

L'ANALISI PALATOGRÀFICA

DANIEL RECASENS

Universitat Autònoma de Barcelona

1. INTRODUCCIO.

La palatografia permet de detectar el contacte linguopalatal durant l'emissió d'una seqüència fònica. Mentre que la palatografia indirecta i la palatografia directa fan possible l'obtenció d'una única impressió de contacte linguopalatal per a fets articuladoris successius, la palatografia dinàmica o electropalatografia permet de detectar canvis de configuració linguopalatal en el temps. En aquest article comparo els tres mètodes. Faig referència especial als estudis de fonètica experimental portats a terme amb utilització de l'electropalatografia. Per a una exposició més exhaustiva dels mètodes d'anàlisi palatogràfica, vegeu Marchal (1988a).

2. PALATOGRÀFIA INDIRECTA I PALATOGRÀFIA DIRECTA.

2.1. Metodologia.

2.1.1. Palatografia indirecta.

El contacte linguopalatal és efectuat sobre un paladar artificial impregnat d'alguna substància adhesiva. La llengua remou la substància de la zona de contacte. La impressió linguopalatal pot ésser fotografiada o bé reproduïda manualment.

Aquest mètode ha estat utilitzat per a l'anàlisi d'articulacions de llengües diverses al laboratori i en treballs de camp. Un bon resum es deu a Moses (1940). Fou portat a la pràctica extensivament per Rousselot i els seus deixebles (Rousselot, 1924-1925 ; vegeu també, *Revue de Phonétique*), entre els quals figura Barnils que va aplicar la palatografia indirecta a l'anàlisi d'articulacions del català (Barnils, 1933). També cal esmentar les dades adduïdes per Badia (1986) en un article publicat en aquesta mateixa revista.

2.1.2. Palatografia directa.

Les dents superiors i el paladar del parlant són impregnats d'una substància negrosa. La substància és remoguda de la zona de contacte lingual. La impressió linguopalatal és fotografiada per a l'anàlisi posterior.

En treballs de laboratori, aquest mètode ha estat utilitzat a Edimburg (Abercrombie, 1957; Brown, 1977; Ladefoged, 1957; vegeu també els *Work in Progress* del Departament de Lingüística d'aquella universitat) i a Uppsala (Witting, 1953). En treballs de camp l'ha fet servir Ladefoged (Ladefoged, 1964).

2.2. Inconvenients.

Ambdós mètodes són barats i d'utilització poc complicada. Presenten, però, molts inconvenients. En faig un resum a continuació.

La palatografia indirecta presenta els inconvenients següents:

(a) El paladar artificial ha de registrar les mateixes dimensions que el paladar del parlant. Per aquest motiu, els estudis de palatografia indirecta reporten dades relatives a un nombre petit d'informants. Una excepció notable és el treball de Kaiser (1939-1942).

(b) Introdueix dificultats articulatòries en la pronúncia del parlant.

(c) No permet d'estudiar el contacte dental ni tampoc el contacte a la regió velar.

(d) La substància no és sempre remoguda quan es produeix contacte lingual.

Els dos mètodes presos conjuntament presenten els inconvenients següents:

(e) No permeten d'analitzar els canvis successius de configuració linguopalatal durant l'emissió de la seqüència fònica. En conseqüència, la dimensió temporal resta completament exclosa de les dades palatogràfiques.

(f) El corpus d'anàlisi inclou necessàriament seqüències curtes amb articulacions de característiques linguopalatals ben diferents. Posem per cas que hom vulgui analitzar les seqüències [aka] i [iki]. L'analista pot estar ben segur que la zona de contacte postpalatal i velar observada al palatograma de la seqüència [aka] correspon al període d'oclusió per tal com la vocal [a] és articulada amb poc o sense contacte linguopalatal. En el cas de la seqüència [iki], però, no és possible assignar la zona de contacte mediopalatal i postpalatal al període d'oclusió o al període vocàlic per tal com la realització de la consonant velar amb vocal anterior i la realització de la vocal alta anterior presenten configuracions linguopalatals similars.

