

Halitosis (fedor ex ore)

Een overzicht

Samenvatting. Ongeveer 15% van de Nederlandse bevolking heeft in meer of mindere mate klachten over slechte adem (halitosis, fetor ex ore). Deze wordt vooral veroorzaakt door het metabolisme van anaërobe mondbacteriën, waardoor rottingsprocessen plaatsvinden en vluchtige zwavelverbindingen ontstaan. Enkele van deze verbindingen spelen mogelijk ook een rol bij de pathogenese van parodontitis. Een goede mondhygiëne is dan ook van primair belang om halitosis tegen te gaan. Als hulpmiddelen kunnen ook antiseptische mondspoelwaters dienen. Daarnaast is stimulatie van de speekselafgifte gunstig vanwege de antimicrobiële speekselwitten en verlaging van de voedselretentie in de mondholte.

VAN NIEUW AMERONGEN A, VEERMAN ECI, ABRAHAM-INPIJN L, VAN STEENBERGEN TJM, VAN WINKELHOFF AJ. Halitosis (fedor ex ore). Een overzicht. Ned Tijdschr Tandheelkd 1994; 101: 10-4.

A. van Nieuw Amerongen, biochemicus¹
E.C.I. Veerman, biochemicus¹
L. Abraham-Inpijn, internist²
T.J.M. van Steenberg, microbioloog³
A.J. van Winkelhoff, microbioloog³

Uit de ¹vakgroep Orale Biochemie, de ²vakgroep Algemene Ziekteleer en Inwendige Geneeskunde en de ³vakgroep Orale Microbiologie van het Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA).

Trefwoorden: Preventieve tandheelkunde - Halitosis - Micro-organismen

Datum van acceptatie: 11 maart 1993.

Adres: Prof. Dr. A. van Nieuw Amerongen, Van der Boechorststraat 7, 1081 BT Amsterdam.

1 Inleiding

Halitosis is afgeleid van het Latijnse halitus. Dat betekent: adem, uitwaseming, geur en osis (Gr.) betekent: abnormaal; dus halitosis betekent: slechte adem. Fodor ex ore (Lat.) betekent letterlijk vertaald: onwelriekende geur uit de mond. Doorgaans wordt halitosis niet onderzocht in een tandheelkundige kliniek, hoewel veel mensen in meer of mindere mate hieraan lijden. In Nederland heeft naar schatting 15% van de bevolking last van slechte adem. De frequentie neemt toe met het stijgen van de leeftijd: bij zeventigjarigen is het percentage patiënten met halitosis 25%.¹

In de oudheid werd slechte adem al gerelateerd aan een aantal oorzaken. Plinius de Jongere (23-79 A.D.) schreef: 'De menselijke adem wordt bedorven door slecht voedsel en rotte tanden, maar vooral door het ouder worden.'² Gewoonlijk wordt slechte adem niet veroorzaakt door de maag, maar door stofwisselingsproducten van bacteriën in de mondholte, in het bijzonder van

anaërobe, Gram-negatieve bacteriën, waaronder *Fusobacterium*, *Bacteroides* (hernoemd: o.a. *Prevotella intermedia* en *Porphyromonas gingivalis*, zie tab. I).³

Meestal is niet één bacteriesoort verantwoordelijk voor de ontwikkeling van slechte adem. De betrokken bacteriën bevinden zich in de plaque, op het dorsale, posterieure tongoppervlak en de tonsillen.⁴ Daarnaast kan halitosis direct of indirect worden veroorzaakt door algemene ziektebeelden of bijzondere omstandigheden (tab. II).⁵

Ook medicijnen kunnen een slechte adem veroorzaken, bijvoorbeeld isosorbide, dat gebruikt wordt voor de behandeling van angina pectoris; dimethyloxyde, dat toegepast wordt bij chronische blaasontsteking (geur lijkt op oude oesters); flumucil, N-acetylcysteïne bevattend, werkt reducerend, waardoor de viscositeit van slijm afneemt. Tijdelijk slechte adem kan worden veroorzaakt door het eten van bijvoorbeeld prei, uien en knoflook. Dit heeft niets te maken met bacterieel metabolisme in de mondholte.

