmniejsze natężenie bodźca, przy którym pacjent jest

positive results are considered as capable of taste identification and can be included in further stages of sensory testing. The concentrations of solutions used in this test are slightly higher than those of taste sensitivity thresholds and in accordance with the levels included in table 3. The next stage is to determine the threshold of perception, recognition and difference. The lowest intensity of a stimulus at which the taste sensation occurs yet cannot be defined qualitatively is called the threshold of perception. The threshold of recognition, on the other hand, is the lowest intensity of a stimulus at which the patient is able to identify the taste. Furthermore, the threshold of difference is determined by the value of the difference in concentrations of two solutions, between which an increase in the sensation intensity was observed [20].

Sensory stimulation of individual oral receptor areas is feasible by the application of soaked filter-paper discs. They are immersed in the solutions of taste substances, dried at room temperature and placed on the tongue. The patient is to evaluate them qualitatively [21].

In the method of application of drops to the selected areas of the tongue, three drops are applied along the medial line using the 10µl pipette. One of the drops contains the taste sub-

Tabela 2. Serie stężeń roztworów substancji wzorcowych stosowane w określaniu progów wyczuwalności i rozpoznania smaku
Table 2. Series of concentrations of standard solutions used to determine the thresholds of perception and recognition of taste

Seria <i>Series</i>	Smak <i>Taste</i>		
	Gorzki kofeina g/l <i>Bitter caffeine</i>	Umami glutaminian jednosodowy g/l <i>Umami sodium glutamate</i>	Metaliczny siarczan żelaza II g/l <i>Metallic iron (II) sulphate</i>
1	0,06	0,08	0,0007
2	0,07	0,12	0,0009
3	0,09	0,17	0,0013
4	0,11	0,24	0,0019
5	0,14	0,34	0,0027
6	0,17*	0,49 *	0,0039 *
7	0,22	0,70	0,0056
8	0,27	1,00	0,0080

* próg rozpoznania smaku wg norm ISO

Źródło: PN-ISO 3972:1998

* taste recognition threshold according to ISO standards

Source: PN-ISO 3972:1998

w stanie zidentyfikować smak. Próg różnicy wyznaczany jest przez wartość różnicy stężeń dwóch roztworów, między którymi po raz pierwszy został stwierdzony wzrost intensywności wrażenia [20].

Stymulacja sensoryczna poszczególnych pól receptorowych w jamie ustnej jest możliwa poprzez zastosowanie nasączonych papierowych bibulek. Są one najpierw zanurzone w roztworach substancji smakowych oraz suszone w temperaturze pokojowej. Następnie umieszcza się je na języku. Pacjent ma za zadanie określić jakościowo smak [21].

Metoda nakrapiania wybranych obszarów języka polega na umieszczaniu za pomocą 10 µl pipety trzech kropli wzdłuż jego linii pośrodkowej. Jedna z kropli powinna zawierać substancję smakową, natomiast dwie pozostałe stanowi woda. Badany proszony jest o wskazanie kropli z roztworem smakowym i jej jakościową identyfikację [21].

Inną techniką aplikacji substancji smakowych jest stosowanie tabletek do żucia. Pacjent otrzymuje okrągłe, białe tabletki o średnicy 4 mm. W celu ilościowej oceny funkcji zmysłu smaku podaje się 6 dawek każdej użytej substancji. Badanemu poleca się żucie tabletek do momentu określenia rodzaju smaku. Między kolejnymi prezentacjami pacjent przepłukuje jamę ustną niegazowaną wodą mineralną, natomiast przerwy pomiędzy nimi powinny trwać 30 sekund [22].

stance, the other two - water. The patient is asked to show the drop with a taste solution and identify it qualitatively [21].

Another technique of application of taste substances is the use of chewing tablets. The patient receives circular, white tablets, 4mm in diameter. For quantitative evaluation of the sense of taste, six doses of each substance are used. The patient is instructed to chew the tablets until the taste can be recognized. Between the individual presentations (30sec intervals), the patient rinses out the mouth with still mineral water [22].

Electrogustometry

Electrogustometry evaluates the sense of taste quantitatively. The technique was introduced by Krarup in 1958. Irritation of the tongue with the electric current of various intensity induces the saliva hydrolysis, which leads to the sensation of the sour-metallic taste. The active electrode (anode) should touch the tongue whereas the passive one (cathode) should be placed on the wrist or kept in the hand [23]. The test starts at higher current intensities, which are gradually decreased until the sensation vanishes. Then the current intensity is increased until the patient signals the perception of taste. The mean value of both measurements is considered the taste threshold [9, 23].

