

Halitosis – Teil 2: Diagnostik und Therapie

Björn Lang, Andreas Filippi

Klinik für Zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie,
Mund- und Kieferheilkunde, Zentrum für Zahnmedizin,
Universität Basel

Schlüsselwörter: Halitosis, Mundgeruch, Sulfidmonitor

Korrespondenzadresse:

Priv.-Doz. Dr. Andreas Filippi
Zentrum für Zahnmedizin der Universität Basel
Klinik für Zahnärztliche Chirurgie, -Radiologie,
Mund- und Kieferheilkunde
Hebelstrasse 3
CH-4056 Basel
Tel. 061/2672609
Fax 061/2670786
E-Mail: andreas.filippi@unibas.ch

Die Diagnostik von Halitosis kann organoleptisch oder instrumentell erfolgen. Eine instrumentelle Messung ist grundsätzlich mit Gaschromatographen, Sulfidmonitoren und auch mit elektronischen Nasen möglich. Die Therapie erfolgt streng ursachenbezogen. Bei nicht-oralen Ursachen muss eine fachärztliche Abklärung entsprechend dem diagnostizierten Krankheitsbild erfolgen. Bei oralen Ursachen fokussiert die Therapie auf eine Reduktion der Mikroorganismen und des bakteriellen Nährstoffangebots sowie auf die Umwandlung von VSC in nichtflüchtige Schwefelverbindungen und (falls erforderlich) zusätzliche Anwendung oraler Kosmetika.

(Texte français voir page 1160)


Diagnostik

Im Mittelpunkt der Diagnostik von Halitosis steht die Objektivierung des Geruchs. Diese wird besonders wichtig, wenn unabhängig von der Schilderung des Patienten eine Halitosis diagnostiziert und gleichzeitig die Ursache eingegrenzt werden soll. Die Behandlung psychosomatischer Ursachen gehört hierbei grundsätzlich nicht in die Hände des Zahnarztes (SEEMANN 2000).

Organoleptische Messung

Hierbei handelt es sich um eine Beurteilung des Mundgeruchs und eine Einteilung in Schweregrade durch den Geruchssinn des Behandlers (ROSENBERG et al. 1991a, b, ROSENBERG & McCULLOCH 1992, ROSENBERG 1996). Studien haben gezeigt, dass organolep-

tische Untersuchungen zwar leicht durchführbar, häufig aber nicht reproduzierbar sind, da sie von der subjektiven Einschätzung des Untersuchers abhängen (ROSENBERG et al. 1991a, b, ROSENBERG & McCULLOCH 1992, ROSENBERG 1996). Gründe dafür sind, dass die Geruchswahrnehmung durch Umstände wie Menstruationszyklus, eigene Halitosis, temporäre Störungen beim Riechen (z.B. Rhinitis), die Kopfposition beim Riechen, aber auch die Erwartung, etwas zu riechen, beeinflusst wird (SEEMANN 2000). Trotzdem liefern erfahrene Untersucher weitgehend reproduzierbare Ergebnisse, wobei Frauen hierfür insgesamt besser geeignet zu sein scheinen als Männer (ROSENBERG et al. 1991b, GREEMANN et al. 2004). Es wird empfohlen, mögliche zukünftige Untersucher auf organoleptische Messungen zu trainieren und zu überprüfen. Dies geschieht mit einer Geruchsidentifikation (SIT = Smell identification test), bei dem 40 verschiedene Aro-

0	kein Mundgeruch		1	Schwere grad
1	leichter Mundgeruch		2	Schwere grad
2	mittelschwerer Mundgeruch		3	Schwere grad
3	starker Mundgeruch			
4	extrem fauliger Mundgeruch			

Tab. 1 Graduierung der Halitosis (nach ROSENBERG et al. 1991a)

men erkannt werden müssen, sowie einem Geruchsintensitätstest (SAT = Smell acuity test), bei dem unterschiedliche Verdünnungsgrade erkannt werden müssen (EL-MAAYTAH et al. 1996). Die professionelle Beurteilung einer Halitosis erfolgt mit einer 5-stufigen Skala (Tab. 1) (ROSENBERG et al. 1991a), wobei der Patient einmal vorsichtig durch die Nase ein- und ausatmet (PRINZ 1930). Die Nase des Untersuchers befindet sich in einer Distanz von 10 cm zum Patienten. Für die tägliche Praxis scheint jedoch eine Unterteilung in drei Schweregrade ausreichend zu sein (SEEMANN 2001). Hierbei richtet man sich nach dem Abstand des Mundes von der Nase des Untersuchers. Wird beim Sprechen des Vokals «A» im Abstand von einem Meter ein Geruch wahrgenommen, entspricht dies Schweregrad 3, bei 30 cm Schweregrad 2 und bei 10 cm Schweregrad 1 (Abb. 1) Weiterhin kann der Geruch des anterioren Zungenrückens geprüft werden, indem fünf Sekunden, nachdem der Patient über seinen Handrücken geleckt hat, am Gelenk gerochen wird (ROSENBERG & LEIB 1997). Ebenso kann der Geruch des dorsalen Zungenrückens fünf Sekunden nach Abschaben mit einem Kunststofflöffel organoleptisch beurteilt werden.

Instrumentelle Messung

Da organoleptische Messungen häufig nicht reproduzierbar sind, wurde bereits vor Jahrzehnten an einer Instrumentalisierung der Messung gearbeitet. Erste Versuche führten zur Entwicklung eines so genannten Osmoskops (SULSER et al. 1939). Heute stehen für die instrumentelle Messung von Halitosis Gaschromatographen (RICHTER & TONZETICH 1964, TONZETICH & RICHTER 1964, TONZETICH & KESTENBAUM 1969, TONZETICH 1971, TONZETICH & NG 1976, TONZETICH 1977, TONZETICH 1978, SOLIS-GAFFAR et al. 1975, NILES & GAFFAR 1997) und so genannte Sulfidmonitore (ROSENBERG et al. 1991a, b, MAITA 1996, RICHTER 1996, FRASCELLA et al. 2000, HUNTER et al. 2003) zur Verfügung.

Gaschromatographen

In der Gaschromatographie kommen hoch sensible und hoch selektive photometrische Flammendetektoren zum Einsatz, die mit einem Gaschromatographen gekoppelt werden, um Quan-

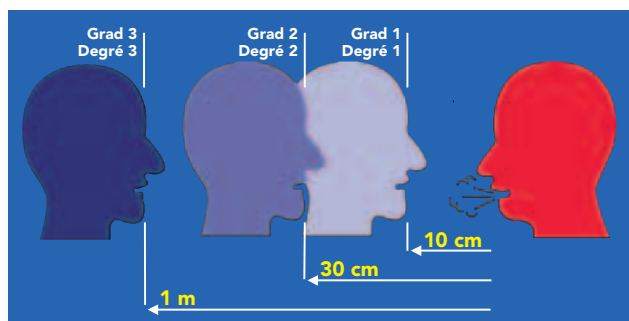


Abb. 1 Schweregrade von Halitosis in Abhängigkeit vom Abstand (SEEMANN 2001).