(g) El procés d'interpretació de les dades palatogràfiques presenta dificultats. És problemàtica l'aplicació d'un criteri d'interpretació de zones de contacte en termes articulatoris. Aquest és especialment el cas quan es tracta de comparar articulacions emeses per parlants diferents a causa del fet que llur paladar i dentició presenten característiques anatòmiques diferents. Malgrat aquestes dificultats hom ha proposat alguns mètodes d'interpretació de dades palatogràfiques. Segons un dels mètodes, les dents i els molars del parlant fan possible la divisió de la superfície del paladar en les regions articulatòries següents (Scripture, 1902; Witting, 1953): alveolar (incisius), prepalatal (pre-molars), mediopalatal (primer molar) i postpalatal (segon i tercer molars).

D'acord amb un altre mètode, la divisió de la superfície del paladar en regions articulatòries s'adiu amb zones anatòmiques (Catford, 1977): alveolar (entre la part més posterior de les dents i la protuberància alveolar), prepalatal (al llarg de tot l'arc prepalatal, a partir de l'extrem posterior de la protuberància alveolar), mediopalatal (a la meitat posterior del paladar dur) i postpalatal (entre el paladar dur i la zona velar).

A causa d'aquests inconvenients la palatografia directa i la palatografia indirecta proporcionen dades poc representatives del fet de parla. Això explica que cap dels dos mètodes no hagi estat utilitzat per a la investigació de processos de producció fonètica. Una excepció és l'estudi de Stetson, Hudgins i Moses (1940), que fa ús simultani de les tècniques palatogràfica i quimogràfica. Aquests investigadors analitzaren les diferències de contacte linguopalatal durant el període oclusiu de [t] i [k] promogudes per variacions del ritme de parla. Els resultats demostren que un increment del ritme de parla motiva una reducció de la zona de contacte, així com alteracions relatives a l'emplaçament i configuració de la zona en qüestió.

3. PALATOGRAFIA DINAMICA O ELECTROPALATOGRAFIA.

3.1. Metodologia.

A continuació porto a terme una descripció del sistema electropalatogràfic RION (originàriament, sistema de Tòquio) utilitzat per mi mateix i per altres investigadors (Price, 1981). El paladar artificial té 2 mil·límetres de gruix i presenta 63 elèctrodes agrupats en cinc columnes semicirculars. El contacte linguopalatal és detectat visualment en una pantalla equipada amb una làmpada per a cada un dels elèctrodes; a mesura que un dels elèctrodes fa contacte, s'encén la làmpada corresponent. L'instrument permet de detectar configuracions linguopalatals successives cada 15.6 mil·lisegons. Informació detallada sobre aquest

sistema es troba a Shibata (1968), i a Shibata, Ino, Yamashita, Hiki, i Sawashima (1978).

Són exposats a continuació alguns laboratoris on hom utilitza aquest o altres sistemes d'anàlisi electropalatogràfica. Tots els sistemes presenten característiques similars al sistema RION descrit anteriorment. Difereixen sobretot pel que fa a la distribució i al nombre d'elèctrodes sobre el paladar artificial, i a la resolució temporal.

(a) Sistema de Kiel a l'Institut de Fonètica de la Universitat de Kiel (vegeu *Arbeitsberichte des Instituts für Phonetik*).

(b) Sistema de Tòquio a l'Institut de Logopèdia i Foniatria de la Universitat de Tòquio (Shibata, 1968; Shibata et al., 1978. Vegeu també *Annual Bulletin of the Research Institute of Logopedics and Phoniatrics*).

(c) Sistema de Tallinn al Laboratori de Fonètica Experimental de l'Institut de Llengua i Literatura de l'Acadèmia de Ciències de la República Socialista Soviètica d'Estònia a Tallinn (Eek, Haavel, Künnap, Remmel, i Veigel, 1973. Vegeu també *Estonian Papers in Phonetics*).

(d) Sistema de Reading al Laboratori de Fonètica de la Universitat de Reading (Hardcastle, 1972, 1984. Vegeu també *Work in Progress*).

(e) Sistema d'Alabama al Laboratori de Biocomunicació de la Universitat d'Alabama a Birmingham (Fletcher, McCutcheon i Wolf, 1975. Vegeu també *Biocommunication Research Reports*).