Tabela 3. Stężenia roztworów stosowanych w próbie na daltonizm smakowy**Table 3. Concentrations of solutions used in gustatory daltonism testing**

Smak <i>Taste</i>	związek zalecany <i>recommended compound</i>	stężenie g/l <i>concentration g/l</i>
kwaśny <i>sour</i>	kwasy cytrynowy <i>citric acid</i>	0,43000
gorzki <i>bitter</i>	kofeina <i>caffeine</i>	0,19500
słony <i>salty</i>	chlerek sodu <i>sodium chloride</i>	1,19000
słodki <i>sweet</i>	sacharoza <i>sucrose</i>	5,76000
umami <i>umami</i>	glutaminian sodu <i>sodium glutamate</i>	0,59500
metaliczny <i>metallic</i>	siarczan żelaza (II) <i>iron (II) sulphate</i>	0,00475

Źródło: PN-ISO 3972:1998

Source: PN-ISO 3972:1998

Elektrogustometria

Elektrogustometria jest ilościowym badaniem smaku. Zapoczątkowana została w 1958 roku przez Krarupa. Pod wpływem drażnienia powierzchni języka prądem elektrycznym o różnym natężeniu dochodzi do hydrolizy śliny, czego wynikiem jest odczuwanie smaku kwaśnometalicznego. Elektroda czynna (anoda) powinna dotykać do języka, natomiast elektroda bierna (katoda) powinna być umieszczona na nadgarstku lub trzymana w ręce przez pacjenta [23]. Badanie rozpoczyna się od wyższych wartości natężenia prądu, stopniowo obniżając je, aż do zniknięcia wrażenia sensorycznego. Następnie zwiększa się ich wartość do momentu, gdy badany zasygnalizuje odczucie smaku. Średnia wartość z obu pomiarów stanowi próg smakowy [9, 23].

Metody obiektywne

W celu zobiektywizowania badań sensorycznych Ikui sugeruje stosowanie metody rejestrowania smakowych potencjałów wywołanych w EEG (gustatory evoked potentials – GEPs) i MEG (gustatory magnetic fields – GEMfs). Badanie to jest najnowszym kierunkiem w ocenie zmysłu smaku. Polega na pomiarze zmian aktywności neuronów kory mózgu w odpowiedzi na bodźce o różnej intensywności. Istnieją dwa sposoby stymulacji: prąd elektryczny

Objective methods

In order to objectivise the sensory tests, Ikui suggests the method of recordings of gustatory evoked potentials (GEPs) and gustatory magnetic fields (GEMFs). This is the latest trend in taste evaluation. The method involves measurements of changes in cortex neurone activities in response to stimuli of different intensities. Stimulations are induced by the electric current or chemical solutions. The test should be performed in the acoustically and electrically isolated room. The patient's head should be immobilized and eyes closed to eliminate additional stimuli, which may cause EEG or MEG artefacts [24].

Discussion and conclusions

There is a variety of sensory tests to apply. The choice depends on the study aims or individual preferences of the author. Objective methods are of high diagnostic value enabling the detection of the pathology underlying dysgusia. In the future, such methods may be applied for neurological diagnostic procedures; at present, however, due to high costs of the equipment needed they are not widely used [5]. Moreover, the lack of uniform standards of their use makes their results insuf-

i roztwory chemiczne. Badanie powinno być przeprowadzane w pomieszczeniu izolowanym pod względem akustycznym i elektrycznym. Pacjent powinien mieć unieruchomioną głowę i zamknięte oczy w celu wyeliminowania dodatkowych bodźców, które wpływają na pojawienie się artefaktów w zapisie EEG lub MEG [24].