Fig. 1 Degrés d'intensité de l'halitose en fonction de la distance (SEEMANN 2001).

tität und Qualität der VSC im Subnanogrammbereich zu bestimmen (TONZETICH & RICHTER 1964). Hierbei muss in einen Kunststoffbeutel geatmet werden, dessen Inhalt dann durch diese Gerätekombination analysiert wird. Die Versuchsanordnung stellt bis heute den Goldstandard für klinische Halitosisstudien und die Halitosisforschung dar (TONZETICH 1997, OHO et al. 2001, FURNE et al. 2002). Nachteilig sind die Unhandlichkeit der Geräte und die begrenzte Fähigkeit, nur etwa 10 verschiedene Gasbestandteile der oralen Luft analysieren zu können (JECKE 2002, TANAKA et al. 2004). Für die Routineanwendung in der Zahnarztpraxis ist diese Untersuchungsmethode aufgrund der hohen Kosten und der anspruchsvollen Bedienung ungeeignet (SEEMANN 2000).

Elektronische Nase

In den letzten Jahren wurden Systeme mit chemischen Sensoren zur schnellen und einfachen Analyse von Düften für unterschiedliche Bereiche der Industrie entwickelt (MANTINI et al. 2000). Solche Systeme werden auch als «elektronische Nasen» (EN) bezeichnet (Abb. 2). Diese sehr leistungsfähige Technologie hat erst seit kurzem Einzug in die Medizin gefunden. Ihr Potenzial in der Diagnostik soll vielversprechend sein (THALER et al. 2001). Eine sehr kleine Anzahl von Studien hat die Möglichkeit der klinischen Anwendung der EN bei Halitosis untersucht. Hierfür verwendete EN wurden primär für die quantitative Bestimmung von Gerüchen in Lebensmitteln und Getränken entwickelt (TANAKA et al. 2004). Es wurde jedoch bereits auch Halitosis damit diagnostiziert (TANAKA et al. 2004). Die Funktionsweise einer EN beruht auf einer Anordnung von Halbleitersensoren (Metalloxide), die für unterschiedliche Sensitivität und Selektivität einzelner zu riechender Substanzen zuständig sind. Die Analyse der Daten erfolgt mittels spezieller Software. EN können VSC und auch organische, aromatische und aminhaltige Verbindungen sowie Ammoniakderivate im Essen und Trinken messen (TANAKA et al. 2004). Untersuchungen konnten zeigen, dass die Korrelation zwischen organoleptischer Untersuchung und EN bzw. zwischen organoleptischer Untersuchung und Gaschromatograph vergleichbar ist (TANAKA et al. 2004). Der klinische Einsatz solcher Geräte hat jedoch eben erst begonnen.

Sulfidmonitore

Der bekannteste Sulfidmonitor ist als Tischgerät zur Quantifizierung von VSC in Luftproben erhältlich (Halimeter, Fa. Interscan,

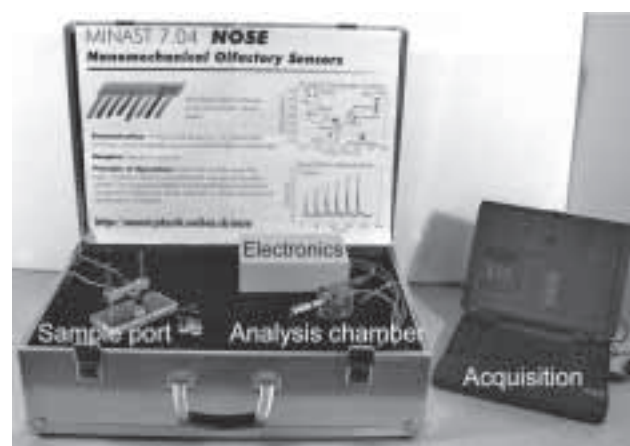


Abb. 2 Elektronische Nase (Dr. H. P. Lang, Institut für Physik, Universität Basel).

Fig. 2 Nez électronique (Dr. H. P. Lang, Institut de physique, Université de Bâle).

Chatsworth, CA, USA) (ROSENBERG et al. 1991a, b) (Abb. 3). Er reagiert hauptsächlich auf die Erhöhung der drei wesentlichen VSC: Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan und Dimethylsulfid. Ferner reagiert er sehr empfindlich auf Alkohol, Chlorverbindungen und essenzielle Öle, die eine Halitosismessung wesentlich negativ beeinflussen können und daher vor einer Messung zu vermeiden sind (ROSENBERG et al. 1991a, HARTLEY et al. 1996). Kadaverin, Putreszin, Indol oder Skatol, die in nicht unerheblicher Masse an Halitosis beteiligt sein können, werden bei der Messung mit dem Halimeter nicht erfasst. Der Halimeter bedarf zudem einer periodischen Rekalibrierung (JECKE 2002).

Beim Messvorgang wird ein Kunststoffhalm ca. 3–4 cm weit in den leicht geöffneten Mund des Patienten eingeführt (Abb. 4, 5). Über eine interne Pumpe wird Luft aus dem Mund gesaugt (ca. 1500 ml/min) und dem Sensor zugeführt, wobei der Patient den Atem anhalten soll, bis ein Maximalwert erreicht ist. Der Sensor ist eine elektrochemische Flüssigkeitszelle, durch die das Gas mit konstanter Geschwindigkeit strömt (ROSENBERG et al. 1991b). Die Konzentration der schwefelhaltigen Äquivalente wird dann direkt in Parts per billion (ppb) auf einem Display angegeben (Abb. 3). Auf Grund möglicher Schwankungen sollte ein Mittelwert aus mindestens drei Peakwerten für das endgültige Ergebnis errechnet werden (JECKE 2002).

Die Diagnostik sollte sich jedoch niemals alleine auf Halimeterwerte stützen; beispielsweise konnte zwischen dem Geruch aus dem Bereich der Tonsillen und Halimetermessungen keine



Abb. 3 Halimeter (Fa. Interscan, Chatsworth, CA, USA).

Fig. 3 Halimètre (Halimeter®, Sté. Interscan, Chatwort, CA, USA).

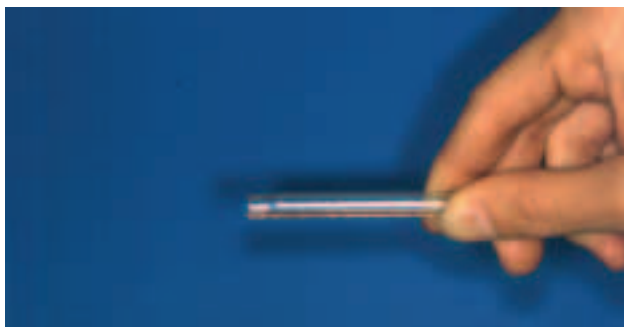


Abb. 4 Halimetermessung: Halten des Halms 3–4 cm vor dem Ende.

Fig. 4 Mesure par halimètre: la paille est saisie à une distance de 3–4 cm de l'extrémité...



Abb. 5 Halimetermessung: berührungsloses Einführen des Halms in den Mund.

Fig. 5 Mesure par halimètre: ...puis introduite dans la bouche, en évitant tout contact avec les tissus.