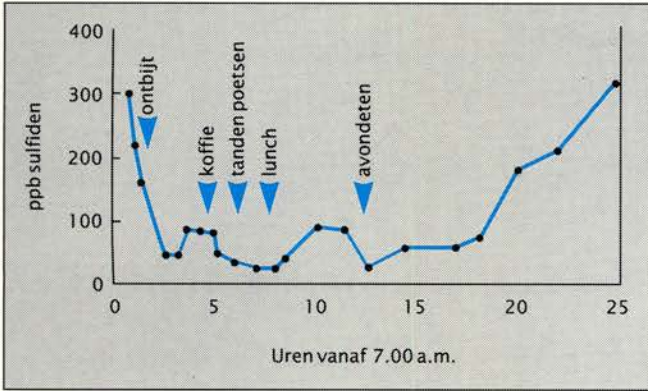
Het is opmerkelijk dat er relatief weinig onderzoek gedaan

Tabel I. Productie van vluchtige zwavelverbindingen door orale bacteriën.¹¹

Organisme	Geurvorming	Zwavelverbindingen
Gram-positief		
<i>Streptococcus species</i>	Nee	Nee
<i>Actinomyces species</i>	Nee	Nee
<i>Lactobacillus species</i>	Nee	Nee
<i>Staphylococcus aureus</i>	Nee	Nee
<i>Candida albicans</i>	Nee	Nee
<i>Peptostreptococcus micros</i>	Ja	Ja
Gram-negatief		
<i>Porphyromonas gingivalis</i>	Ja	Ja
<i>Prevotella intermedia</i>	Ja	Ja
<i>Veillonella alcalescens</i>	Ja	Ja
<i>Fusobacterium nucleatum</i>	Ja	Ja
Spirocheten	Ja	Ja

Tabel II. Extra-orale oorzaken van fetor ex ore.⁵

- Chronische nierinsufficiëntie (ureum)
- Trimethylaminurie
- Verstoring van de dikke-darmflora
- Diabetes mellitus (aceton)
- Gonorrhoe
- Syphilis van de neus
- Bovenste luchtweginfectie
- Tumor: mond, slokdarm, luchtwegen, long
- Stoornis in metabolisme van S-bevattende aminozuren
- Leverinsufficiëntie (ammoniak)
- Zwangerschap



wordt naar slechte adem, terwijl het voor de betrokkene een groot sociaal en psychologisch probleem kan zijn.⁶ Ook binnen de tandheelkundige opleiding wordt niet of nauwelijks aandacht besteed aan de oorzaken en bestrijding van slechte adem. In dit artikel wordt daarom de aandacht gericht op de biochemische en microbiële processen die aan halitosis ten grondslag liggen. Vervolgens worden mogelijkheden aangereikt om slechte adem te bestrijden.

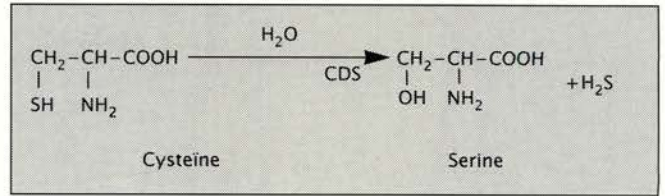
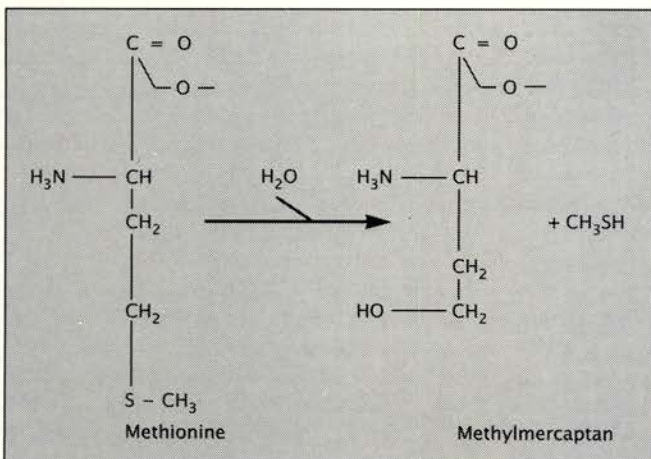
2 Mondholte en speeksel

Speeksel van gezonde personen ruikt niet of nauwelijks. De lichte geur wordt wel omschreven als die van 'bloeiende kastanje' (blooming chestnut). Wanneer speeksel echter in een afgesloten vat bij 37 ° C wordt geïncubeerd, kan binnen één uur een rottingsgeur worden waargenomen.⁷ Dit vindt ook plaats wanneer bacteriën en cellen, zoals polymorfonucleaire leukocyten (PMNL), uit het speeksel verwijderd worden, aangezien hydrolytische enzymen door deze cellen al uitgescheiden zijn in het speeksel. Dit duidt op enzymatische omzettingen van organische bestanddelen van speeksel, waarvan eiwitten de hoofdcomponenten vormen.