Dyskusja i wnioski

Istnieje duża różnorodność metod przeprowadzania badań sensorycznych. Wybór jednej z nich uzależniony jest od celów badania i indywidualnych preferencji badacza. Dużą wartość diagnostyczną mają badania obiektywne. Dzięki nim możliwe jest wykrycie patologicznego podłoża zaburzeń smaku. W przyszłości mogą być użyteczne w diagnostyce neurologicznej, jednak ze względu na wysoką cenę sprzętu obecnie nie są szeroko stosowane [5]. Także brak jednolitych standardów ich wykonania jest powodem tego, że wyników nie cechuje dostateczna wiarygodność [5, 24]. Jak podaje Klimacka-Nawrot [5] w diagnostyce klinicznej zazwyczaj wykorzystuje się elektrogustometrię umożliwiającą otrzymanie ilościowych pomiarów w szybki i prosty sposób. Problemem staje się tylko porównywanie wyników badań przeprowadzanych przez różnych autorów ze względu na stosowanie odmiennych urządzeń pomiarowych. Wśród wad wymienia się również brak możliwości określania rodzaju powstającego smaku, gdyż stosowany bodziec nie jest fizjologiczny. Kolejnym zarzutem wobec tej metody jest konieczność wielokrotnego powtarzania pomiarów, ponieważ pomimo przylegania elektrody do obszaru receptorowego dochodzi do pobudzenia zmiennej liczby różnych kubków smakowych, co skutkuje w badaniu dużym rozrzutem wyników [5]. Mimo wyżej wymienionych wad zaletą elektrogustometrii jest między innymi łatwość badania i wyeliminowanie z użycia roztworów chemicznych [9]. Ocena przydatności stymulacji prądowo-impulsowej w elektrogustometrii przeprowadzana przez Dobosza i wsp. [25] wskazuje, iż nie wywołuje ona zjawiska zmęczenia i adaptacji oraz daje możliwość szybkiej, precyzyjnej i powtarzalnej diagnostyki smaku.

Jeśli natomiast celem badań jest nie tylko ocena ilościowa, ale również jakościowa zmysłu smaku, najlepszą metodą badania będzie gustometria swoista, w której stosowane są bodźce fizjologiczne. Jest to metoda prosta, przy czym należy mieć na uwadze wrażliwość progów na adaptację i zmęczenie, konieczność przeznaczenia na badanie większej ilości czasu w porównaniu z pozostałymi metodami oraz fakt, że badanie to wyznacza tylko dolną granicę funkcji narządu smaku [9]. Metoda nakraplania roztworów pozwala na ocenę funkcji poszczególnych nerwów, odpowiedzialnych za przewodnictwo bodźców smakowych. Jest ona jednak utrudniona przez szybką dyfuzję powierzchniową substancji [9]. Stosowanie smakowych tabletek do żucia jest metodą stosunkowo łatwą, ale rzadko stosowaną ze względu na fakt, że pobudzenie receptorów smakowych występuje po rozpuszczeniu tabletki w ślinie, więc różna jej ilość może modyfikować wynik badania. Metoda zalecana przez PKN umożliwia rozległe pobudzenie wszystkich pól receptorowych w jamie ustnej, w przeciwieństwie do metod z użyciem krążków czy wacików, a na jej wynik nie ma wpływu ilość wydzielanej śliny, jak w przypadku tabletek [5].

ficiently reliable [5, 24]. According to Klimacka-Nawrot [5], electrogustometry is usually used for clinical diagnostics to obtain quantitative measurements quickly and in a simple way. The real problem, however, is the comparison of findings of different studies, which is associated with the use of different measurement devices. Another disadvantage is that the taste type created cannot be determined as the stimulus used is not physiological. Still another drawback of the method in question is that multiple measurements are required; even though the electrode adheres to the receptor area, variable numbers of different taste buds are stimulated, resulting in considerable discrepancies in results [5]. Despite the minuses mentioned, the asset of electrogustometry is its simplicity and elimination of chemical solutions [9]. The usefulness of current-impulse stimulation in electrogustometry assessed by Dobosz et al. [25] shows that the method does not cause fatigue or adaptation and enables quick, accurate and repeatable taste-related diagnostic procedures.

The best method for both quantitative and qualitative assessment of taste is specific gustometry in which physiological stimuli are used. The method is simple, yet sensitivity of thresholds to adaptation and fatigue should be considered. Moreover, the method is time-consuming compared to the remaining techniques, and only the lower limit of gustatory organ function is determined [9]. The drop method enables the evaluation of functions of individual nerves responsible for conduction of gustatory stimuli but is hindered by quick superficial diffusion of substances [9]. The use of gustatory chewing tablets is relatively simple yet rarely used due to the fact that stimulation of gustatory receptors occurs once the tablet is dissolved in the saliva; therefore the results may be modified by its different amounts. The method recommended by PCS enables simultaneous extensive stimulation of all oral receptive fields, contrary to the methods with discs or swabs, and its results are not affected by the amount of saliva secreted, which is the case with tablets [5].

