

Zusammenfassung

Bösartige Tumoren der Mundhöhle machen häufig ausgedehnte Resektionen zur radikalen Entfernung im Gesunden notwendig. Sofern nicht schon präoperativ vorhanden, treten postoperativ Schluck- und Artikulationsstörungen auf, wobei die Kommunikation ganz erheblich beeinträchtigt sein kann. Neben dem Umfang der erforderlichen Geweberesektionen tragen auch die jeweiligen Rekonstruktionstechniken in unterschiedlicher Weise zu postoperativen funktionellen Beeinträchtigungen bei. Mit der vorliegenden prospektiven intraindividuellen Studie wurde die prä- und postoperative Verständlichkeit von Sprache anhand eines inversen Freiburger Sprachverständnistests (Tonbandaufnahmen von Worten aus dem Freiburger Sprachverständnistest) durch Experten und Laien beurteilt. Es zeigte sich, daß insbesondere bei T3- und T4-Tumoren s-Laute sowie Plosive bereits präoperativ besonders beeinträchtigt waren. Lokale Defektdeckungen beeinträchtigten die Artikulation am geringsten (Wortverständlichkeit der T3- und T4-Tumoren bei Experten/Laien $-5,0 \pm -3,8\%$). Dünndarmtransplantate ($-27,9 \pm -35,1\%$) und myo- oder fasziokutane Transplantate ($-34,2 \pm -48,1\%$) zeigten postoperativ eine viel stärkere Beeinträchtigung der Wortverständlichkeit. Die Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit einer kompetenten phoniatisch-pädaudiologischen Untersuchung der betroffenen Patienten, einer präoperativen Aufklärung über eine mögliche Verschlechterung des Sprechens sowie einer zielgerichteten Sprachübungstherapie.

Schlüsselwörter

Inverser Freiburger Sprachverständnistest – Orofaziale Tumorchirurgie – Dünndarmtransplantat – Myokutane Transplantate – Fasziokutane Transplantate – Sprachverständlichkeit – Artikulation

HNO (1996) 44: 634–639 © Springer-Verlag 1996

Artikulationsfähigkeit und Verständlichkeit der Sprache bei Patienten mit Mundhöhlenkarzinomen

Ein Vergleich prä- und postoperativer Ergebnisse bei verschiedenen Rekonstruktionstechniken*

R. Schönweiler¹, Claudia Altenbernd², R. Schmelzeisen² und M. Ptok¹
¹ Klinik für Phoniatrie und Pädaudiologie (Direktor: Prof. Dr. M. Ptok),
 Medizinische Hochschule Hannover
² Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
 (Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. J.-E. Hausamen),
 Medizinische Hochschule Hannover

Bei bösartigen Tumoren der Mundhöhle treten häufig Schluck- und Artikulationsstörungen auf, die sich nach den meist notwendigen ausgedehnten Resektionen noch verstärken können. Diese Störungen führen zu einer Einschränkung der Lebensqualität und der Kommunikation mit erheblichem Leidensdruck bei Patienten und Angehörigen [4]. Postoperativ wird oft eine Übungstherapie durchgeführt, wobei die Aussichten auf Erfolg wesentlich vom Umfang der durchgeführten Geweberesektionen sowie von der verwendeten Rekonstruktionstechnik abhängen. In dieser prospektiven Studie wurde geprüft, ob sich die in der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie angewendeten Rekonstruktionstechniken bezüglich der postoperativen Artikulation unterscheiden und somit für den Erfolg einer Übungstherapie unterschiedliche Grundvoraussetzungen vorliegen.

Patienten und Methoden

Es wurden Patienten mit Mundhöhlenkarzinomen der ICD-Regionen (International Classification of Diseases) 141 (Zunge), 143 (Unterkiefer) und 144 (Mundboden) im Zeitraum September 1992 bis März 1995 untersucht. Patienten, die anamnestisch vor der Tumorerkrankung unter Sprechstörungen und insbesondere unter Sigmatismus litten, wurden von der Untersuchung ausgeschlossen. Damit war sichergestellt, daß die beobachteten Sprechstörungen nur auf die Tumorerkrankung oder die Operation zurückzuführen waren. Patienten, die innerhalb des Beobachtungszeitraums von 5 Monaten ein Lokalrezidiv oder eine Zweitumorerkrankung erlitten, wurden ebenfalls von der Studie ausgeschlossen. Insgesamt wurden 40 Patienten, 30 Männer und 10 Frauen, in die Studie einbezogen. Die Altersverteilung in den Patientengruppen war ausgewogen (Tabelle 1).