Veel speeksel-eiwitten en peptiden, alsook eiwitten van de epitheelcellen blijken de halitosis-vorming te stimuleren.⁹ Deze vindt grotendeels plaats in afwezigheid van zuurstof. Bacteriën

Afb. 3. Enzymatische vorming van methylmercaptan uit het aminozuur methionine.

Afb. 4. Vorming van vluchtige zwavelverbindingen CH₃SH en H₂S uit de aminozuren methionine, cystine en cysteine, die vrijgemaakt worden bij de afbraak van eiwitten door bacteriële proteasen.



2

Afb. 1. Slechte adem als een functie van de tijd gedurende 24 uur, gemeten als vluchtige zwavelverbindingen.⁸

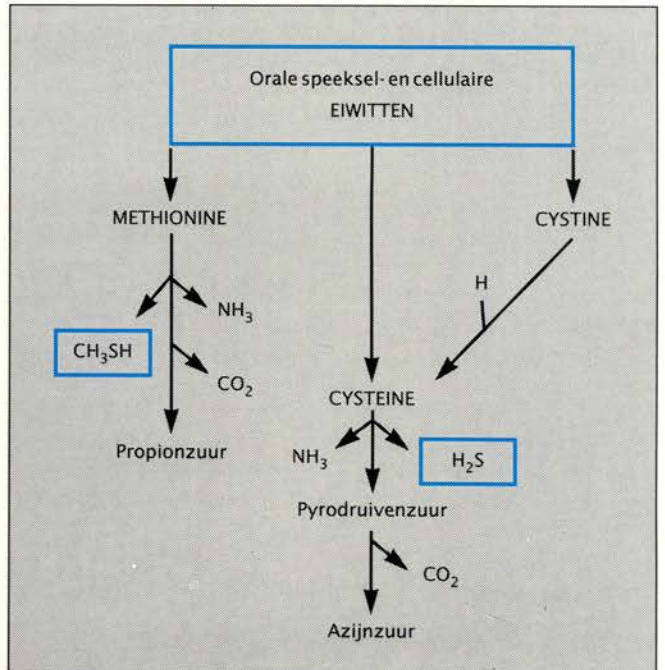
Afb. 2. Enzymatische vorming van H₂S uit het aminozuur cysteine.

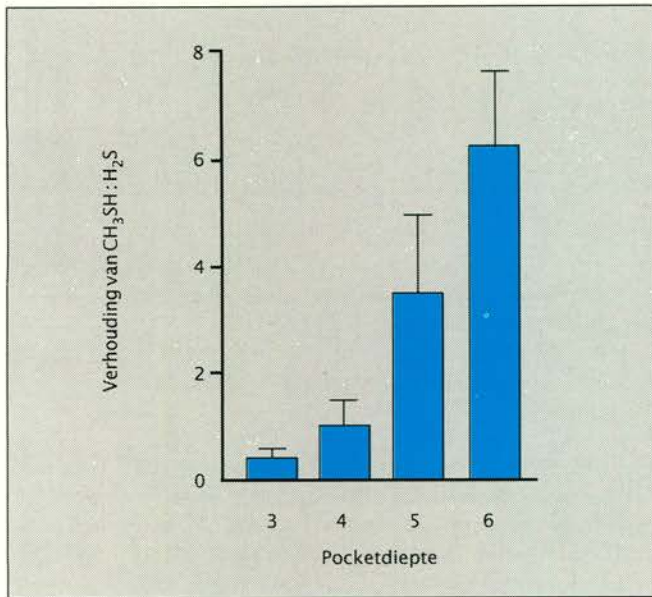
zijn primair verantwoordelijk voor slechte adem.¹⁰ Bij patiënten met parodontitis is veelal een mondgeur waar te nemen. De snelheid van geurontwikkeling bij incubatie verloopt sneller in speeksel van patiënten met gingivitis en parodontitis vergeleken met speeksel van personen met goede mondhygiëne.¹¹ Voor volledige metabole afbraak van speekselcomponenten is zuurstof noodzakelijk. Voor de Gram-positieve zijn dit voornamelijk koolhydraten; voor de Gram-negatieve vooral eiwitten. Wanneer zuurstofdepletie plaatsvindt, treden rottingsprocessen op. In de slaap is de secretiesnelheid van speeksel laag en kan de orale zuurstofopname laag zijn, waardoor halitosis-vorming gestimuleerd wordt (afb. 1).