Korrelation gefunden werden (DELANGHE et al. 1996, 1997). Die gemessenen Konzentrationen sind auch von der Luftfeuchtigkeit und der Umgebungstemperatur abhängig; ein eindeutiger Grenzwert, ab dem eine deutliche Geruchsbelästigung besteht, lässt sich daher nicht definieren (SEEMANN 2000). In der Literatur variieren daher auch die Angaben über Grenz- und Normwerte. Als Normbereich werden vom Hersteller (Fa. Interscan) Werte zwischen 50 und 150 ppb angegeben. Manche Autoren geben den Normbereich zwischen 70 und 110 ppb an (SEEMANN 2000), andere legen den Bereich unter 100 ppb als Normbereich fest (STASSINAKIS et al. 2002), da ab 100 ppb in der Regel ein Geruch wahrnehmbar ist (FURNE et al. 2002). Bei Werten ab 300 ppb kann ein Mundgeruch meist schon aus Sprechdistanz (1–1,5 m) wahrgenommen werden (JECKE 2002, STASSINAKIS et al. 2002, FILIPPI & MEYER 2004). Der Halimeter kann organoleptische Untersuchungen nicht ersetzen, obwohl klinische Studien eine Korrelation zwischen gaschromatographischen, organoleptischen und Halimetermessungen gezeigt haben (MAITA 1996, SHIMURA et al. 1997, YAEGAKI 1997).

Therapie

Unter Berücksichtigung der Ursachenverteilung sollten sich Halitosispatienten zuerst an den Zahnarzt wenden. Ist diagnostisch keine orale Ursache erkennbar, sollte die Halitosis entsprechend fachärztlich abgeklärt werden. Generell sollte die Therapie einem standardisierten Schema folgen (YAEGAKI & COIL 2000). Sie richtet sich grundsätzlich nach dem diagnostizierten Krankheitsbild, welches für die Halitosis verantwortlich ist (YAEGAKI & COIL 2000). Bei spezieller Betrachtung der oralen Ursachen sollte sich der behandelnde Zahnarzt an folgendem Ablauf orientieren (QUIRYNEN et al. 2002a): Reduktion der Mikroorganismen, Reduktion des bakteriellen Nährstoffangebots, Umwandlung von VSC in nichtflüchtige Schwefelverbindungen und (falls erforderlich) zusätzliche orale Kosmetika.

Zungenreinigung

Etwa 60% aller oralen Mikroorganismen befinden sich auf der Zungenoberfläche (YAEGAKI & SANADA 1992a, b, DE BOEVER & LOESCHE 1995). Daher steht diese auch im Mittelpunkt aller Therapieansätze. Es konnte in zahlreichen Untersuchungen gezeigt werden, dass eine adäquate Zungenreinigung zur Reduktion der VSC und somit zur Verminderung der Halitosis führt

(GILMORE & BHASKAR 1972, GILMORE et al. 1973, GROSS et al. 1975, TONZETICH & NG 1976; KAIZU et al. 1978, TONZETICH 1978, VASILAKIS & PREIS 1981, RALPH 1988, YAEGAKI & SANADA 1992b, BOSY et al. 1994, DE BOEVER & LOESCHE 1996, MIYAZAKI et al. 1996, CLARK et al. 1997, VOLLMER 1997, CARLSON-MANN 1998, QUIRYNEN et al. 1998). Bedenken, dass es durch regelmässiges Zungenreinigen zu histologischen Veränderungen des Zungenepithels kommen könnte, konnten durch Tierversuche widerlegt werden (VASILAKIS & PREIS 1981). In fernöstlichen Kulturkreisen gehört die Zungenreinigung zur täglichen Mundhygiene (JECKE 2002). Ferner kann eine regelmässige Zungenreinigung vor allem bei älteren Patienten zu einer deutlichen Verbesserung der Geschmacksempfindung führen (HYDE et al. 1981). Als Reiniger kommen sowohl Zahnbürsten als auch spezielle Zungenreiniger in Betracht (RALPH 1988) (Abb. 6–8). Es wird auch eine spezielle Zahnbürste mit sehr feinen Borsten zur besseren Zungenpapillenreinigung vorgeschlagen (HARTLEY et al. 1996). Die Zunge sollte grundsätzlich von dorsal nach ventral gereinigt werden, ohne dabei das Weichgewebe zu verletzen (ROSENBERG & LEIB 1997) (Abb. 9) Dieser Vorgang sollte so lange wiederholt werden, bis nur noch ein geringfügiger Belag sichtbar ist (CLARK et al. 1997) (Abb. 10, 11). Viele Patienten leiden während der Zungenreinigung unter Würgereiz (ROWLEY et al. 1987, QUIRYNEN et al. 2002a). Regelmässiges Zungenreinigen und/oder Schliessen der Augen kann das Auslösen des Würgereflexes minimieren (CHRISTENSEN 1998).



Abb. 6 Zungenreiniger mit Mikrofaseroberfläche (Orasys, Micro Result).

Fig. 6 Grattoir à langue avec surface en micro-fibres (Orasys, Micro Result).



Abb. 7 Zungenreiniger mit Kunststoffschabern (Verifresh, Wild).

Fig. 7 Grattoir à langue avec lames en plastique (Verifresh, Wild).



Abb. 8 Zungenreiniger integriert am Zahnbürstenkopf (Duo Protect, Dr. Best, GlaxoSmithKline).

Fig. 8 Grattoir à langue incorporé à la tête de la brosse à dents (Duo Protect, Dr. Best, GlaxoSmithKline).



Abb. 9 Praxis der Zungenreinigung.

Fig. 9 Nettoyage du dos de la langue à l'aide de la brosse à dents.



Abb. 10 Effekt der Zungenreinigung: Situation vorher.

Fig. 10 Effet du nettoyage de la langue: situation avant...

Mundspüllösungen

Zusätzlich zur mechanischen Reinigung ist bei starker Halitosis eine Mundspüllösung empfehlenswert. Die Industrie verspricht mit all ihren oralen Kosmetika eine Verbesserung der Halitosis. Grundsätzlich sollte jedoch nur auf Produkte zurückgegriffen werden, deren Wirksamkeit wissenschaftlich überprüft wurde (JECKE 2002). Chlorhexidindigluconat, Zinkchlorid, Cetyl-Pyri-

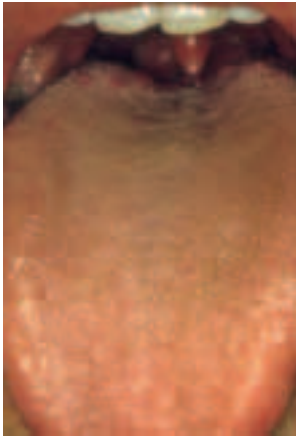


Abb. 11 Effekt der Zungenreinigung: Situation unmittelbar nachher.