Es handelte sich 7mal um T1-Tumoren, 11mal um T2-Tumoren, 10mal um T3-Tumoren und 12mal um T4-Tumoren. Nach der Resektion des Tumors im Gesunden kamen 3 verschiedene Rekonstruktionsverfahren zur Anwendung: Deckung des Defekts aus umliegender Schleimhaut, Dünndarmtransplantation und myokutane oder fasziokutane Lappen. Die Wahl des Rekonstruktionsverfahrens erfolgte mit Rücksicht auf Tumorgroße, Tumorlokalisation und Allgemeinzustand der Patienten. Weitere Operationen wie z.B. eine Zungenlösung wurden nicht durchgeführt; eine evtl. erforderliche Zungenlösung erfolgte, Rezidivfreiheit vorausgesetzt, typischerweise 1 Jahr nach der operativen Entfernung des Tumors und somit außer-

* Auszugsweise vorgetragen auf der Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie, 6.–8. Oktober 1995 in Berlin

Dr. R. Schönweiler, Klinik für Phoniatrie und Pädaudiologie, Medizinische Hochschule, Konstanty-Gutschow-Straße 8, D-30625 Hannover

Articulation skills and speech intelligibility in patients with orofacial cancer: a comparison between pre- and postoperative results using three different reconstructive techniques

R. Schönweiler, C. Altenbernd, R. Schmelzeisen and M. Ptok

Summary

Radical orofacial tumor resections often result in speech and swallowing dysfunctions. Thus, both communication ability and life quality can be markedly impaired in patients. Dysfunction is mostly related to the amount of tissue removed and the reconstruction technique used. In this prospective study, pre- and postoperative speech intelligibility following reconstruction with either local grafts, free jejunal flaps or myocutaneous/fasciocutaneous flaps was examined by subjective assessment of monosyllables chosen from the Freiburg audiometry test ("reverse speech intelligibility test"). It was shown that linguodental affricates and dorsofaucal plosives were especially affected, even preoperatively, in patients with T3 and T4 tumors, while additional deterioration of speech function occurred postoperatively. When comparing reconstruction techniques, use of local grafts showed less postoperative deterioration in the patients with T3

and T4 tumors (expert rating/student rating $-5.0\% \pm -3.8\%$), whereas impairment was much more evident when jejunal flaps (expert rating/student rating $-27.9\% \pm -35.1\%$) and myocutaneous and fasciocutaneous flaps (expert rating/student rating $-34.2\% \pm -48.1\%$) were used. Results demonstrated that patients should be informed about negative side effects following radical tumor resections and reconstructions of large tissue defects. Surgery should avoid marked motor and sensory nerve lesions whenever possible. Before speech therapy is begun, speech function should be examined carefully. Speech intelligibility should also be documented, e.g. with audio tapes, for quality assessment.

Key words

Reverse speech intelligibility test – Orofacial surgery – Tumor resection – Local graft reconstruction – Free jejunal flaps – Articulation skills – Speech intelligibility

T4-Tumoren durchgeführt. Bei posterioren und medianen Tumorlokalisationen und bei Tumorbefall der seitlichen Pharynxwand wurden Dünndarmtransplantate bevorzugt, bei seitlichen Tumoren, die auf die Mundhöhle begrenzt waren, myokutane oder fasziokutane Transplantate (Tabelle 2). Wenn eine Unterkieferresection erforderlich war, wurden primär AO-Rekonstruktionsplatten (Rekonstruktionsplatten der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) implantiert.

Bei einem Patienten, der eine Dünndarmtransplantation erhielt, erfolgte eine präoperative Bestrahlung. Bei 5 Patienten mit T3- oder T4-Tumoren wurde eine kombinierte präoperative Radiochemotherapie durchgeführt (Strahlendosis 36 Gy, Chemotherapie unter Verwendung von Cisplatin); von diesen Patienten erfolgte bei einem die Deckung des Defekts mit Gewebe aus der Umgebung und bei 4 Patienten eine Dünndarmtransplantation. Postoperative Bestrahlungen wurden nicht durchgeführt.