3 Geurbestanden

Wanneer slechte adem veroorzaakt wordt door bacteriën, gaat dit meestal gepaard met afbraak van eiwitten en aminozuren. Proteolytische activiteit in de mond wordt vooral geassocieerd met anaërobe bacteriën, zoals *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Peptostreptococcus micros*, *Fusobacterium nucleatum* en *Treponema sp.* (tab. I). De hoofdbestanddelen van slechte adem zijn voornamelijk zwavelverbindingen, met als belangrijkste: methylmercaptan (CH₃SH) en waterstofsulfide (H₂S). Beide stoffen kunnen door hun typerende geur organoleptisch bepaald worden (door te ruiken). Halitosis kan al opge-

4





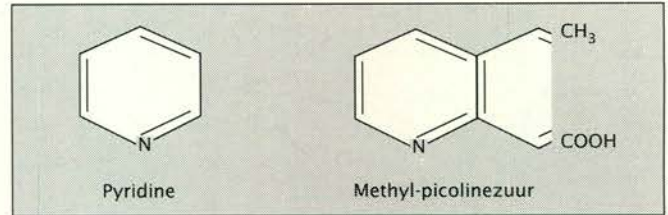
Afb. 5. In de adem van patiënten met parodontitis zijn H₂S en vooral CH₃SH verhoogd wanneer pockets voorkomen van meer dan 4 mm. De verhouding CH₃SH : H₂S neemt meer dan tienvoudig toe bij toenemende pocketdiepte.¹⁵

merkt worden bij een zeer lage concentratie van sulfiden in de adem, namelijk vanaf 75 ppb.¹² De productie van de vluchtige zwavelverbindingen neemt toe bij lage speekselsecretiesnelheid, vooral 's nachts (afb. 1). Beide stoffen kunnen bepaald worden met behulp van massaspectrometrie of gaschromatografie. Slechts 10% van de totale hoeveelheid zwavel in de mondholte is afkomstig van zwavelhoudende aminozuren (cysteïne/cystine en methionine) van de speeksel-eiwitten. Het merendeel (80%) is afkomstig van thiocynaat (CNS-) in speeksel.⁷ Het is niet duidelijk wat de rol is van het thiocynaat voor de metabole processen die kunnen leiden tot de vluchtige zwavelverbindingen. Deze laatste veroorzaken de slechte adem. Wat de eiwitten betreft, is er meer bekend over het metabolisme van de zwavelbevattende aminozuren: cysteïne, cystine en methionine.

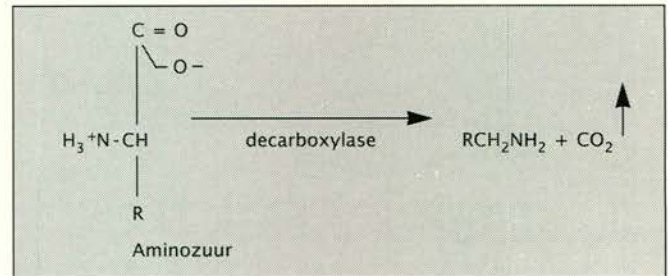
Waterstofsulfide (H₂S) wordt gevormd uit het aminozuur cysteïne onder invloed van het bacteriële enzym L-cysteïne desulhydrase (CDS) (afb. 2). Wanneer twee cysteïne-residuen in een eiwit covalent gebonden zijn, is voor deze reactie het bacteriële enzym L-cystine lyase nodig.¹³ Micro-organismen uit de parodontale pockets, die H₂S uit cysteïne kunnen vormen, zijn onder andere *Peptostreptococcus spp.* Bacteriën die uit cystine-bevattende eiwitten H₂S kunnen vormen, zijn onder andere *Treponema spp.*, *Porphyromonas spp.* en *Prevotella spp.*¹³ H₂S kan door *Fusobacterium nucleatum* en *Peptostreptococcus micros* ook gevormd worden uit glutathion (tripeptide: glutaminezuur - cysteïne - glycine), dat behalve in serum in hoge concentratie aanwezig is in de PMNs.¹⁴

Methylmercaptan (CH₃SH) kan gevormd worden uit het aminozuur methionine onder invloed van enzymen van onder andere *Fusobacterium nucleatum* en *Porphyromonas gingivalis* (afb. 3).¹⁵ Het is opvallend dat de micro-organismen die H₂S en CH₃SH vormen, geassocieerd worden met parodontale infecties. Dat verklaart ook de associatie tussen slechte adem en parodontitis. Zowel H₂S als CH₃SH is reeds in zeer geringe hoeveelheden als onaangename geur te ruiken. Met andere woorden, zeer lage concentraties kunnen al tot klachten leiden (afb. 4).