Fig. 10 Effet du nettoyage de la langue: ...et situation immédiatement après.

din-Chlorid (CPC), Wasserstoffperoxid, Triclosan, Aminfluorid und Zinnfluorid bzw. essenzielle Öle (Listerine®) wurden bisher in ihrer Wirksamkeit auf Halitosis als positiv bewertet (SCHMIDT et al. 1978, PITTS et al. 1983, ROSENBERG et al. 1991b, GRIGOR & ROBERTS 1992, OGURA et al. 1992, ROSENBERG et al. 1992, YAEGAKI & SANADA 1992b, DE BOEVER & LOESCHE 1995, KOZLOVSKY et al. 1996, RAVEN et al. 1996, GREENSTEIN et al. 1997, WALER 1997, QUIRYNEN et al. 1998, FRASCELLA et al. 1998, SUAREZ et al. 2000, VAN STEENBERGHE et al. 2001, QUIRYNEN et al. 2002b). Die Wirkung all dieser Präparate ist zeitlich begrenzt (QUIRYNEN et al. 2002a).

Chlorhexidindigluconat

Chlorhexidindigluconat ist das effektivste Mittel zur Plaque- und Gingivitisreduktion (ADDY & MORAN 1997, BOLLEN & QUIRYNEN 1996, JONES 1997). Seine Wirksamkeit beruht auf der elektrostatischen Anziehungskraft zwischen dem kationischen antiseptischen Agens und anionischen Teilen der bakteriellen Zelloberfläche. Es kommt zur Zerstörung der bakteriellen Zellmembran und zum Anstieg der Permeabilität mit Folge von Zellyse und Zelltod (JONES 1997, KUYAKANOND & QUESNEL 1992). Auf Grund dieser starken antibakteriellen Wirkung und der hohen oralen Präsenz ist Chlorhexidindigluconat gut geeignet, die Konzentrationen von VSC signifikant zu reduzieren (ROSENBERG et al. 1991a, b, ROSENBERG 1992, DE BOEVER & LOESCHE 1995, VAN STEENBERGHE et al. 2001, QUIRYNEN et al. 2002b). Nachteilig ist, dass Chlorhexidindigluconat beispielsweise für Braunverfärbungen der Zähne und Zunge sowie für Geschmacksveränderungen verantwortlich ist (FLÖTRA et al. 1971, BOSY et al. 1994, GAGARI & KABANI 1995).

Aminfluorid, Zinnfluorid

Ebenso sind Aminfluoride und Zinnfluoride für ihre antibakterielle Wirkung bekannt. Über ihre Wirkung auf eine bestehende Halitosis liegen bisher keine umfangreichen Untersuchungen vor (QUIRYNEN et al. 2002a). Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass diese Fluoride in ihrer Wirkung auf Halitosis vergleichbar mit Chlorhexidindigluconat sind (QUIRYNEN et al. 2002b).

Triclosan

Triclosan (2,4,4'-trichloro-2'-hydrodiphenylether) ist ein antibakterielles breitspektrales Agens und in seiner Wirkung gegen die meisten oralen Bakterien sehr effektiv. Triclosan greift an der Zytoplasmamembran der Bakterien an und erzielt dadurch seine antibakterielle Wirkung (RAVEN et al. 1996). Eine Pilotstudie

konnte zeigen, dass eine Kombination aus Zink (0,82% Zinksulfathexahydrat) und Triclosan (0,15%) zu einer deutlichen Reduktion der VSC mit einer Verminderung der Halitosis führt (RAVEN et al. 1996).

Wasserstoffperoxid

Bei Anwendung einer 3%igen Mundspülung aus Wasserstoffperoxid konnte gezeigt werden, dass es zu einer deutlichen Reduktion der VSC kommt, welche durch ihre lange Wirkungs-dauer zusätzlich beeindruckt (SUAREZ et al. 2000).

Cetyl-Pyridin-Chlorid (CPC)

CPC ist eine quaternäre Ammoniumverbindung, die auf Grund ihrer geringen Substantivität in vivo umstritten ist (JECKE 2002). In Israel ist eine zweiphasige Öl-Wasser-Emulsion mit 0,05% CPC auf dem Markt, die eine den ganzen Tag anhaltende Halitosisreduktion bewirkt (QUIRYNEN et al. 2002a). Die Effektivität der Emulsion beruht auf Adhäsion oraler Mikroorganismen zu den Öltröpfchen. Diese Adhäsion wird durch das CPC positiv beeinflusst. Die Wirksamkeit dieser Emulsion liegt im Bereich von Chlorhexidindigluconat (ROSENBERG et al. 1992, ILAN et al. 1996, KOZLOVSKY et al. 1996).

Essenzielle Öle (Listerine®)

Essenzielle Öle zeigen ebenfalls eine antibakterielle Wirkung (FINE 1995). Es konnte eine Geruchsreduktion von 3–6 Stunden erzielt werden (PITTS et al. 1983).

Metallsalzlösungen

Verschiedene metallische Ionen entfalten durch ihre Affinität zu Schwefel eine Anti-VSC-Aktivität (QUIRYNEN et al. 2002a). Dies konnte sowohl durch In-vitro-Experimente als auch durch klinische Untersuchungen gezeigt werden (YOUNG et al. 2001). Es besteht eine Korrelation zwischen der Affinität von Metallionen zu Schwefel und der Reduktion von VSC. Es zeigt sich, dass die klinische Wirksamkeit der einzelnen Metallionen unterschiedlich ist: $\text{CuCl}_2 > \text{SnF}_2 > \text{ZnCl}_2$. In vitro zeigte sich eine vergleichbare Wirksamkeit: $\text{HgCl}_2 = \text{CuCl}_2 = \text{CdCl}_2 > \text{ZnCl}_2 > \text{SnF}_2 > \text{SnCl}_2 > \text{PbCl}_2$ (YOUNG et al. 2001). Verglichen mit anderen Metallionen ist Zn^{2+} weniger toxisch und macht weniger Verfärbungen. Daher wurde vor allem Zn^{2+} in seiner Wirkung auf Halitosis in einigen Studien untersucht (YOUNG et al. 2001), wobei dessen Wirkung auf Halitosis schon länger bekannt ist (SCHMIDT & TARBET 1978). Zinkchlorid geht mit den flüchtigen Schwefelverbindungen nichtflüchtige Schwefelverbindungen ein (SCHMIDT & TARBET 1978, NG & TONZETICH 1984, RAVEN et al. 1996, WALER 1997) und reduziert für ca. 3 Stunden die Halitosis. Die Wirkung beruht darauf, dass Zinkchlorid den negativen Einfluss von Methylmercaptan auf das parodontale Gewebe hemmt (BRUNETTE et al. 1996).

Zahncremes

Auch wenn Zahncremes in den meisten Studien nicht die gleiche Wirksamkeit wie Mundspüllösungen bei gleichem Wirkstoffgehalt erzielen, kommt ihnen auf Grund der regelmässigeren Anwendung eine wesentliche Bedeutung in der Halitosisreduktion zu (RAVEN et al. 1996, TONZETICH 1971). Es konnte immerhin eine signifikante Hemmung der Geruchsbildung über mehrere Stunden nachgewiesen werden (HOSHI & VAN STEENBERGHE 1996, RAVEN et al. 1996, GREENSTEIN et al. 1997, NILES & GAFFAR 1997, WALER 1997, GERLACH et al. 1998, BRUNETTE et al. 1998, NILES et al. 1999, SHARMA et al. 1999). Die Wirksamkeit der Zahncreme kann durch regelmässige Anwendung und gleichmässige Vertei-

lung im Mund sowie die Vermeidung des Nachspülens mit Wasser erhöht werden (JECKE 2002). Durch den Zusatz von Zink lässt sich die Wirkung verstärken (BRUNETTE et al. 1998). Zahncremes mit Zinnfluorid als antimikrobieller Substanz zeigen eine gute Reduktion der Halitosis im Vergleich zu Kontrollgruppen (Placebo) (GERLACH et al. 1998).

