

Sprachproduktionstheorien (5)

Perturbationsexperimente

Ergänzung der unter “Afferente Information”
(Sprachproduktionstheorien (4)) diskutierten
Perturbationsexperimente

Schwerpunkt hier auf
Bite-block experiments
und den Begriff
motor equivalence

Bite-block-Experimente

Sehr einfache Durchführung: z.B. 20mm Holzdübel zwischen den Schneidezähnen geklemmt

Typische frühe Experimente (z.B. Lindblom et al., 1979):

Proband spricht isolierte Vokale: /i: i: i:/.

Ändern sich die Formanten von /i/, wenn der Proband mit dieser ungewöhnlich großen Kieferöffnung sprechen muss?

Frappierend bei den ersten Untersuchungen:

Kompensation praktisch perfekt, bereits bei der ersten Stimmtoneperiode des ersten Vokals

d.h. kein auditorisches Feedback erforderlich!

Weitere Untersuchungen zeigten, dass die Kompensation anfangs oft nicht ganz vollständig, aber trotzdem immer sehr ausgeprägt ist (Fowler & Turvey, 1980; McFarland & Baum, 1995).

McFarland & Baum verglichen auch Vokale und Konsonanten (v.a. Frikative). In beiden Fällen unvollständige Kompensation am Anfang, aber Vokale zeigten eine deutlichere Verbesserung als Konsonanten über die ersten 15 Minuten.

Vokale: Auditorisches Feedback vielleicht erforderlich, um auf 100%-Kompensation zu kommen

Konsonanten: Anpassung insgesamt schwieriger, vielleicht wegen oft komplizierterer Zungenform

Was passiert artikulatorisch bei der Kompensation?

Hinweise aus bite-block-Experiment mit Röntgenaufnahmen von Gay et al. (1981)

Kompensation durch Übertreibung der normalen artikulatorischen Bewegung des kompensierenden Organs.

Zunge bildet ein "super-[i]", um die tiefe Position des Kiefers zu kompensieren.

articulation of [i], with and without bite-block

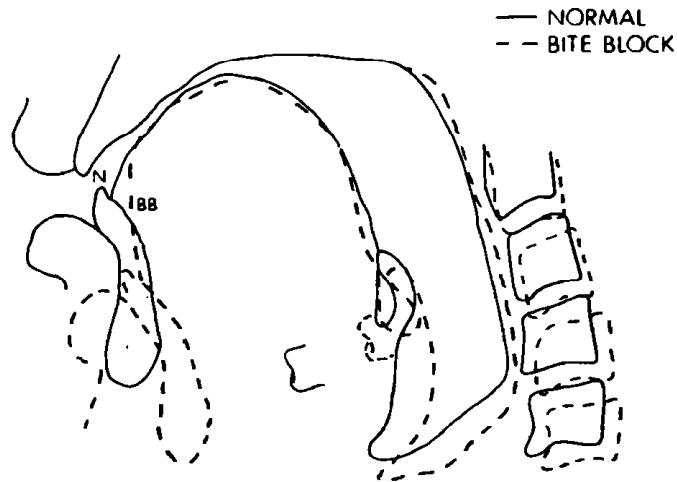


FIG. 1. Vocal-tract shapes for normal and bite-block productions of the vowel [i] derived from a maxillary coordinate system, speaker OM.

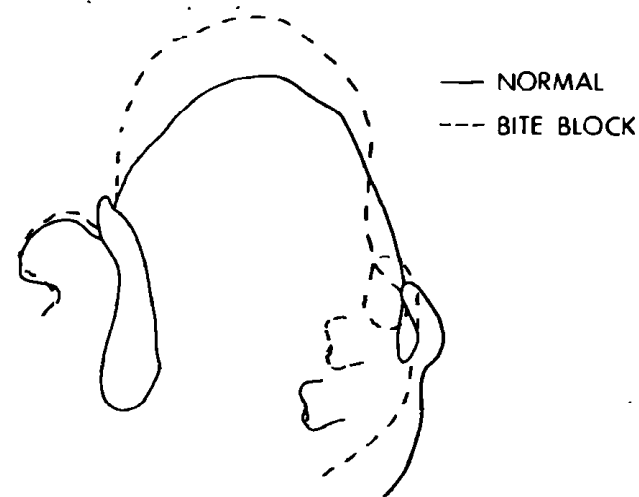


FIG. 2. Tongue shape for the same production of [i] (Fig. 1), using the mandible as reference.