Andere vluchtige zwavelverbindingen in mondadem zijn dimethylsulfide (CH₃-S-CH₃) en dimethyldisulfide (CH₃-S-S-



6



7

Afb. 6. Afbraakproducten van het aminozuur tryptofaan.

Afb. 7. Afbraak van aminozuren onder invloed van decarboxylering waarbij een amine gevormd wordt.

CH₃). Hoge concentraties van zwavelverbindingen worden aangetroffen in adem van patiënten met parodontitis. Yaegaki en Sanada rapporteerden een achtvoudig verhoogde concentratie van vluchtige zwavelverbindingen in de adem van patiënten met parodontitis.¹⁵ Deze vluchtige zwavelverbindingen zijn voor 60% afkomstig van micro-organismen van het tongoppervlak. Vooral methylmercaptan is sterk verhoogd in de mondadem van deze patiënten.¹⁶ Hoe dieper de pockets, hoe meer CH₃SH wordt geproduceerd, des te hoger ook de verhouding van CH₃SH : H₂S. Deze is bij gezonde personen 0,4; bij patiënten met parodontitis kan deze meer dan tienvoudig verhoogd zijn (afb. 5). Met andere woorden in parodontitispatiënten is de hoeveelheid CH₃SH een maat voor de ontsteking. H₂S komt voornamelijk vanuit cysteïne; CH₃SH alleen uit methionine. Bij verwijdering van de tong-coating wordt de concentratie van methylmercaptan in mondadem met 50% gereduceerd.

Het rottingsproces in speeksel van patiënten met parodontitis is beduidend hoger dan dat in speeksel van gezonde personen. In dit verband is het vermeldenswaard dat de microflora van de tong bij patiënten met parodontitis verschilt van die van gezonde personen. Onder andere wordt meer *P. intermedia* aangetoond, een bacteriesoort die vluchtige zwavelverbindingen produceert.¹⁷ Het is ook aangetoond dat *P. gingivalis* in aanzienlijke hoeveelheden aanwezig is in speeksel van patiënten met parodontitis; dit micro-organisme is in ieder geval voor een deel verantwoordelijk voor de proteolytische activiteit van het trypsin-like enzym in speeksel.¹⁸ Daarnaast is het opmerkelijk dat specifiek in de adem van patiënten met parodontitis pyridine en 2-, 3- en 4-picoline aangetoond zijn.¹⁹ Dit zijn geen zwavel-, maar stikstofverbindingen (afb. 6).

Deze stikstofverbindingen ruiken buitengewoon onaangenaam. Zij kunnen afkomstig zijn uit het metabolisme van het aminozuur tryptofaan. Enkele aminozuren geven namelijk een onaangename geur wanneer zij gedecarboxyleerd worden (afb. 7). Tyrosine wordt bijvoorbeeld omgezet tot tyramine, ornithine in putrescine, lysine in cadaverine en tryptofaan in indol en skatol, die onaangenaam ruiken. Hoewel indolen en aminen de

Tabel III. Productie door *P. gingivalis* en *P. intermedia* van zwavelverbindingen (ng/ml) tijdens groei.²⁰

Bacterie	H ₂ S	CH ₃ SH	CH ₃ -S-S-CH ₃
<i>P. gingivalis</i>	30	100	110
<i>P. intermedia</i>	15	15	2

Tabel IV. Orale factoren geassocieerd met fetor ex ore.⁷

Lage speekselsecretiesnelheid
Slechte mondhygiëne
Voortschrijdende cariës
Gingivitis
Parodontitis
Ulceratieve stomatitis