Die Patienten wurden wenige Tage vor und 5 Monate nach der Operation bezüglich der Artikulation bzw. Sprachverständlichkeit mit einem inversen Freiburger Sprachverständnistest untersucht. Dazu haben die Patienten jeweils Einsilbergruppen aus dem Freiburger Sprachverständnistest auf Tonband gesprochen. Es wurden die Wortgruppen 2, 4, 6, 7, 10, 11, 16, 17 und 18 ausgewählt, da diese besonders viele der als kritisch angesehenen Plosive und s-Laute enthalten. Dieses Vorgehen hat sich in einer Untersuchung von Michiwaki et al. [6] bewährt. Die Tonbandaufnahmen wurden durch 2 Experten und 160 Laien hinsichtlich der Wort- und Lautverständlichkeit mit einer 5-Punkte-Skala (Tabelle 3) subjektiv beurteilt und Prozenträngen zugeordnet. Bei den Experten handelte es sich um 2 Phoniater und Pädaudiologen, die alle angefertigten Tonbandaufnahmen beurteilten. Bei den Laien handelte es sich um 160 Studenten zwischen 20 und 30 Jahren, wobei jeweils 2 Laien die randomisiert zugeteilten Aufnahmen eines Patienten beurteilten.

Es wurde die prozentuale Differenz zwischen der präoperativen und postoperativen Verständlichkeit sowie deren Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Negative Mittelwerte zeigen eine Verschlechterung der Verständlichkeit an.

Ergebnisse

Bei allen Patienten und allen Operationsmethoden kam es postoperativ zu einer Verschlechterung, in keinem Fall zu einer Verbesserung der Artikulation (Abb. 1, 2). Insbesondere bei der Laienbeurteilung fallen generell sehr große Standardabweichungen auf. Sie betragen z.B. bezüglich

Tabelle 1. Häufigkeit der angewendeten Rekonstruktionsmethode und Altersverteilung der untersuchten Patienten

Operationsmethode	n		Alter [Jahre] (Mittelwert)	Alter [Jahre] (Spannweite)
	Männer	Frauen		
Lokale Defektdeckung	18	5	57,0	38–88
Dünndarmtransplantate	7	4	54,8	49–60
Myokutane/fasziokutane Transplantate	5	1	60,7	51–75

halb des Beobachtungszeitraums dieser Studie.

Eine Deckung des Defekts aus umliegender Schleimhaut wurde bevorzugt bei Patienten mit T1- und T2-Tumoren vorgenommen. Seitlich lokalisierte Tumoren waren dabei am häufigsten vertreten. Außerdem wurde eine Deckung des Defekts aus umliegender

Schleimhaut auch bei Patienten mit T3- und T4-Tumoren und reduziertem Allgemeinzustand vorgenommen. Eine wesentliche Voraussetzung dafür war ein ausreichendes intraorales Weichteilangebot (Tabelle 2).

Dünndarmtransplantationen wurden ausschließlich, myokutane oder fasziokutane Transplantationen überwiegend bei T3- und

Tabelle 2. Auswahl des Rekonstruktionsverfahrens in Abhängigkeit von Tumorgröße und Tumorlokalisation

	Lokale Deckung	Dünndarmtransplantate	Myokutane/fasziokutane Transplantate
<i>Tumorgröße (n=40):</i>			
• T1- und T2-Tumoren	16	0	2
• T3- und T4-Tumoren	7	11	4
<i>Tumorlokalisation sagittal (n=40):</i>			
• Anterior	11	1	1
• Posterior	6	7	1
• Anterior oder posterior	6	3	4
<i>Tumorlokalisation transversal (n=40):</i>			
• Seitlich rechts oder links	16	7	6
• Median	7	4	0

Tabelle 3. 5-Punkte-Skala zur Bewertung der Artikulation bzw. Sprachverständlichkeit der Patienten für die Laien- und Expertenbeurteilung

Skala	Zugewiesener Prozentrang	Bedeutung
1	100	Verständlichkeit nicht eingeschränkt
2	75	Verständlichkeit leicht eingeschränkt
3	50	Verständlichkeit deutlich eingeschränkt
4	25	Kaum verständliche Sprache
5	0	Völlig unverständliche Sprache

der Wortverständlichkeit bei lokaler Defektdeckung und T1- und T2-Tumoren 24% (Abb. 2a). Angesichts dieser großen Standardabweichungen sind Unterschiede in den Lautgruppen lediglich tendenziell zu bewerten.