(f) Sistema de Montreal al Departament de Lingüística de la Universitat de Montreal (Marchal, Courville i Belanger, 1980).

3.2. Interpretació de dades.

El mètode d'interpretació de dades electropalatogràfiques és flexible. El contacte linguopalatal pot ésser quantificat per regions articulatòries o per grups d'elèctrodes. Els canvis de con-

figuració linguopalatal durant la seqüència poden ésser analitzats a partir de palatogrames que representen la superfície completa del paladar amb presència d'elèctrodes contactats i no contactats (Fujimura, Tatsumi, i Kagaya, 1973), o bé de corbes de contacte que representen el nombre total d'elèctrodes contactats a una o més zones articulatòries (Hardcastle, 1972). Els senyals electropalatogràfic i acústic poden ésser processats simultàniament mitjançant l'espectrògraf (palato-espectrogrames; Shibata, 1968) o l'ordinador (Recasens, 1983a). D'aquesta manera hom pot estudiar comparativament canvis de contacte linguopalatal i canvis de configuració articulatòria a tota la cavitat bucal inferits a partir de l'espectre acústic.

La palatografia dinàmica presenta alguns dels inconvenients metodològics de la palatografia indirecta. El paladar artificial amb elèctrodes és d'adquisició cara i també registra les dimensions del paladar del parlant; en conseqüència, es fa difícil processar dades procedents d'un nombre elevat de parlants. Pot introduir dificultats articulatòries, i no informa sobre el contacte a les regions dental i velar. Recentment, l'existència de paladars flexibles (casa RION) permet de recollir dades procedents d'un nombre elevat de parlants per tal com un mateix paladar artificial por ésser utilitzat per parlants diferents.

3.3. Estudis electropalatogràfics.

Hom disposa en l'actualitat d'una quantitat apreciable d'estudis portats a terme amb utilització de l'electropalatografia. Classifico aquests estudis segons les característiques de les consonants, vocals i grups consonàntics investigats.

3.3.1. Consonants fricatives alveolar ([s]) i palatoalveolar ([ʃ]).

Wolf, Fletcher, McCutcheon i Hasegawa (1976), i Hasegawa, Christensen, McCutcheon i Fletcher (1979) han analitzat les modificacions del passatge medial durant l'articulació de [s] en anglès induïdes per articulacions adjacents i variacions

del ritme de parla. Per la seva banda, Hardcastle i Clark (anglès; 1981) han estudiat les diferències articulatòries i temporals associades amb el moment de constricció linguopalatal màxima durant la producció de consonants fricatives alveolars i palatoalveolars en estructures sil·làbiques CV i VC de l'anglès. Segons ells i Shibata et al. (1978) per al japonès, ambdues categories difereixen pel que fa a les característiques de contacte a la zona posterior del paladar i als efectes coarticularis motivats per vocals adjacents que hi tenen lloc. En general, [ʃ] és més resistent als efectes coarticulatoris que no pas [s] per tal com comporta un grau superior de contacte dorsopalatal (Recasens, 1986, en premsa).

3.3.2. Consonants palatals i palatalitzades.

Les característiques articulatòries i els efectes coarticulatoris de vocal a consonant i de vocal a vocal en seqüències VCV del català amb les consonants dorsopalatal [j], i predorso-alveolopalatals [ɲ] i [ʎ], han estat estudiats per mi mateix (Recasens, 1983a, 1983c, 1984). He demostrat que els efectes coarticulatoris i el grau de contacte dorsopalatal exhibit per la consonant varien de forma inversa i en la mateixa progressió.

Les diferències de configuració linguopalatal entre consonants palatalitzades i no palatalitzades han estat estudiades en japonès (Miyawaki, Kiritani, Tatsumi, i Fujimura, 1974) i en català (Recasens, 1983b). Ha estat observat en estonià (Eek, 1973) i en català (Recasens, 1983b) que l'element [j] de les consonants palatalitzades bloqueja la coarticulació motivada per vocals adjacents.

3.3.3. Consonants oclusives alveolars i velars.

Diversos estudis mostren que l'oposició de sonoritat en el cas de les oclusives alveolars i velars pot ésser diferenciada segons les característiques del contacte linguopalatal, i que la posició contextual i l'accent incideixen sobre aquest fenomen (francès: Marchal et al., 1980; suec: Simada i Gauffin, 1983; japonès: Fujimura et al., 1973; anglès: McGlone i Proffit, 1972).