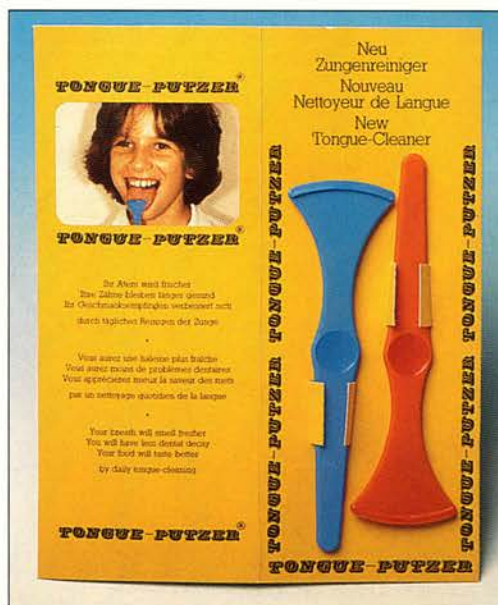
kwaliteit van de slechte adem beïnvloeden, zijn zij doorgaans niet de oorzaak van halitosis.¹²

4 Vluchtige zwavelverbindingen bij parodontitis

In het bovenstaande is de nadruk gelegd op de belangrijkste oorzaak van slechte adem: vluchtige zwavelverbindingen geproduceerd door orale micro-organismen. Tevens is slechte adem geassocieerd met parodontale ontstekingen. Er zijn echter ook aanwijzingen dat deze verbindingen een rol spelen in de pathogenese van parodontitis.

Bij het onderzoek naar de productie van zwavelverbindingen door orale bacteriën is relatief veel aandacht besteed aan de groep van zwart gepigmenteerde Gram-negatieve anaëroben, vooral *Porphyromonas gingivalis* (vroeger *Bacteroides gingivalis*) en *Prevotella intermedia* (vroeger *Bacteroides intermedius*).²⁰⁻²² *P. gingivalis* is sterk geassocieerd met ernstige vormen van parodontitis en blijkt in het laboratorium meer virulent te zijn dan de andere species uit deze groep. Er blijken grote verschillen te zijn in de productie van vluchtige zwavelverbindingen binnen deze groep van bacteriën.

Uit tabel III blijkt dat *P. gingivalis* veel meer CH₃SH en CH₃-S-S-CH₃ kan produceren dan *P. intermedia*. Dit is vooral van belang omdat deze twee stoffen veel meer cytotoxisch zijn dan H₂S.²³ Van thiolen, zoals CH₃SH, is aangetoond dat ze door het splitsen van disulfide-bruggen de permeabiliteit van de celmembranen kunnen verhogen. Het is goed voor te stellen dat een verhoogde permeabiliteit van het pocketepitheel tot resulteert heeft dat schadelijke stoffen eerder in het onderliggende weefsel terecht kunnen komen.²³ Daarnaast is aangetoond dat vluchtige zwavelverbindingen toxische effecten kunnen hebben. Zowel H₂S als CH₃SH hebben invloed op het eiwitmetabolisme van gingivale fibroblasten: H₂S verlaagt deze met 20% en CH₃SH met 35%.²⁴ Daarenboven kan CH₃-SH optreden als celgif, doordat het de ademhalingsketen remt. Verder blijkt deze stof in staat om de proteolytische afbraak van collageen te bevorderen, door bijvoorbeeld de activiteit van cathepsine B te verhogen.²⁵ CH₃SH en H₂S kunnen selectief binden aan collageen type I, wat



Afb. 8. Om micro-organismen van de tongrug te verwijderen is een speciale spatel ontwikkeld.

resulteert in de omzetting van onoplosbaar collageen naar een zoutoplosbaar product.²⁶ Door verandering in de structuur van collageen, mogelijk door methylering door middel van CH₃SH, wordt collageen ontvankelijker voor enzymatische afbraak. Het lijkt dus aannemelijk, dat deze zwavelverbindingen, geproduceerd door in het bijzonder *P. gingivalis*, niet alleen een slechte geur geven, maar ook bijdragen aan de pathogenese van parodontitis.