Bei Patienten mit T1- und T2-Tumoren war die Sprachverständlichkeit präoperativ kaum gestört. Postoperativ kam es mit lokaler Deckung, durch Experten beurteilt (Abb. 1a), zu einer schlechteren Verständlichkeit besonders linguodentaler Laute (/t/, /d/), s-Laute und dorsofaukale Laute (/k/, /g/).

Bei T3- und T4-Tumoren war die Sprachverständlichkeit bereits präoperativ stark beeinträchtigt. Postoperativ war, durch Experten beurteilt (Abb. 1b), mit lokaler Deckung keine wesentliche weitere Verschlechterung festzustellen.

Bei Patienten mit T3- und T4-Tumoren und Dünndarmtransplantaten (Abb. 1c) und myokutanen bzw. fasziokutanen Transplantaten (Abb. 1d) kam es postoperativ zu einer weiteren

Verschlechterung der Sprachverständlichkeit. Es waren überwiegend die linguodentale Laute (/t/, /d/) und s-Laute betroffen, besonders aber dann, wenn das Transplantat am Artikulationsort lokalisiert war.

Die Verständlichkeit der Vokale /i/ und /a/ wurde von den Experten bei allen verwendeten Rekonstruktionstechniken als kaum beeinträchtigt empfunden; die Standardabweichungen waren geringer als bei den Konsonanten. Bei T3- und T4-Tumoren schien die postoperative Wortverständlichkeit bei lokaler Deckung am wenigsten (Abb. 1b), bei freien Transplantaten (Abb. 1c, d) stärker gestört.

Laien beurteilten die postoperative Verständlichkeit tendenziell als stärker beeinträchtigt als Experten, besonders deutlich bei den Transplantatetechniken (Abb. 2). Bei lokalen Deckungen (Abb. 2a, b) verschlechterten sich besonders die s-Laute und dorsofaukale Laute (/k/, /g/). Bei freien Transplantaten (Abb. 2c, d) verschlechterten sich zusätzlich labio-

dentale Laute. Die Verschlechterung der Verständlichkeit war bei myokutanen und fasziokutanen Transplantaten tendenziell stärker als bei Dünndarmtransplantaten. Es war auffällig, daß postoperativ bei allen Rekonstruktionstechniken die Vokale /i/ und /a/ als deutlich schlechter verständlich empfunden wurden als durch die Experten.

Diskussion

Die Häufigkeiten bösartiger Tumoren der Mundhöhle haben seit 1970 zugenommen [7]. Von dieser Zunahme betroffen sind die ICD-Regionen 144 (Mundboden, Anstieg um das Zehnfache) und 145 (nicht näher bezeichnete Teile des Mundes, Anstieg um das Dreifache). In der vorgestellten prospektiven Studie wurden die Auswirkungen der bei diesen Tumoren angewendeten Operationstechniken auf die Artikulation mit einem inversen Freiburger Sprachtest untersucht. Dieses Verfahren wurde bereits in einer Untersuchung von Michiwaki et al. [6] erfolgreich angewandt. Es ermöglicht eine routinemäßige Beurteilung der Sprachverständlichkeit sowie einen Vergleich der Ergebnisse aus verschiedenen Studien.

Bei Patienten mit Mundhöhlenkarzinomen traten postoperativ stets Verschlechterungen der Artikulation auf [2, 10]. Dies war auch in der vorliegenden Studie der Fall. Besonders betroffen schienen linguodentale Verschlusslaute und s-Laute, aber auch dorsofaukale Plosive. Die Ursache dafür kann in einer fehlenden anterioren Fixation [5] oder in einer nicht ausreichenden sensiblen und motorischen Innervation der Zunge zu finden sein [8, 9].