Lutschpastillen und Kaugummi

Über die Wirksamkeit von Lutschpastillen und Kaugummi auf Halitosis gibt es nur wenige Studien. Lutschpastillen und Kaugummi ohne aktive Inhaltsstoffe führen zu keiner signifikanten Reduktion von Halitosis (GREENSTEIN et al. 1997). Hier kommt es lediglich zu einem mechanischen Reinigungseffekt auf der Zahnoberfläche, damit zu einer Verminderung der Plaqueakkumulation sowie zu einer Speichelstimulierung von bis zu 300% (HELLWIG 1995). Es besteht eine positive Korrelation zwischen Zucker auf der einen und dem pH-Wert auf der anderen Seite und auftretendem Mundgeruch. Das bedeutet, dass es nach Anwendung von zuckerhaltigen Produkten kurzfristig zu einer Erhöhung der VSC kommt (KLEINBERG & CODIPILLY 1996). Auch Produkte, die Teekatechine in Form von Epigallocatechin enthalten, bewirken in experimentellen Studien eine deutliche Reduktion von VSC (TSUNODA et al. 1996). Der Effekt geht auf eine chemische Reaktion zwischen Epigallocatechin und Methylmercaptan zurück. Ein Zusatz von Zn^{2+} bewirkt bei Anwendung von Lutschpastillen und Kaugummi eine sofortige Reduktion von VSC (WALER 1997). Bei allen Berichten über die positive Anwendung von Lutschpastillen und Kaugummi gibt es jedoch keine Langzeitergebnisse (SEEMANN 2000).

Parodontaltherapie

Da bei bestehender Parodontitis eine erhöhte Methylmercaptankonzentration feststellbar ist, müsste die Wiederherstellung eines entzündungsfreien Parodonts mit geringen Taschentiefern zur Verminderung einer Halitosis führen (JECKE 2002). In diesem Zusammenhang wurde eine Reduktion zunächst erhöhter VSC nach Kürettage und Parodontalchirurgie sowie Verbesserung der Mundhygiene beobachtet (TONZETICH & SPOUGE 1979, SEEMANN et al. 1999, SEEMANN et al. 2001). Jedoch liegen auch hier kaum Ergebnisse von Langzeitstudien vor.

Therapie sonstiger Ursachen

Zu jeder Halitosisbehandlung sollte stets auch die Abklärung und Behandlung nicht oraler Ursachen gehören. Zur Abklärung gehört eine umfangreiche Anamnese mit Evaluation des allgemeinen Gesundheitszustands und möglicher Kofaktoren der Halitosisentstehung wie Rauchen, Schnarchen, Mundatmung, Wechseljahre, Trink- und Essverhalten sowie Stress (SEEMANN 2000). Bei rauchenden Halitosispatienten empfiehlt sich die «Let it be» – Kampagne (Rauchstopp in der zahnmedizinischen Praxis), da Rauchen schwere Formen der Parodontitis und somit auch Halitosis begünstigt. Sind hier bereits nichtorale Ursachen erkennbar, sollten in erster Linie diese durch entsprechende Spezialisten therapiert werden.

Das Konzept der Basler Halitosis-Sprechstunde

In der Halitosis-Sprechstunde der Universität Basel beantwortet jeder neue Patient zu Beginn der Diagnostik einen 38 Fragen umfassenden Fragebogen (allgemeine und spezielle Halitosis-Anamnese), der die Gesprächsführung über das Tabuthema «Mundgeruch» wesentlich vereinfacht. Er gibt detailliert Aufschluss über Frequenz, Art, Tageszeit und Ausmass der Halitosis,

die resultierende psychische Belastung des Patienten, bereits erfolgte Behandlungen (Eigenbehandlung, professionelle Behandlung bei Ärzten oder Zahnärzten) sowie über die typischen Kofaktoren von Halitosis (z.B. Ernährungsgewohnheiten, Rauchen, Schnarchen, Stress). Nach einem einführenden Gespräch auf Basis dieses Fragebogens erfolgt eine zahnärztliche Untersuchung, die auf Prädilektionsstellen von Halitosis fokussiert. Sie umfasst eine Kontrolle der zahnärztlichen Füllungen und Restaurationen, ein parodontales Screening sowie eine Untersuchung der Weichgewebe (z.B. Befeuchtung der Mundschleimhaut, Speicheldrüsen-Ausführungsgänge, Zungenbelag, Waldeyer'scher Rachenring). Die Diagnostik der Halitosis erfolgt immer organoleptisch und instrumentell (derzeit noch mit dem Sulfidmonitor-Halimeter); untersucht werden grundsätzlich Mund und Nase getrennt voneinander. Im Einzelfall werden zusätzlich mikrobiologische Untersuchungen durchgeführt. Bei fehlender oraler Ursache wird der Patient zu einem Facharzt für innere Medizin oder Otorhinolaryngologie überwiesen. Bei diagnostizierter oraler Ursache der Halitosis wird ausschliesslich ursachenbezogen therapiert. Falls vorhanden, werden zunächst Entzündungen (z.B. Gingivitis, Parodontitis) behandelt. Dem schliesst sich – falls erforderlich – eine parodontale, konservierende oder prothetische Behandlung an, ggf. mit dentalhygienischer Unterstützung. Bei diagnostiziertem Zungenbelag (eventuell nach mikrobiologischer Abklärung) wird der Patient in der mechanischen Reinigung des dorsalen Zungenrückens mit einem speziellen Zungenreiniger oder der Zahnbürste instruiert, was initial durch die Anwendung einer Mundspüllösung unterstützt werden kann. Die Zungenreinigung sollte idealerweise zwei- bis dreimal täglich als Ergänzung zur Mundhygiene durchgeführt werden. In Basel wird vor allem bei erheblichem Zungenbelag und/oder bei starkem Würgereiz die Mundspülung Meridol® (Gaba, Therwil, Schweiz) als temporäres Adjuvans für 1–2 Wochen favorisiert. Empfohlen wird, den Mund ein- bis zweimal täglich eine halbe Minute zu spülen. Nach 1 bis 2 Wochen erfolgt eine organoleptische und instrumentelle Kontrolle des Patienten. In der Regel ist hier bereits sowohl subjektiv für den Patienten als auch objektiv eine deutliche Verbesserung wahrnehmbar.