5 Bestrijding

In tabel IV staat een aantal factoren vermeld die geassocieerd worden met een toename in halitosis. Daar maximale afbraakprocessen in speeksel plaatsvinden bij fysiologische pH (hoger dan 7), bij geringe aanwezigheid van koolhydraten en onder anaërobe omstandigheden, is de geurontwikkeling altijd verhoogd onder omstandigheden waarbij de speekselsecretie verlaagd is; dat wil zeggen tijdens de slaap, bij gebruik van bepaalde medicijnen, en tijdens stress. (N.B. Productie van CH₃SH en H₂S wordt in speeksel *in vitro* tegengegaan door toevoeging van glucose aan speeksel.^{9,10} Dit komt waarschijnlijk doordat de pH daalt door bacteriële consumptie van suikers; beneden pH 6,5 blijkt de halitosisvorming te stoppen. Vanuit cariëspreventief oogpunt is het nuttigen van extra glucose uiteraard niet aan te bevelen. De strategie voor de bestrijding van slechte adem is afhankelijk van de etiologie.^{1,27}

1 Wegnemen van de veroorzakers, dat wil zeggen de bacteriën, door middel van:

- Zeere goede mondhygiëne
- Behandeling van gingivitis en, indien aanwezig, parodontitis
- Reinigen van de tongrug (afb. 8) en palatum;^{1,27}
- Tijdelijk gebruik van antibacteriële middelen, bijvoorbeeld door te spoelen met 0,2% chloorhexidine, tweemaal daags, tweemaal 30 sec.¹⁰ Ook een mondspoelwater met benzoëzuur als bactericide agens is werkzaam.²⁸ Ook een nieuwe spoelwater, bestaande uit een olie-water-tweefasensysteem met 0,05% cetylpyridinium chloride als antibacterieel agens, reduceerde de sulfideconcentratie in de mondadem sterk.¹²

- 2 Reduceren van de rottingsprocessen
 - a. Spoelen met antiseptische en oxidatieve mondspoelwaters, bijvoorbeeld 1,5% H₂O₂
 - b. Spoeldranken met zink, dat bindt aan thiol-groepen, in combinatie met anti-odeur stoffen als keton-terpeen²⁹
 - c. Poetsen met Zendium-tandpasta of spoelen met Zendium-spoeldrank, wat H₂O₂ vorming induceert.
 - d. Spoelen met diaminen⁷
 - e. Verhoging van de speekselsecretiesnelheid, bijvoorbeeld door te kauwen op hard voedsel of kauwgom.
 Indien geen verbetering optreedt, is het aan te bevelen de patiënt te verwijzen naar de huisarts met de suggestie de patiënt naar een internist te verwijzen voor onderzoek op één of meer in de inleiding genoemde algemene ziekten.