Piśmiennictwo / References

1. Konopka W, Dobosz P, Kochanowicz J. Zaburzenia smaku w otolaryngologii. *Otolaryngol* 2003; 2: 145-9
2. Lindemann B, Ogiwara Y, Ninomiya Y. The discovery of umami. *Chem Senses* 2002; 27: 843-4
3. Kurihara K, Kashiwayanagi M. Physiological studies on umami taste. *J Nutr* 2000; 130: 931-4
4. Bałczewska E, Nowak A. Zaburzenia smakowe–dysgeusja. *Nowa Stomatol* 2000; 1: 3-8
5. Klimacka-Nawrot E, Suchecka W. Metody badań wrażliwości smakowej. *Wiad Lek* 2008; 61: 207-10
6. Nilsson B. Taste acuity of the human palate. Studies with electrogustometry and taste solutions on young adults. *Acta Odont Scand* 1997; 35: 51-62
7. Nilsson B. Taste acuity of human palate. Studies with taste solutions on subjects in different age groups. *Acta Odontol Scand* 1979; 37: 235-52
8. Imfeld TN, Schroeder HE. Palatal taste buds in man: Topographical arrangement in island of keratinized epithelium. *Anat Embryol* 1992; 185: 259-69
9. Dżaman K. Współczesne metody badania węchu i smaku. *Otolaryngol* 2008; 7: 173-7
10. Matthews GG. *Neurobiologia. Od cząsteczek i komórek do układów*
11. Ganchrow JR, Stainer JE, Daher M. Neonatal facial expressions in response to different qualities and intensities of gustatory stimuli. *Infant Behav Dev* 1983; 6: 189-200
12. Klimacka-Nawrot E, Suchecka W, Błońska-Fajfrowska B. Wrażliwość smakowa na chlorek sodu i sacharozę u kobiet i mężczyzn w różnym wieku. *Wiad Lek* 2006; 11-12: 778-83
13. Niedzielska G. Badanie zmysłu powonienia i smaku u nałogowych alkoholików. *Otolaryngol Pol* 1987; 5:318-22
14. Niedzielska G, Kusa W, Janusz B, Broda T. Zachowanie się zmysłu powonienia i smaku u osób z chorobą niedokrwienną serca. *Otolaryngol Pol* 1997; 24:137-9
15. Korytowska A, Pruchnik D. Węch i smak w chorobach zwyrodnieniowych układu nerwowego z otępieniem. *Otolaryngol Pol* 1997; TLI: 140-2
16. Bałczewska E, Nowak A. Zaburzenia smakowe-dysgeusia. *Nowa Stomatol* 2000; 1:3-8
17. Łysiak-Seichter M. Alergia na nikiel w ortodoncji. *Forum Ortodont* 2005; 1: 81-6
18. Vinod K. Orthodontic pain: from causes to management—a review. *Eur J Orthod* 2007; 29: 170-9
19. Har-Zion G, Brin I, Steiner J. Psychological testing of taste and flavour reactivity in young patients undergoing treatment with removable orthodontic appliances. *Eur J Orthod* 2004; 26:73-8
20. Polski Komitet Normalizacyjny. Analiza sensoryczna. Metodologia. Metoda sprawdzania wrażliwości smakowej. Polska Norma PN ISO 3972. 1998
21. Mueller C, Kallert S, Renner B, Stiassny G. Assessment of gustatory function in a clinical context using impregnated 'taste strips'. *Rhinology* 2003; 41: 2-6
22. Ahne G, Erras A, Hummel T, Kobal G. Assessment of gustatory function by means of tasting tablets. *Laryngoscope* 2000; 110: 1396-401
23. Krarup B. Electrogustometry: a method of clinical taste examinations. *Acta Otolaryngol* 1958; 49: 294-305
24. Ikui A. A Review of Objective Measures of Gustatory Function. *Acta Otolaryngol* 2002; 546: 60-8
25. Dobosz P, Konopka W, Grzanka A. Ocena przydatności stymulacji prądowo-impulsowej w elektrogustometrii—doniesienia wstępne. *Pol Merk Lek* 2005; 111: 294-5