Aquests resultats han estat adduïts en suport de la distinció entre articulacions de signe "fortis" vs "lenis".

Butcher i Weiher (1976) reporten per a l'alemany que, en seqüències VCV, els efectes coarticulatoris anticipatoris excedeixen els efectes coarticulatoris perseveratius, i que les consonants alveolars presenten efectes coarticulatoris de vocal a vocal superiors a les consonants velars. Kohler (alemany; 1976) estudia les característiques articulatòries d'una consonant oclusiva alveolar en posició final de mot assimilada a una consonant labial o velar següent. Recasens (1983a) analitza les característiques articulatòries de les consonants [t], [n] i [l] del català i indica que, en seqüències VCV, aquestes consonants mostren efectes coarticulatoris superiors a les consonants palatals per tal com són produïdes amb menys contacte dorsopalatal (vegeu secció 3.3.2). Segons Recasens (català; 1983c, 1984), i Farnetani, Vagges i Magno-Caldognetto (italià; 1985), però, els efectes perseveratius són més intensos que els anticipatoris. L'aparent contradicció entre aquests resultats i els reportats per Butcher i Weiher (1976) ha suggerit una explicació, amb estudi de noves dades electropalatogràfiques, a Recasens (en premsa).

3.3.4. Consonants africades alveolars i palatals.

La naturalesa complexa (oclusiva + fricativa) de les articulacions [ts] i [tʃ] en japonès ha estat confirmada per Shibata (1968).

3.3.5. Consonants bategant i vibrant.

El contacte linguopalatal corresponent a la [r] del japonès varia amb la vocal adjacent i les condicions accentuals (Miyawaki, 1972; Shibata, 1968); presenta característiques articulatòries parelles a la [r] de l'anglès americà (Price, 1981). La consonant vibrant és més resistent que la consonant bategant als efectes coarticulatoris sobre el grau de contacte linguopalatal per part de les vocals adjacents, pel fet que la primera consonant presenta requeriments articulatoris superiors a la segona (Recasens, en preparació).

3.3.6. Consonants laterals.

Les diferències articulatòries i coarticulatòries entre la l clara i la l fosca o velaritzada en català, italià i anglès també han estat objecte d'estudi electropalatogràfic (Recasens i Farnetani, en preparació). La variant velaritzada és sotmesa a requeriments articulatoris més considerables que la variant no velaritzada per tal com presenta dues constriccions linguals. Resulta, per tant, més resistent a la coarticulació vocàlica.

3.3.7. Grups consonàntics.

Els processos de coproducció de les consonants que integren grups consonàntics han estat analitzats en diversos estudis. Hardcastle i Roach (1979) han estudiat les diferències temporals associades amb la producció d'alguns grups consonàntics en anglès; conclouen que [pt] presenta una durada menor que [pk] i [tk] una durada menor que [kt] a causa dels mecanismes articulatoris contrastius durant la realització d'aquests grups. La superposició articulatòria entre els gestos linguals corresponents a consonants en contacte ha estat demostrada per Hardcastle (anglès; 1985) en el cas de la seqüència /kl/, i per Marchal (francès; 1988b) en el cas de grups d'oclusives. Recasens (1986) ha investigat la realització de grups de consonants en contacte en català i ha presentat un sistema de transcripció consistent amb les dades electropalatogràfiques.

3.3.8. Vocals.

La palatografia permet de visualitzar la zona de contacte corresponent a vocals anteriors (Barnils, 1933; Badia, 1986). Amb tot, hom constata la presència de contacte durant la producció de vocals posteriors coarticulades amb consonants de punt d'articulació anterior (Recasens, en preparació). En aquest darrer treball es fa patent que el grau de coarticulació de consonant a vocal depèn inversament del grau de contacte linguopalatal exhibit per la vocal.