Literatuur

- ¹ SWART JGN, VAN DER KWAST WAM, VAN DER WAAL I. Foetor ex ore. Ned Tijdschr Tandheelkd 1976; 83: 230-3.
- ² SWART JGN. Foetor ex ore en kakogeusie. In: Admiraal WJ, Van Beek H, Guyt J, et al. Handboek Tandheelkundige Praktijk. Bohn Stafleu: Houten/Zaventem 1986: B7. 7-1 t/m 7-13.
- ³ GARFIELD E. Halitosis, the silent affliction: a profile of bad-breath research. Curr Cont 1982 (nov): 5-11.
- ⁴ TONZETICH J. Sources, measurements and implications of oral malodour. J Dent Res 1991; 70: 337 (abstr. 572).
- ⁵ PRETIG, CLARK L, COWART BJ, et al. Non-oral etiologies of oral malodor and altered chemosensation. J Periodontol 1992; 63: 790-6.
- ⁶ ROSENBERG M. Guest Editorial: Halitosis - The need for further research and education. J Dent Res 1992; 71: 424.
- ⁷ TONZETICH J. Production and origin of oral malodor: a review of mechanisms and methods of analysis. J Periodontol 1977; 48: 13-20.
- ⁸ ROSENBERG M, McCULLOCH CAG. Measurement of oral malodor: current methods and future prospects. J Periodontol 1992; 63: 776-82.
- ⁹ KLEINBERG I, WESTBAY G. Salivary and metabolic factors involved in oral malodor formation. J Periodontol 1992; 63: 768-75.
- ¹⁰ ROSENBERG M, KULKARNI GV, BOSY A, McCULLOCH AG. Reproducibility and sensitivity of oral malodor measurements with a portable sulphide monitor. J Dent Res 1991; 70: 1436-40.
- ¹¹ BERG M, BURRYLL DY, FOSDICK LS. Chemical studies in periodontal disease. IV. Putrefaction rate as index of periodontal disease. J Dent Res 1947; 26: 67.
- ¹² YAEGAKI K, SANADA K. Effects of a two-phase oil-water mouthwash on halitosis. Clin Prev Dent 1992; 14: 1-5.
- ¹³ CARLSSON J, CLAESSEON R, PERSSON S. Production of volatile sulfur compounds in periodontal pockets. J Dent Res 1991; 70: 337 (abstr. 575).
- ¹⁴ CARLSSON J, LARSEN JT, EDLUND M-B. *Peptostreptococcus micros* has a uniquely high capacity to form hydrogen sulfide from glutathione. Oral Microbiol Immunol 1993; 8: 42-5.
- ¹⁵ YAEGAKI K, SANADA K. Biochemical and clinical factors influencing oral malodor in periodontal patients. J Periodontol 1991; 63: 783-9.
- ¹⁶ YAEGAKI K, SANADA K. Volatile sulfur compounds in mouth air from clinically healthy subjects and patients with periodontal disease. J Periodontol Res 1992; 27: 233-8.
- ¹⁷ VAN WINKELHOFF AJ, VAN DER VELDEN U, WINKEL EG, DE GRAAFF J. Black-pigmented Bacteroides and motile organisms on oral mucosal surfaces in individuals with and without periodontal breakdown. J Periodontol Res 1986; 21: 434-9.
- ¹⁸ VAN WINKELHOFF AJ, VAN DER VELDEN U, CLEMENT M, DE GRAAFF J. Intra-oral distribution of black-pigmented Bacteroides species in periodontitis patients. Oral Microbiol Immunol 1988; 3: 83-5.
- ¹⁹ KOSTELC JG, ZELSON PR, PRETI G, TONZETICH J. Quantitative differences in volatiles from healthy mouths and mouths with periodontitis. Clin Chem 1981; 27: 842-5.
- ²⁰ TONZETICH J, McBRIDE BC. Characterization of volatile sulphur production by pathogenic and non-pathogenic strains of oral bacteroides. Arch Oral Biol 1981; 26: 963-9.
- ²¹ VAN STEENBERGEN TJM, KASTELEIN P, TOUW JJA, DE GRAAFF J. Virulence of black-pigmented Bacteroides strains from periodontal pockets and other sites in experimentally induced skin lesions in mice. J Periodontol Res 1982; 17: 41-9.
- ²² VAN STEENBERGEN TJM, DE GRAAFF J. Proteolytic activity of black-pigmented Bacteroides strains. FEMS Microbiol Letters 1986; 33: 219-22.
- ²³ NG W, TONZETICH J. Effect of hydrogen sulfide and methyl mercaptan on the permeability of oral mucosa. J Dent Res 1984; 3: 994-7.
- ²⁴ JOHNSON PW, YAEGAKI K, TONZETICH J. Effect of volatile thiol compounds on protein metabolism by human gingival fibroblasts. J Periodontol Res 1992; 27: 553-61.
- ²⁵ TONZETICH J, POWELL P, WATERFIELD JD. Effect of methylmercaptan on collagenolytic proteinases and cAMP production. J Dent Res 1990; 69: 274 (abstr. 1327).
- ²⁶ JOHNSON PW, TONZETICH J. Sulfur uptake by Type I collagen from methyl mercaptan/dimethyl disulfide air mixtures. J Dent Res 1985; 64: 1361-64.
- ²⁷ COURTOIS J. Halitose. Ned Tijdschr Tandheelkd 1987; 94: 56-62.
- ²⁸ PITTS G, BROGDON C, HU L, MASURAT T, PIANOTTI R, SCHUMANN P. Mechanism of action of an antiseptic, anti-odor mouthwash. J Dent Res 1983; 62: 738-42.
- ²⁹ KLEINBERG I, WESTBAY G. Oral Malodor. Crit Rev Oral Biol Med 1990; 4: 247-59.

SUMMARY

POSSIBLE CAUSES OF HALITOSIS; AN OVERVIEW

Key words: Halitosis - Micro-organisms - Preventive dentistry

About 15% of the Dutch population has, in a more or lesser degree, complaints about bad breath. This is caused particularly by the anaerobic metabolism of a number of oral microorganisms, in which putrefaction occurs and volatile sulfur compounds will be formed. Some of these compounds are also possibly involved in the pathogenesis of periodontitis. A good oral hygiene is of primary importance to prevent halitosis and to reduce bad breath. Antiseptic mouthwaters can be helpful in the reduction of the bacterial metabolism. In addition, stimulation of the salivary secretion has a dual favourable effect, firstly because of its antimicrobial salivary proteins, and secondly by reduction of the retention of nutrients in the oral cavity.