Die Verständlichkeit der Vokale /i/ und /a/ war in der Expertenbeurteilung der vorliegenden Untersuchung wenig, in der Laienbeurteilung stärker eingeschränkt. Frank [3] wies in einem Fallbericht bei einem Patienten mit Zungentumor nach, daß trotz wenig beeinträchtigter postoperativer Verständlichkeit des Vokals /i/ im Schallspektrum deutliche Unterschiede gegenüber dem präoperativen Befund bestanden. Ptok et al. [10] konnten ebenfalls schallspektrogra-

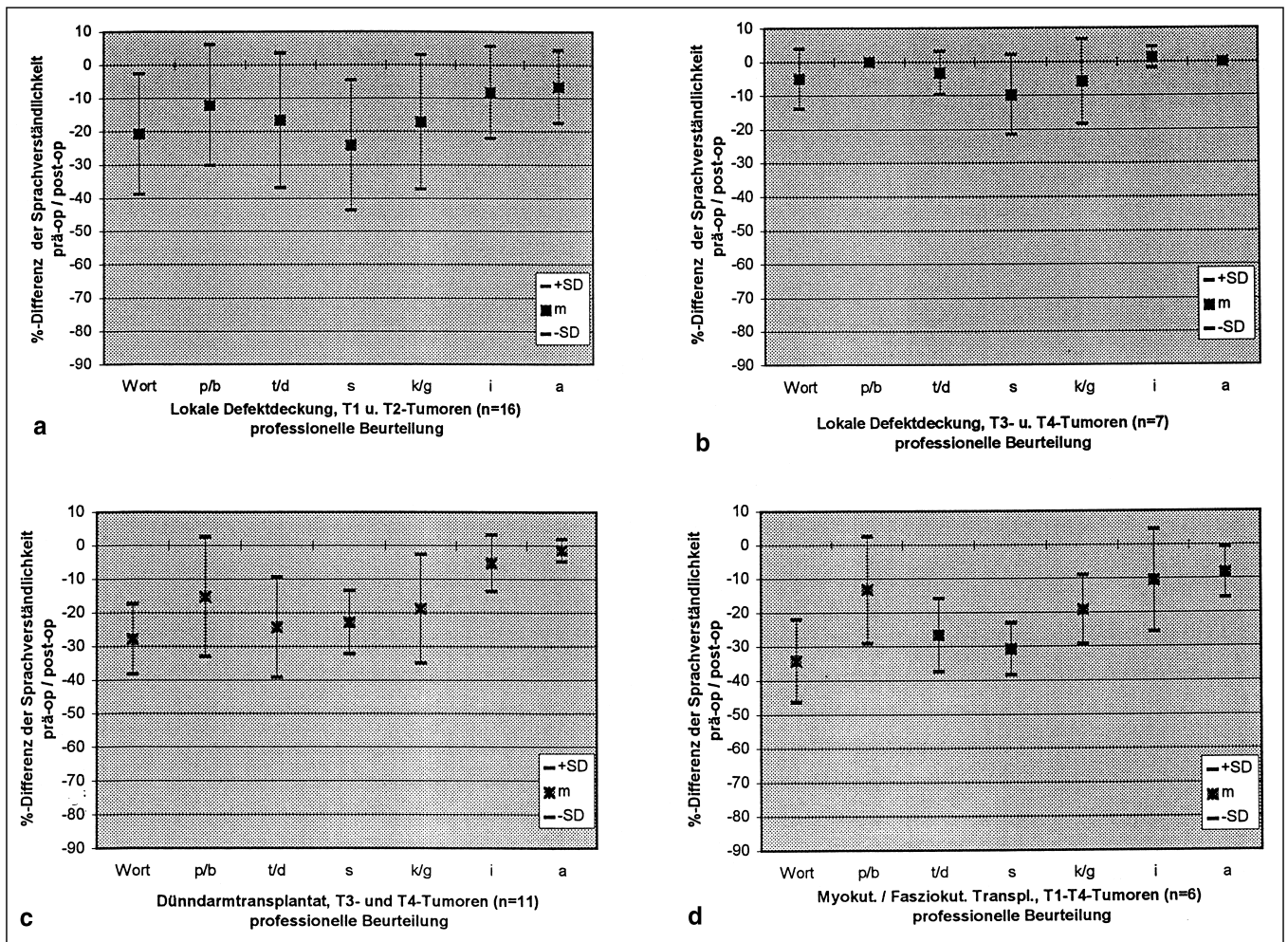


Abb. 1 a–d. Prozentuale Differenz zwischen prä- und postoperativer Sprachverständlichkeit, Mittelwerte und empirische Standardabweichungen der Wort- und Lautgruppen, professionelle Beurteilung. **a** T1- und T2-Tumoren, lokale Deckung mit Gewebe aus der Umgebung; **b** T3- und T4-Tumoren, lokale Deckung mit Gewebe aus der Umgebung; **c** T3- und T4-Tumoren, Dünndarmtransplantate; **d** T1- bis T4-Tumoren, myokutane oder fasziokutane Transplantate. Beachte, daß die negativen Prozentwerte eine Verschlechterung der Verständlichkeit bedeuten

phisch postoperative Veränderungen besonders der Vokale /e/ und /i/ nachweisen, obwohl die Verständlichkeit dieser Vokale subjektiv kaum beeinträchtigt war.

Die starken postoperativen Verschlechterungen der Sprachverständlichkeit bei T1- und T2-Tumoren mit lokaler Defektdeckung erklären sich durch die präoperativ kaum gestörte Artikulation. In diesen Fällen führt die radikale Tumoresektion zu einer deutlichen Verschlechterung der postoperativen Sprachverständlichkeit.

