

CONFINI DI SILLABA, CONFINI DI PAROLA E LUNGHEZZA FONOLOGICA IN AREA FRIGNANESE: ANALISI CINEMATICA DEI GESTI LABIALI

Claudio Zmarich[°], Arianna Uguzzoni*

[°]Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione del CNR – Sede di Padova; *Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

zmarich@pd.istc.cnr.it, uguzzoni@economia.unibo.it

1. SOMMARIO

L'oggetto del presente lavoro è l'analisi cinematica dei gesti fonetici coinvolti nella produzione di sequenze formate da vocale più oclusiva bilabiale nel dialetto parlato nel Medio Frignano (MO), che è caratterizzato da un uso distintivo della lunghezza vocalica in cui le opposizioni (a) sono sottoposte al vincolo della presenza dell'accento di parola, (b) sono limitate ad un sottoinsieme delle qualità vocaliche (/e, ø, ɔ, a / vs /e:, ø:, ɔ:, a:/) e (c) sono possibili sia in sillaba non finale ['CV(:)CV] sia in sillaba finale [CV(:)C e CV(:)]. Mentre in un precedente articolo (Zmarich *et al.*, 2003) avevamo spiegato le distinzioni di lunghezza vocalica come dovute a una diversa coordinazione temporale tra il gesto di apertura (dalla consonante alla vocale) e il gesto di chiusura (dalla vocale alla consonante successiva), la presente analisi mira a descrivere l'interazione tra la variabile lunghezza fonologica e la variabile costituita dalla presenza di confini diversi, sia di sillaba sia di parola. Infatti la recente letteratura internazionale, basata su evidenze di tipo articolatorio, ha potuto dimostrare come la gerarchia della catena prosodica si manifesti attraverso una modificazione graduata delle proprietà fisiche dei gesti articolatori che precedono e/o seguono il confine e che rispecchiano la sua importanza. La registrazione cinematica è stata eseguita su un parlante nativo (il secondo autore) che ha prodotto enunciati in cui coppie di pseudo parole *target*, che si opponevano per la durata delle vocali accentate (cioè /a/, /e/, /ø/, /ɔ/ vs /a:/, /e:/, /ø:/, /ɔ:/), erano inserite in frasi cornice. Le parole *target* erano relative a 3 *set*: il primo *set* era costituito da bisillabi piani ('CVCa), il secondo da monosillabi in sillaba chiusa (CVC) e il terzo da monosillabi in sillaba aperta (CV). In quest'ultimo tipo la vocale era seguita dall'occlusiva bilabiale che dava inizio alla parte destra della frase cornice. Per ciascuno dei gesti di apertura e di chiusura sono state misurate durata, ampiezza, velocità massima, *stiffness*, e *Time-to-Peak*.

I risultati dimostrano che, effettivamente, la durata acustica delle strutture analizzate risente contemporaneamente dell'importanza della gerarchia prosodica e dell'opposizione fonologica di lunghezza vocalica e che queste variazioni di durata sono effettivamente il riflesso di variazioni di durata cinematica, generate da meccanismi alquanto complessi, responsabili dei fatti di natura fonologica e prosodica. Pur in questa complessità, le differenze acustiche di natura prosodica trovano il correlato cinematico più sistematico e diretto nella velocità massima dei gesti di apertura e chiusura, che sono sempre inferiori per il confine prosodico più importante, che è quello di parola. Altrimenti detto, i gesti articolatori relativi ai segmenti acustici in confine di parola intraprendono un rallentamento significativo rispetto ai gesti in confine di sillaba.