Schlussfolgerung

Die Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichsten ätiologischen Faktoren und Halitosis sind heute weitgehend bekannt. Ebenso konnte durch eine Instrumentalisierung die Messung von Halitosis objektiviert und auch vereinfacht werden. In der zahnärztlichen Praxis sind jedoch bisher nur Sulfidmonitore tatsächlich einsetz- und finanzierbar. Diese können lediglich VSC messen, die zwar als Leitsubstanzen bei Halitosis eingestuft werden; andere ebenfalls für Mundgeruch verantwortliche Stoffe werden nicht erfasst. Daher ist für eine exakte Diagnostik zusätzlich immer eine organoleptische Untersuchung erforderlich. Kann eine Diagnose gestellt werden, wird Halitosis grundsätzlich ursachenbezogen therapiert. Das Therapiespektrum ist nur teilweise gut untersucht, für manche Therapieempfehlungen fehlt noch die wissenschaftliche Grundlage. Gemessen an der steigenden Akzeptanz des Themas «Halitosis» bei Patienten und Zahnärzten sowie an der derzeitigen Aktivität der Dental-, Lebensmittel- und Pharmaindustrie ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren nicht nur das Bewusstsein gegenüber Halitosis steigen, sondern dass auch die Zahl wissenschaftlicher Daten deutlich zunehmen wird. Dies wird die Diagnose- und Therapiekonzepte von Halitosis in einigen Bereichen entweder noch besser abstützen oder ablösen.

Abstract

Halitosis may be diagnosed organoleptically or instrumentally. The latter method employs gas chromatography, sulphide monitors or electronic noses. Therapy is strictly cause-related. Non-oral causes must be examined by a specialist in accordance with the diagnosed syndrome. Where oral causes prevail, the therapy focuses on a reduction of microorganisms and the bacterial nutrient supply as well as the conversion of VSC into non-volatile sulphur compounds and, if required, the additional application of oral cosmetics.

Literatur

- ADDY M, MORAN J M: Clinical indications for the use of chemical adjuncts to plaque control: chlorhexidine formulations. *Periodontol* 2000 15: 52–54 (1997)
- BOLLEN C M, QUIRYNEN M: Microbiological response to mechanical treatment in combination with adjunctive therapy. A review of the literature. *J Periodontol* 67: 1143–1158 (1996)
- BOSY A, KULKARNI G V, ROSENBERG M, MC CULLOCH C A: Relationship of oral malodor to periodontitis: evidence of independence in discrete subpopulations. *J Periodontol* 65: 37–46 (1994)
- BRUNETTE D M, QUANG Y, GLASS-BRUDZINSKI J, TONZETICH J: Effects of methyl mercaptan on human gingival fibroblast shape, cytoskeleton and protein synthesis and the inhibition on its effect by Zn²⁺. In: *Bad breath. A multidisciplinary approach*. Hrsg.: Van Steenberghe D, Rosenberg M. Ramot Leuven, 47–62 (1996)
- BRUNETTE D M, PROSKIN H M, NELSON B J: The effects of dentifrice systems on oral malodor. *J Clin Dent* 9: 76–82 (1998)
- CARLSON-MANN L: The use of tongue cleaners in the treatment of halitosis. *Probe* 32: 114–115 (1998)
- CHRISTENSEN G J: Why clean your tongue? *J Am Dent Assoc* 129: 1605–1607 (1998)
- CLARK G T, NACHNANI S, MESSADI D V: Detecting and treating oral and nonoral malodors. *J Calif Dent Assoc* 25: 133–144 (1997)
- DE BOEVER E H, LOESCHE W J: Assessing the contribution of anaerobic microflora of the tongue to oral malodor. *J Am Dent Assoc* 126: 1384–1393 (1995)
- DE BOEVER E H, LOESCHE W J: The tongue microbiota and tongue surface characteristics contribute to oral malodour. In: *Bad breath. A multidisciplinary approach*. Hrsg.: Van Steenberghe D, Rosenberg M. Ramot Leuven, 111–123 (1996)
- DELANGHE G, GHYSELEN J, FEENSTRA L, VAN STEENBERGHE D: Experiences of a Belgian Multidisciplinary Breath Odour Clinic. In: *Bad breath. A multidisciplinary approach*. Hrsg.: Van Steenberghe D, Rosenberg M. Ramot Leuven, 199–209 (1996)
- DELANGHE G, GHYSELEN J, VAN STEENBERGHE D, FEENSTRA L: Multidisciplinary breath-odour clinic. *Lancet* 350: 187 (1997)
- EI-MAAYTAH M A, HARTLEY M G, GREENMAN J, PORTER S R, SCULLY C M: Relationship of the salivary incubation test with oral malodour levels. In: *Bad breath. A multidisciplinary approach*. Hrsg.: Van Steenberghe D, Rosenberg M. Ramot Leuven, 199–209 (1996)
- FILIPPI A, MEYER J: Halitosis – Ursachen, Diagnose, Therapie. *Schweiz Med Forum* 4: 585–589 (2004)
- FINE D H: Chemical agents to prevent and regulate plaque development. *Periodontol* 2000 8: 87–107 (1995)
- FLOTRA L, GJERMO P, ROLLA G, WAERHAUG J: Side effects of chlorhexidine mouth washes. *Scand J Dent Res* 79: 119–125 (1971)
- FRASCELLA J, GILBERT R, FERNANDEZ P: Odor reduction potential of a chlorine dioxide mouthrinse. *J Clin Dent* 9: 39–42 (1998)
- FRASCELLA J, GILBERT R D, FERNANDEZ P, HENDLER J: Efficacy of a chlorine dioxide-containing mouthrinse in oral malodor. *Compend Contin Educ Dent* 21: 241–244 (2000)
- FURNE J, MAJERUS G, LENTON P, SPRINGFIELD J, LEVITT D G, LEVITT M D: Comparison of volatile sulfur compound concentrations measured with a sulfide detector vs. gas chromatography. *J Dent Res* 81: 140–143 (2002)
- GAGARI E, KABANI S: Adverse effects of mouthwash use. A review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 80: 432–439 (1995)
- GERLACH R W, HYDE J D, POORE C L, STEVENS D P, WITT J J: Breath effects of three marketed dentifrices: a comparative study evaluating single and cumulative use. *J Clin Dent* 9: 83–88 (1998)
- GILMORE E L, BHASKAR S N: Effect of tongue brushing on bacteria and plaque formed in vitro. *J Periodontol* 43: 418–422 (1972)
- GILMORE E L, GROSS A, WHITLEY R: Effect of tongue brushing on plaque bacteria. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 36: 201–204 (1973)
- GREENMAN J, DUFFIELD J, SPENCER P, ROSENBERG M, CORRY D, SAAD S, LENTON P, MAJERUS G, NACHNANI S, EL-MAAYTAH M: Study on the organoleptic intensity scale for measuring oral malodor. *J Dent Res* 83: 81–85 (2004)
- GREENSTEIN R B, GOLDBERG S, MARKU-COHEN S, STERER N, ROSENBERG M: Reduction of oral malodor by oxidizing lozenges. *J Periodontol* 68: 1176–1181 (1997)
- GRIGOR J, ROBERTS A J: Reduction in the levels of oral malodor precursors by hydrogen peroxide: in-vitro and in-vivo assessments. *J Clin Dent* 3: 111–115 (1992)
- GROSS A, BARNES G P, LYON T C: Effects of tongue brushing on tongue coating and dental plaque scores. *J Dent Res* 54: 1236 (1975)
- HARTLEY M G, MCKENZIE C, GREENMAN J, EL-MAAYTAH M A: Assessment of impressed toothbrush as a method of sampling tongue microbiota. In: *Bad breath. A multidisciplinary approach*. Hrsg.: Van Steenberghe D, Rosenberg M. Ramot Leuven (1996)
- HELLWIG E: Einführung in die Zahnerhaltungskunde. Urban & Schwarzenberg, München (1995)
- HOSHI K, VAN STEENBERGHE D: The effect of tongue brushing or toothpaste application on oral malodour reduction. In: *Bad breath. A multidisciplinary approach*. Hrsg.: Van Steenberghe D, Rosenberg M, Ramot Leuven, 255–264 (1996)
- HUNTER C M, NILES H P, LENTON P A, MAJERUS G J, VAZQUEZ J, KLOOS C, SUBRAMANYAM R, WILLIAMS M I, CUMMINS D: Breath-odor evaluation by detection of volatile sulfur compounds – correlation with organoleptic odor ratings. *Compend Contin Educ Dent* 24: 25–28 (2003)
- HYDE R J, FELLER R P, SHARON I M: Tongue brushing, dentifrice, and age effects on taste and smell. *J Dent Res* 60: 1730–1734 (1981)
- ILAN O, KOZLOVSKY A, GOLDBERG S, WEISS E I, ROSENBERG M: Development and testing of a combined physical and chemical approach to treating halitosis. In: *Bad breath. A multidisciplinary approach*. Hrsg.: Van Steenberghe D, Rosenberg M. Ramot Leuven (1996)
- JECKE U: Klinische Studie zur Beurteilung oraler Risikoparameter für Halitosis. *Med. Diss. München* (2002)
- JONES C G: Chlorhexidine: is it still the gold standard? *Periodontol* 2000 15: 55–62 (1997)