4. PERSPECTIVES.

En futurs treballs d'electropalatografia caldrà explorar de forma detallada les estratègies de coproducció de sons en la cadena parlada. Per aquest motiu, l'anàlisi del contacte linguopalatal ha d'ésser feta simultàniament amb l'anàlisi d'altres esdeveniments de naturalesa articulatòria, laringia i respiratòria. En tot cas, és fonamental el tractament simultani dels senyals palatogràfic i acústic; en aquest sentit, cal remarcar que l'anàlisi acústica permet d'inferir informació sobre esdeveniments articulatoris a regions de la cavitat bucal que no poden ésser investigades per mitjà de la palatografia. La palatografia directa és d'ús aconsellable en treballs de camp únicament.

5. BIBLIOGRAFIA.

- Abercrombie, D. 1957. Dynamic palatography, *Zeitschrift für Phonetik und Allgemeine Sprachwissenschaft*, 10, 21-25.
- Badia, A.M. 1986. Palatogrames de la llengua catalana, *Estudios de Fonética Experimental*, 2, Universitat de Barcelona, 9-90.
- Barnils, P. 1933. Études de prononciations catalanes à aide du palais artificiel, *Anuari de l'Oficina Romànica de Lingüística i Literatura*, 6, 21-26.
- Brown, R. 1977. Problems of palatographic procedure and analysis, *Work in Progress*, Departament de Lingüística, Universitat d'Edimburg, 10, 82-91.
- Butcher, A. & Weiher, E. 1976. An electro-palatographic investigation of coarticulation in VCV sequences, *Journal of Phonetics*, 4, 59-74.
- Catford, J.C. 1977. *Fundamental Problems in Phonetics*, Bloomington, Indiana University Press.

- Eek, A., Haavel, R., Künnap, O., Remmel, M. & Veigel, M. 1973. A technique of dynamic palatography in application with a computer, *Estonian Papers in Phonetics*, 9-16.
- Farnetani, E., Vagges K. & Magno-Caldognetto, E. 1985. Coarticulation in Italian/ VtV/ sequences: A palatographic study, *Phonetica*, 42, 78-100.
- Fletcher, S.G., McCutcheon, M.J. & Wolf, M.B. 1975. Dynamic palatometry, *Journal of Speech and Hearing Research*, 18, 812-819.
- Fujimura, O., Tatsumi, I.F. & Kagaya, R. 1973. Computational processing of palatographic patterns, *Journal of Phonetics*, 1, 47-54.
- Hardcastle, W.J. 1985. Some phonetic and syntactic constraints on lingual coarticulation during /kl/ sequences, *Speech Communication*, 4, 247-263.
- Hardcastle, W.J. 1984. New methods of profiling lingual-palatal contact patterns with electropalatography, *Work in Progress*, Universitat de Reading, 4, 1-40.
- Hardcastle, W.J. 1972. The use of electropalatography in phonetic research, *Phonetica*, 25, 197-215.
- Hardcastle, W.J. & Clark, J.E. 1981. Articulatory, aerodynamic and acoustic properties of lingual fricatives in English, *Work in Progress*, Laboratori de Fonètica, Universitat de Reading, 3, 51-78.
- Hardcastle, W.J. & Roach, P.J. 1979. An instrumental investigation of coarticulation in stop consonant sequences, *Current Issues in the Phonetic Sciences*, H.Hollien i P.Hollien (eds.), Amsterdam, John Benjamins, 531-540.

- Hasegawa, A., Christensen, J.M., McCutcheon, M.J. & Fletcher, S.G. 1979. Articulatory properties of /s/ in selected consonant clusters, *Speech Communication Papers presented at the 97 th Meeting of the Acoustical Society of America*, J. Wolf i D. Klatt (eds.), Nova York, Acoustical Society of America, 115-118.
- Kaiser, L. 1939-1942. Biological and statistical research concerning the speech of 216 Dutch students, *Archives Néerlandais de Phonétique Expérimentale*, 15-18.
- Kohler, K. 1976. Die Instabilität wortfinaler Alveolarplosive im Deutschen: eine elektropalatographische Untersuchung, *Phonetica*, 33, 1-30.
- Ladefoged, P. 1964. *A Phonetic Study of West African Languages*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Ladefoged, P. 1957. Use of palatography, *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 22, 764-774.
- Marchal, A. 1988a. *La Palatographie*. Éditions du CNRS, Paris.
- Marchal, A. 1988b. Coproduction: Evidence from EPG data, *Speech Communication*, 7, 287-295.
- Marchal, A., Courville, L. & Belanger, D. 1980. La palatographie dynamique, *Revue de Phonétique Appliquée*, 53, 49-72.
- McGlone, R.E. & Proffit, W.R. 1972. Dynamic palatography of selected syllables, *Proceedings of the Seventh International Congress of Phonetic Sciences*, A. Rigault i R. Charbonneau, L'Haia, Mouton, 375-379.
- Miyawaki, K. 1972 *A Study of Lingual Articulation by Use of Dynamic Palatography*. Tesi de "Masters" inèdita, Universitat de Tòquio.