2. INTRODUZIONE

Il frignanese, come molti dialetti dell'area emiliana, fa un uso distintivo della lunghezza vocalica e osserva tre proprietà distribuzionali. Le opposizioni: (a) sono sottoposte al vincolo della presenza dell'accento di parola; (b) sono limitate ad un sottoinsieme delle qualità vocaliche (/e, ø, ɔ, a / vs /e:, ø:, ɔ:, a:/); (c) sono possibili sia in sillaba non finale [$CV(:)CV$] sia in sillaba finale [$CV(:)C$ e $CV(:)$]. Le caratteristiche acustiche del fenomeno frignanese sono state oggetto di varie indagini (Uguzzoni e Busà, 1995), a cui rimandiamo. Qui ci limitiamo a ricordare che la durata delle vocali brevi in media è meno della metà di quella delle lunghe (V/V: ratio circa .49), e che le differenze spettrali associate alle differenze temporali sono di minore entità, ma mostrano tendenze generali simili a quelle trovate in altre lingue. Inoltre la durata della consonante postonica in fine di parola (qui i monosillabi [$CV(:)C$]) è maggiore dopo vocale breve che dopo vocale lunga (C/C: ratio circa .81), mentre in posizione intervocalica (qui i bisillabi [$CV(:)CV$]) resta più o meno uguale indipendentemente dalla lunghezza della vocale (C/C: ratio circa .99).

Il presente lavoro prosegue l'analisi cinematica dei gesti labiali che già aveva permesso agli autori di spiegare le distinzioni di lunghezza vocalica come dovute a una diversa coordinazione temporale (o rapporto di fase) tra il gesto di apertura (dalla consonante alla vocale) e il gesto di chiusura (dalla vocale alla consonante successiva), per la quale il gesto di apertura relativo alla vocale breve, ma non quello relativo alla vocale lunga, risulta troncato da un inizio anticipato del gesto di chiusura, con il conseguente effetto acustico e percettivo di accorciamento vocalico (Zmarich *et al.*, 2003). Nello stesso studio gli autori avevano anche osservato che il gesto di chiusura dalla vocale alla consonante nel monosillabo (CVC) aveva una durata significativamente maggiore rispetto al gesto di chiusura dalla vocale alla consonante interna nel bisillabo (CVCV), ma avevano poi trascurato di approfondire la questione poiché tangenziale allo studio del gesto fonetico di apertura, che era effettivamente più pertinente alla distinzione di lunghezza vocalica.

Nel presente studio svilupperemo lo spunto appena accennato in Zmarich *et al.* (2003), partendo dall'ipotesi che l'allungamento del gesto di chiusura nel monosillabo sia una manifestazione dell'influenza del livello della gerarchia prosodica relativo alla parola. Per questo motivo, l'analisi, che allora si era limitata ai soli fatti articolatori pertinenti alla distinzione di lunghezza vocalica, questa volta sarà allargata allo studio del comportamento articolatorio derivato dall'interazione tra la variabile "lunghezza fonologica segmentale" e la variabile "tipo di confine prosodico". L'impostazione di questo studio è innovativa in Italia, poiché l'influenza dei confini prosodici sulla dimensione temporale del parlato (la più modificata) è stata indagata prevalentemente a livello acustico (ma esistono importanti eccezioni: cfr. Farnetani & Vayra, 1996; Farnetani, 1997).

Molti studi, che si possono chiamare di prosodia articolatoria, hanno stabilito che la produzione di un fono può essere influenzata dalla struttura in cui è collocato. Sono di questo tipo gli studi sulle variazioni segmentali indotte dalla presenza dell'accento o dalla posizione iniziale o finale in una sillaba o in una parola. E' solo piuttosto recentemente che gli studiosi si sono rivolti a cercare nei segmenti le tracce articolatorie dei livelli gerarchicamente più alti dell'organizzazione prosodica di un enunciato (sintagma intermedio ed enunciato, cfr. Byrd & Saltzman, 1998 e Fougeron, 2001).

La struttura prosodica della frase distingue costituenti fonologici di ampiezza via via maggiore che vanno dalla mora all'enunciato (cfr. ad es., Nespor e Vogel, 1986). Per l'italiano, i costituenti prosodici sicuramente rilevanti per la struttura prosodica (e intonativa) sono la sillaba, la parola fonologica, il sintagma intermedio e il sintagma

intonativo (cfr. Nespor, 1993; Avesani, 1995). In questo studio soffermeremo la nostra attenzione sui due costituenti di livello più basso, e cioè la sillaba e la parola fonologica.