Im Vergleich der T3- und T4-Tumoren schien die postoperative Laut- und Wortverständlichkeit bei lokaler

Deckung mit Gewebe aus der Umgebung deutlich weniger beeinträchtigt als mit z.B. aufwendigen Transplantatetechniken. Es müssen allerdings die unterschiedlichen Tumorlokalisationen, die zur Indikation führten, berücksichtigt werden. Mann [5] stellte in einer Untersuchung an Patienten mit Zungentumoren ebenfalls fest, daß mit aufwendigen myokutanen und fasziokutanen Transplantaten nicht notwendigerweise die günstigeren funktionellen Ergebnisse erzielt werden.

Die Verständlichkeit sprachlicher Äußerungen operierter Patienten ist auch stark vom Kontext abhängig.

Bosman et al. [1] fanden bei Patienten mit Mundhöhlenkarzinomen eine schlechtere Verständlichkeit, wenn statt mit sinnvollen Sätzen mit sinnlosen Sätzen geprüft wurde oder wenn statt einer Videoaufnahme (Ton und Bild vom Patienten) eine Tonbandaufnahme beurteilt wurde. In der vorliegenden Studie wurden ausschließlich Tonbandaufnahmen mit kontextlosem Sprachmaterial geprüft. Deshalb kann die Kommunikationsfähigkeit in einer Situation mit Blickkontakt zum Gesprächspartner durchaus besser sein, als es die starke Abnahme der Wortverständlichkeit besonders bei der Laienbeurteilung (postoperativ –48%, Abb. 2 d) zunächst annehmen läßt.

Laien beurteilten die Verständlichkeit tendenziell ungünstiger und mit größeren Standardabweichungen als Experten. Die Ursache liegt möglicherweise darin, daß nicht alle Laien die Sprachaufnahmen sämtlicher Pa-