Motorische Äquivalenz: Unterschiedliche Wege, um funktional gleiches Ergebnis zu erreichen

Alle Sprachproduktionstheorien gehen davon aus, dass motorische Äquivalenz ein grundlegendes Element der menschlichen Sprechfähigkeit darstellt.

Sie unterscheiden sich darin, wie “das gleiche Ergebnis” definiert wird.

- Gesten-orientiert: Kiefer und Zunge bilden eine “coordinative structure”, um die gewünschte **Vokaltraktverengung** (palatal) für [i] zu bilden
- auditorisch-orientiert: Sprecher lernen die möglichen Bewegungen von Kiefer und Zunge, die zur gewünschten **akustischen Zielregion** von F1 und F2 für [i] führen.

Kompensation bei bite-block-[i] mit beiden Ansätzen vereinbar.

tradeoffs bei Am.Eng. /r/ leichter mit dem auditorischen Einsatz vereinbar (komplett unterschiedliche Artikulationen mit ähnlichen akustischen Merkmalen)

Ist somatosensorisches Feedback für bite-block-Kompensation erforderlich?

Ergebnisse von Fowler & Turvey zeigen, dass sehr erfolgreiche Kompensation ohne ausgeprägte somatosensorische Probierphase möglich ist.

(Lautloses "Rumprobieren" vor dem Sprechen wurde durch eine Reaktionszeitbedingung unterbunden.)

Darüberhinaus ist die Datenlage unklar.

Einerseits

Kelso & Tuller (1983):

Perfekte Kompensation (bei Vokalartikulation) trotz
Oberflächenanästhesie der Zunge, Betäubung der sensorischen
Nervenbahnen, und weißem Rauschen über Kopfhörer

Gomi et al. (2002) zeigen, wie Kompensation bei anatomisch gekoppelten Organen rein mechanisch, ohne Feedback, prinzipiell denkbar ist (Ober/Unterlippe und Kiefer bei bilabialem Verschluss).

Aber Übertragbarkeit dieser Ideen auf Koordination von Zunge und Kiefer für die Vokalartikulation unklar.

Andererseits

Hoole (1987), und Demo:

Keine gute Kompensation wenn auditorische und somatosensorische Afferenzen beide fehlen.

Biteblock speech for normal subject under oral anaesthesia

normal	i	u	a
bite-block	i	u	a
white noise	i	u	a
bite-block and white noise	i	u	a

Literatur

- Lindblom, B., Lubker, J., and Gay, T. (1979). "Formant frequencies of some fixed-mandible vowels and a model of speech motor programming by predictive simulation", *J. Phonetics* 7, 147-161.
- Gay, T., Lindblom, B., and Lubker, J. (1981). "Production of bite-block vowels: Acoustic equivalence by selective compensation", *J. Acoust. Soc. Am.* 69, 802-810.
- Fowler, C A; Turvey, M T (1980). "Immediate compensation in bite-block speech", *Phonetica*, 37(5-6), 306-326
- Gomi, H.; Honda, M.; Ito, T.; Murano, E. (2002). "Compensatory articulation during bilabial fricative production by regulating muscle stiffness", *J. of Phonetics*, 30(3), 261-279
- Kelso, J. A., Tuller, B. (1983). "Compensatory articulation" under conditions of reduced afferent information: a dynamic formulation", *J. of Speech and Hearing Research* 26, 217-224
- Hoole, P. (1987). "Bite-block speech in the absence of oral sensibility", *Proceedings of the XIth ICPHS, Aug. 1-7, 1987, Tallinn, Estonia*

McFarland, D. H.; Baum, S. R. (1995). "Incomplete compensation to articulatory perturbation", J. Acoust. Soc. Am, 97, 1865 - 1874