- Miyawaki, K., Kiritani, S., Tatsumi, I. & Fujimura, O. 1974. Palatographic observation of VCV articulations in Japanese, *Annual Bulletin of the Research Institute of Logopedics and Phoniatrics*, Universitat de Tòquio, 8, 51-57.
- Moses, E.R. 1940. A brief history of palatography, *The Quarterly Journal of Speech*, 26, 615-625.
- Price, P.J. 1981. *A Cross-linguistic Study of Flaps in Japanese and in American English*, Tesi doctoral inèdita, Universitat de Pennsylvania.
- Recasens, D. & Farnetani, E. (en preparació). Articulatory and coarticulatory properties of clear and dark l (An electropalatographic and acoustical study).
- Recasens, D. (en preparació). On the production characteristics of taps and trills.
- Recasens, D. (en preparació). An electropalatographic and acoustical study of C-to-V coarticulatory effects, *Haskins Laboratories Status Report on Speech Research*.
- Recasens, D. (en premsa). Long-range coarticulatory effects in VCVCV sequences, *Speech Communication*.
- Recasens, D. 1986. *Estudis de Fonètica Experimental del Català Oriental Central*, Publicacions de l'Abadia de Montserrat, Barcelona.
- Recasens, D. 1984. V-to-V coarticulation in Catalan VCV sequences: An articulatory and acoustical study, *Journal of the Acoustical Society of America*, 76, 1624-1635.
- Recasens, D. 1983a. *Coarticulation in Catalan VCV Sequences: An Articulatory and Acoustical Study*, Tesi doctoral inèdita, Universitat de Connecticut.

- Recasens, D. 1983b. Timing constraints and coarticulation: Alveolo-palatals and sequences of alveolar + [j] in Catalan, *Phonetica*, 41, 125- 139.
- Recasens, D. 1983c. V-to-V coarticulation in Catalan VCV sequences: An articulatory and acoustical study, *Journal of Phonetics*, 12, 61-73.
- Rousselot, A.P. 1924-25. *Principes de Phonétique Expérimentale*, Paris, Didier.
- Scripture, E.W. 1902. *The Elements of Experimental Phonetics*, Nova York, C. Scribner's sons.
- Shibata, S. 1968. A study of dynamic palatography, *Annual Bulletin of the Institute of the Research Institute of Logopedics and Phoniatrics*, Universitat de Tòquio, 2, 28-36.
- Shibata, S., Ino, A., Yamashita, S., Hiki, S., Kiritani, S. & Sawashima, M. 1978. A new portable type unit for electropalatography, *Annual Bulletin of the Research Institute of Logopedics and Phoniatrics*, Universitat de Tòquio, 12, 5-10.
- Simada, Z. & Gauffin, J. 1983. An examination of the area of tongue-palate contact in Swedish dental stop production. Treball presentat al Xè. Congrés Internacional de Ciències Fonètiques, Utrecht.
- Stetson, R.H., Hudgins, C.V. & Moses, E.R. 1940. Palatograms change with rates of articulation, *Archives Néerlandais de Phonétique Expérimentale*, 16, 52-62.
- Witting, C. 1953. New techniques of palatography, *Studia Linguistica*, 7, 54-68.
- Wolf, M.B., Fletcher, S.G., McCutcheon, M.J. & Hasegawa, A. 1976. Medial groove width during /s/ sound production, *Biocommunication Research Reports*, Laboratori de Biocomunicació, Universitat d'Alabama, 1, 57-66.