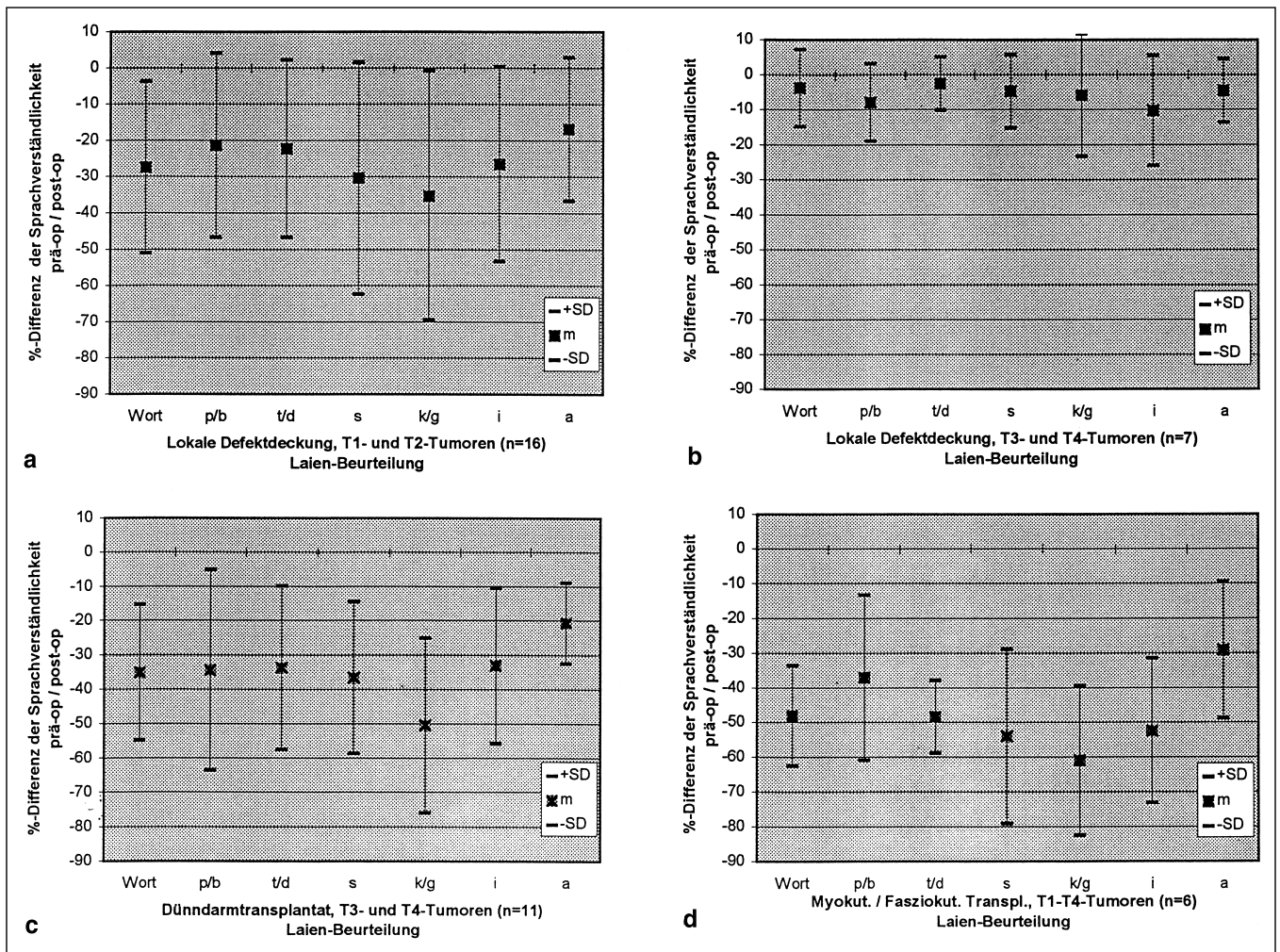


Abb. 2 a–d. Prozentuale Differenz zwischen prä- und postoperativer Sprachverständlichkeit, Mittelwerte und empirische Standardabweichungen der Wort- und Lautgruppe, Beurteilung durch Laien. **a** T1- und T2-Tumoren, lokale Deckung mit Gewebe aus der Umgebung; **b** T3- und T4-Tumoren, lokale Deckung mit Gewebe aus der Umgebung; **c** T3- und T4-Tumoren, Dünndarmtransplantate; **d** T1- bis T4-Tumoren, myokutane oder fasziokutane Transplantate. Beachte, daß die negativen Prozentwerte eine Verschlechterung der Verständlichkeit bedeuten

tienten beurteilt haben. Andererseits kann die günstigere und weniger streuende Beurteilung durch Experten darauf hinweisen, daß eine gewisse Schulung des Gehörs und der Umgang mit operierten Patienten zu einer günstigeren Beurteilung der Verständlichkeit führt. Es erscheint auch möglich, daß durch wiederholtes Hören desselben Sprachmaterials eine Erwartungshaltung des Untersuchers das Ergebnis der Beurteilung beeinflußt hat.