- KAIZU T, TSUNODA M, AOKI H, KIMURA K: Analysis of volatile sulphur compounds in mouth air by gas chromatography. *Bull Tokyo Dent Coll* 19: 43–52 (1978)
- KLEINBERG I, CODIPILLY M: Oxygen depletion by the oral microbiota and its role in oral formation. In: *Bad breath. A multidisciplinary approach*. Hrsg.: Van Steenberghe D, Rosenberg M. Ramot Leuven (1996)
- KOZLOVSKY A, GOLDBERG S, NATOUR I, ROGATKY-GAT A, GELERNTER I, ROSENBERG M: Efficacy of a 2-phase oil water mouthrinse in controlling oral malodor, gingivitis, and plaque. *J Periodontol* 67: 577–582 (1996)
- KUYAKANOND T, QUESNEL L B: The mechanism of action of chlorhexidine. *FEMS Microbiol Lett* 79: 211–215 (1992)
- MAITA E: A simple detector for oral malodour. In: *Bad breath. A multidisciplinary approach*. Hrsg.: Van Steenberghe D, Rosenberg M. Ramot Leuven, 209–217 (1996)
- MANTINI A, DI NATALE C, MACAGNANO A, PAOLESSE R, FINAZZI-AGRO A, D'AMICO A: Biomedical application of an electronic nose. *Crit Rev Biomed Eng* 28: 481–485 (2000)
- MIYAZAKI H, FUJITA C, KATOHY, TAKEHARA T: Relationship between volatile sulphur compounds and oral conditions in the general Japanese population. In: *Bad breath. A multidisciplinary approach*. Hrsg.: Van Steenberghe D, Rosenberg M. Ramot Leuven, 165–181 (1996)
- NG W, TONZETICH J: Effect of hydrogen sulfide and methyl mercaptan on the permeability of oral mucosa. *J Dent Res* 63: 994–997 (1984)
- NILES H P, GAFFAR A: Advances in mouth odor research. In: *Bad breath. Research perspectives*. Hrsg.: Rosenberg M. Ramot Tel Aviv, 55–69 (1997)
- NILES H P, VAZQUEZ J, RUSTOGI K N, WILLIAMS M, GAFFAR A, PROSKIN H M: The clinical effectiveness of a dentifrice containing triclosan and a copolymer for providing long-term control of breath odor measured chromatographically. *J Clin Dent* 10: 135–138 (1999)
- OGURA T, URADE M, MATSUYA T: Prevention of malodor from intraoral gauze tamponade with the topical use of clindamycin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 74: 58–62 (1992)
- OHO T, YOSHIDA Y, SHIMAZAKI Y, YAMASHITA Y, KOGA T: Characteristics of patients complaining of halitosis and the usefulness of gas chromatography for diagnosing halitosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 91: 531–534 (2001)
- PITTS G, BROGDON C, HU L, MASURAT T, PIANOTTI R, SCHUMANN P: Mechanism of action of an antiseptic, anti-odor mouthwash. *J Dent Res* 62: 738–742 (1983)
- PRINZ H: Offensive breath, its causes and its prevention. *Dent Cosmos* 72: 700–706 (1930)
- QUIRYNEN M, MONGARDINI C, VAN STEENBERGHE D: The effect of a 1-stage full-mouth disinfection on oral malodor and microbial colonization of the tongue in periodontitis. A pilot study. *J Periodontol* 69: 374–382 (1998)
- QUIRYNEN M, ZHAO H, VAN STEENBERGHE D: Review of the treatment strategies for oral malodour. *Clin Oral Invest* 6: 1–10 (2002a)
- QUIRYNEN M, AVONTROODT P, SOERS C, ZHAO H, PAUWELS M, COUCKE W, VAN STEENBERGHE D: The efficacy of amine fluoride/stannous fluoride in the suppression of morning breath odour. *J Clin Periodontol* 29: 944–954 (2002b)
- RALPH A J: Oral hygiene – why neglect the tongue? *Aust Dent J* 33: 224–225 (1988)
- RAVEN S J, MATHESON J R, HUNTINGTON E, TONZETICH J: The efficacy of a combined zinc and triclosan system in the prevention of oral malodour. In: *Bad breath. A multidisciplinary approach*. Hrsg.: Van Steenberghe D, Rosenberg M. Ramot Leuven, 241–254 (1996)
- RICHTER J L: Diagnosis and treatment of halitosis. *Compend Contin Educ Dent* 17: 370–372 (1996)
- RICHTER V J, TONZETICH J: The application of instrumental technique for the evaluation of odoriferous volatiles from saliva and breath. *Arch Oral Biol* 9: 47–53 (1964)
- ROSENBERG M, SEPTON I, ELI I, BAR-NESS R, GELERNTER I, BRENNER S, GABBAY J: Halitosis measurement by an industrial sulphide monitor. *J Periodontol* 62: 487–489 (1991a)
- ROSENBERG M, KULKARNI G V, BOSY A, MCCULLOCH C A: Reproducibility and sensitivity of oral malodor measurements with a portable sulphide monitor. *J Dent Res* 70: 1436–1440 (1991b)
- ROSENBERG M, GELERNTER I, BARKI M, BAR-NESS R: Day-long reduction of oral malodor by a two-phase oil-water mouthrinse as compared to chlorhexidine and placebo rinses. *J Periodontol* 63: 39–43 (1992)
- ROSENBERG M, MCCULLOCH C A: Measurement of oral malodor: current methods and future prospects. *J Periodontol* 63: 776–782 (1992)
- ROSENBERG M: Clinical assessment of bad breath: current concepts. *J Am Dent Assoc* 127: 475–482 (1996)
- ROSENBERG M, LEIB E: Experiences of an Israeli malodor clinic. In: *Bad breath. Research perspectives*. Hrsg.: Rosenberg M. Ramot Tel Aviv, 137–148 (1997)
- ROWLEY E J, SCHUCHMAN L C, TISHK M N, CARLSON H C: Tongue brushing versus tongue scraping. *Clin Prev Dent* 9: 13–16 (1987)
- SCHMIDT N F, TARBET W J: The effect of oral rinses on organoleptic mouth odor ratings and levels of volatile sulfur compounds. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 45: 876–883 (1978)
- SCHMIDT N F, MISSAN S R, TARBET W J: The correlation between organoleptic mouth-odor ratings and levels of volatile sulfur compounds. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 45: 560–567 (1978)
- SEEMANN R: Halitosis – ein multikausales Problem. *Zahnärztl Mitt* 89: 1794–1796 (1999)
- SEEMANN R: Wenn der Atem stinkt. *Zahnärztl Mitt* 90: 502–505 und 644–648 (2000)
- SEEMANN R, PASSEK G, ZIMMER S, ROULET J F: The effect of an oral hygiene program on oral levels of volatile sulfur compounds (VSC). *J Clin Dent* 12: 104–107 (2001)
- SEEMANN R: Halitosis – ein lösbares Problem. *Zahnärztlicher Anzeiger München* 47: 4–7 (2001)
- SHARMA N C, GALUSTIANS H J, QAQUISH J, GALUSTIANS A, RUSTOGI K N, PETRONE M E, CHAKNIS P, GARCIA L, VOLPE A R, PROSKIN H M: The clinical effectiveness of a dentifrice containing triclosan and a copolymer for controlling breath odor measured organoleptically twelve hours after toothbrushing. *J Clin Dent* 10: 131–134 (1999)
- SHIMURA M, WATANABE S, IWAKURA M, OSHIKIRI Y, KUSUMOTO M, IKAWA K, SAKAMOTO S: Correlation between measurements using a new halitosis monitor and organoleptic assessment. *J Periodontol* 68: 1182–1185 (1997)
- SODER B, JOHANSSON B, SODER P O: The relation between foetor ex ore, oral hygiene and periodontal disease. *Swed Dent J* 24: 73–82 (2000)
- SOLIS-GAFFAR M C, NILES H P, RAINIERI W C, KESTENBAUM R C: Instrumental evaluation of mouth odor in a human clinical study. *J Dent Res* 54: 351–357 (1975)
- STASSINAKIS A, HUGO B, HOTZ P: Mundgeruch – Ursache, Diagnose und Therapie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 112: 226–237 (2002)