Seguendo, tra i molti, Byrd & Saltzman (1998) e Fougeron (2001), è possibile distinguere i costituenti della catena prosodica a cavallo di un confine come situati in posizione di **pre-confine**, se temporalmente precedono o icasticamente si collocano a sinistra del confine, e di **post-confine**, se temporalmente seguono o icasticamente si collocano a destra del confine. La posizione pre-confine corrisponde alla posizione finale in un certo costituente mentre la posizione post-confine corrisponde alla posizione iniziale in un altro costituente. Facendo un esempio concreto e riferendoci al tipo di sequenza “occlusiva bilabiale-vocale/CONFINE/occlusiva bilabiale-vocale” che sarà oggetto della nostra analisi, se il costituente in posizione di pre-confine termina in sillaba aperta (CV), allora il gesto di apertura labiale che caratterizza la produzione della vocale sarà associato a questa posizione, mentre se il costituente in posizione di post-confine inizia in consonante, il gesto di chiusura labiale che caratterizza la produzione della consonante sarà associato a questa posizione. Qui non seguiremo la proposta innovativa di Cho (in stampa), che considera come pertinenti a questo tipo di sequenza non già due, ma tre gesti, che chiama rispettivamente gesto di apertura pre-confine (C1-V1), gesto di chiusura cross-confine (V1-C2), e gesto di apertura post-confine (C2-V2).

Le modificazioni indotte dalla gerarchia dell’organizzazione prosodica sui costituenti segmentali sono state relativamente ben studiate dal punto di vista acustico, e maggiormente, almeno a partire da Delattre (1965), per la posizione di pre-confine, (allungamento finale, almeno dal confine di parola in su, e comparsa di un contorno o tono di confine) che per la posizione di post-confine (per es. allungamento dal confine di parola in su, cfr. Oller, 1973; Keating *et al.* 2003).

Gli studi di tipo articolatorio sono più recenti e si propongono di documentare le modificazioni di natura fisiologica (misurabili a vari livelli: areodinamico, come estensione del contatto linguo-palatale, cinematico) indotte sulla dinamica articolatoria dalla gerarchia dell’organizzazione prosodica (cfr. Byrd, 2000; Byrd *et al.*, 2000; Byrd & Saltzman, 1998; Byrd & Saltzman, 2003; Cho, in stampa; Fougeron, 2001).

Da un punto di vista articolatorio, generalmente parlando, la presenza di confini prosodici rende i gesti ai margini più lunghi, grandi e maggiormente divaricati. Si può anche argomentare che ciascuno di questi effetti aumenta la salienza percettiva di un confine prosodico per l’ascoltatore. L’allungamento dei gesti consente un aumento dell’esposizione percettiva alla marca acustica di questi gesti e del tempo per processare l’informazione, mentre una minore sovrapposizione temporale ne esalta le peculiarità.

Le modificazioni articolatorie subite da un segmento in posizione di pre-confine consistono in un rallentamento del gesto di apertura bilabiale per una vocale finale (Byrd & Saltzman, 1998), mentre in posizione di post-confine si ha un rafforzamento (Fougeron, 2001) e un rallentamento (per es. Byrd & Saltzman, 1998) dei gesti fonetici relativi alle consonanti iniziali, che è proporzionale all’importanza del confine prosodico e che può essere descritto in termini di: maggior apertura glottale, maggior costrizione linguopalatale, posizione iniziale del velo più alta, minore velocità nel movimento dell’articolatore, durata temporale del movimento maggiore. E’ stato anche riscontrato che, in assenza di pause silenti tra due costituenti prosodici confinanti, l’allungamento in posizione iniziale contribuisce spesso all’allungamento acustico anche del costituente precedente, producendo quel fenomeno che è tradizionalmente analizzato come “allungamento finale”.

Per quanto riguarda l’italiano, e distinguendo le due posizioni di confine, tra gli studi più significativi citiamo:

Pre-confine:

Studi acustici: le vocali atone alla fine di un enunciato sono lunghe circa il doppio di quelle non finali (Farnetani, 1989);

Studi articolatori: i contatti elettropalatografici (EPG) in confine di enunciato diminuiscono per la vocale (Farnetani & Vayra, 1996; Farnetani, 1997).