Die Ergebnisse der Studie wie auch die bisher publizierten Studien unterstreichen die Notwendigkeit, chirurgische Defektdeckungstechniken im Hinblick auf die Beeinträchtigung der Artikulation systematisch und strukturiert zu untersuchen. Empfehlenswert sind Tonbandaufnahmen mit standardisiertem Sprachmaterial. Es sollte darauf geachtet werden, daß die Tonbandaufnahmen in technisch guter Qualität erfolgen (z.B. DAT-Rekorder, Kondensatormikrofon, Vermeiden von Störgeräuschen). Besonders bei Patienten mit T1- und T2-Tumoren und geringen präoperativen Sprechstörungen sowie auch bei Pa-

tienten, bei denen freie Transplantate geplant sind, ist es notwendig, bereits präoperativ über die zu erwartenden postoperativen Funktionsstörungen aufzuklären.

Vor dem Hintergrund der überragenden Bedeutung gesprochener Sprache für die Kommunikationsfähigkeit der Karzinompatienten steht der Chirurg vor der Aufgabe, nicht nur den Tumor im Gesunden zu entfernen und den Gewebsdefekt aufzufüllen, sondern auch die Funktion wichtiger motorischer und sensibler Nerven zu schonen. Generell sollten Patienten, die sich einer solchen Operation unterziehen müssen, auch von einem Phoniater und Pädaudiologen mitbetreut werden, damit umgehend nach der Operation mit einer gezielten Sprachübungstherapie begonnen werden kann.

Literatur

1. Bosman LJ, Fabert JM, Pruyn JF et al. (1991) Judging speech communication effectiveness in oral cancer patients. *J Commun Disord* 24: 40–50
2. Bremerich A, Gellrich NC, Radtke J, Eufinger H (1994) The role of pectoralis major musculocutaneous flaps for reconstructing defects following oral cancer resection. In: Varma AK (ed) *Oral oncology*, vol 3. Proceedings of the 3rd ICOOC, Madras, India, pp 524–527
3. Frank F (1972) Sonographische Objektivierung des Einflusses einer durch Unfall und einer durch Operation veränderten Zunge auf die Sprache. *Monatsschr Ohrenheilkd* 106: 227–236
4. Gellrich NC, Bremerich A, Krüskemper G, Kugler J, Hallner D, Machtens E (1994) Life quality in patients with oral cancer – a patient's questionnaire. In: Varma AK (ed) *Oral oncology*, vol 3. Proceedings 3rd ICOOC, Madras, India, pp 524–527
5. Mann W (1985) Postoperative funktionelle Ergebnisse bei Tumoren der Mundhöhle und des Oropharynx. *HNO* 33: 138–143
6. Michiwaki Y, Schmelzeisen R, Hacki T, Michi K (1993) Artikulationsfähigkeit nach mikrovaskulären Dünndarmtransplantaten zur Schleimhautrekonstruktion nach Tumorresektionen im Bereich der Mundhöhle. *Sprache Stimme Gehör* 17: 27–30
7. Neumann G (1988) Bösartige Neubildungen von Lippe, Mundhöhle, Rachen, Nase, Ohr und Kehlkopf. Eine deskriptiv-epidemiologische Studie. *HNO* 36: 345–354
8. Pauloski BR, Logemann JA, Rademaker AW et al. (1993) Speech and swallowing function after anterior tongue and floor of mouth resection with distal flap reconstruction. *J Speech Hear Res* 36: 267–276
9. Pauloski BR, Logemann JA, Rademaker AW et al. (1994) Speech and swallowing function after oral and oropharyngeal resections: one-year follow-up. *Head Neck* 16: 313–322
10. Ptok M, Ptok A, Ehrenfeld M, Mast G, Schmid E, Arold R (1992) Frequenzanalytische Untersuchungen der Sprachschallsignale bei Patienten mit Zungen-(teil-)resektionen. *Sprache Stimme Gehör* 16: 161–167

Eingegangen am 22. April 1996

Angenommen am 3. Juni 1996