- SUAREZ F L, FURNE J K, SPRINGFIELD J, LEVITT M D: Morning breath odor: influence of treatments on sulfur gases. *J Dent Res* 79: 1773–1777 (2000)
- SULSER G F, BRENING R H, FOSDICK L S: Some conditions that affect the odor concentration of breath. *J Dent Res* 18: 355–359 (1939)
- TANAKA M, ANGURI H, NONAKA A, KATAOKA K, NAGATA H, KITA J, SHIZUKUISHI S: Clinical assessment of oral malodor by the electronic nose system. *J Dent Res* 4: 317–321 (2004)
- THALER E R, KENNEDY D W, HANSON C W: Medical applications of electronic nose technology: review of current status. *Am J Rhinol* 15: 291–295 (2001)
- TONZETICH J, RICHTER V J: Evaluation of odoriferous components of saliva. *Arch Oral Biol* 9: 39–46 (1964)
- TONZETICH J, KESTENBAUM R C: Odour production by human salivary fractions and plaque. *Arch Oral Biol* 14: 815–827 (1969)
- TONZETICH J: Direct gas chromatographic analysis of sulphur compounds in mouth air in man. *Arch Oral Biol* 16: 587–597 (1971)
- TONZETICH J, NG S K: Reduction of malodor by oral cleansing procedures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 42: 172–181 (1976)
- TONZETICH J: Production and origin of oral malodor: a review of mechanisms and methods of analysis. *J Periodontol* 48: 13–20 (1977)
- TONZETICH J: Oral malodor: an indicator of health status and oral cleanliness. *Int Dent J* 28: 309–319 (1978)
- TONZETICH J, SPOUGE J D: Effect of periodontal therapy on volatile sulphur content of mouth air. *J Dent Res* 58: 175–179 (1979)
- TONZETICH J: Preface. In: *Bad breath. Research perspectives.* Hrsg.: Rosenberg M. Ramot Tel Aviv, XIII–XX (1997)
- TSUNODA M, YAMAD S, YASUDA H: Deodorizing mechanism of epigallocatechin and chewing gum containing tea extracts. In: *Bad breath. A multidisciplinary approach.* Hrsg.: Van Steenberghe D, Rosenberg M. Ramot Leuven, 275–282 (1996)
- VAN STEENBERGHE D, AVONTRROODT P, PEETERS W, PAUWELS M, COUCKE W, LIJNEN A, QUIRYNEN M: Effect of different mouthrinses on morning breath. *J Periodontol* 72: 1183–1191 (2001)
- VASILAKIS G J, PREIS C O: Effects of daily mechanical tongue cleaning of the rat on dental plaque and tongue mucosa. *Clin Prev Dent* 3: 7–10 (1981)
- VOLLMER D: Breath concerns. A clean tongue gives clean breath. The causes and beneficial treatment procedures. *J Colo Dent Assoc* 76: 14–15 (1997)
- WALER S M: The effect of zinc-containing chewing gum on volatile sulfur-containing compounds in the oral cavity. *Acta Odontol Scand* 55: 198–200 (1997)
- YAEGAKI K, SANADA K: Volatile sulfur compounds in mouth air from clinically healthy subjects and patients with periodontal disease. *J Periodontal Res* 27: 233–238 (1992a)
- YAEGAKI K, SANADA K: Biochemical and clinical factors influencing oral malodor in periodontal patients. *J Periodontol* 63: 783–789 (1992b)
- YAEGAKI K: Oral malodor and periodontal disease. In: *Bad breath. Research perspectives.* Hrsg.: Rosenberg M. Ramot Tel Aviv, 87–108 (1997)
- YAEGAKI K, COIL J M: Examination, classification, and treatment of halitosis – clinical perspectives. *J Can Dent Assoc* 66: 257–267 (2000)
- YOUNG A, JONSKI G, ROLLA G, WALER S M: Effects of metal salts on the oral production of volatile sulfur-containing compounds (VSC). *J Clin Periodontol* 28: 776–781 (2001)