Post-confine:

Studi acustici: davanti al nuovo enunciato, presenza di pause di esitazione e occlusive glottali; presenza di allungamento vocalico in posizione iniziale di enunciato (Zmarich, *et al.*, 1997);

Studi articolatori: l'area di contatto EPG in confine di enunciato aumenta per la consonante, ma diminuisce per la vocale (Farnetani & Vayra, 1996 spiegano ciò con l'ipotesi dell'iperarticolazione del *target*, con ruolo attivo della mandibola, cfr. de Jong, 1995).

2.1 La durata nella Fonologia Articolatoria

Nella Fonologia Articolatoria (Browman & Goldstein, 1992; 2000), la produzione del parlato viene modellata come un'orchestrazione di gesti fonetici "astratti" che specifica:

all'interno di ogni gesto, l'**ampiezza** e la **stiffness** (o costante di rigidità, che può essere stimata dal rapporto tra la velocità massima e l'ampiezza di uno stesso gesto), definite come caratteristiche **intragestuali**;

tra gesti adiacenti, la **fase relativa** (che esprime il grado di sincronizzazione o "sovrapposizione" reciproca dei gesti), definita come caratteristica **intergestuale** (v. anche Harrington *et al.*, 1995).

Due gesti che differiscono per durata possono essere regolati da almeno tre meccanismi alternativi che agiscono sull'ampiezza, sulla *stiffness* o sulla fase, e che producono almeno quattro tipologie gestuali relative alle differenze di durata segmentale. Le prime tre sono dovute a cambiamenti in uno solo dei tre parametri citati, mentre nel quarto tipo, la differenza per riduzione proporzionale (*shrinking*) è dovuta contemporaneamente alla variazione in ampiezza e in rigidità (cfr. Cho, in stampa).

Di particolare importanza è il fatto che **la durata temporale delle unità linguistiche non viene stipulata a priori**, ma emerge come proprietà fisica di gesti articolatori successivi che si muovono verso diversi *target* a diverse velocità (determinate rispettivamente dall'ampiezza e dalla *stiffness*) e sono variamente sovrapposti (modellizzazione intrinseca vs modellizzazione estrinseca dell'organizzazione temporale, cfr. Fowler, 1980). Infatti, anche se, come vedremo meglio in seguito, D. Byrd e E. Saltzman nei loro articoli più recenti hanno introdotto il concetto di temporizzatore (*clock*) per controllare il flusso dell'attivazione gestuale, essi ritengono di muoversi sempre all'interno del modello ad organizzazione temporale intrinseca, poiché le dinamiche dei livelli di attivazione del *clock* e dei gesti di costrizione sono accoppiate in modo bidirezionale e quindi formano a livello sovraordinato una singola variabile collettiva dinamica (cfr. per es. Byrd & Saltzman, 2003).

Byrd & Saltzman (2003) propongono che l'organizzazione temporale dei gesti fonetici possa essere regolata a 4 livelli:

globale (*global timing*): riguarda le caratteristiche temporali di un intero enunciato (per es. la velocità di eloquio globale) che sono regolate da fattori sociolinguistici, dialettali e individuali;

transgestuale (*transgestural timing*): riguarda modulazioni delle caratteristiche temporali di tutti i gesti attivi in una porzione localizzata dell'enunciato (per es., accelerazioni e decelerazioni locali);

intergestuale (*intergestural timing*): riguarda la coordinazione relativa tra gesti adiacenti;

intra gestuale (*intra gestural timing*): riguarda le caratteristiche temporali di ogni dato gesto (per es. il tempo impiegato per raggiungere la velocità massima o la posizione *target*).

Secondo D. Byrd e E. Saltzman, l'allungamento acustico dei segmenti adiacenti ad un confine prosodico **sufficientemente importante** è dovuto ad un rallentamento locale dei gesti articolatori. Nell'analisi della sequenza "occlusiva bilabiale-vocale/CONFINE/occlusiva bilabiale-vocale" gli articolatori primariamente consonantici (apertura/chiusura bilabiali, cfr. Byrd & Saltzman, 1998), e gli articolatori primariamente vocalici (dorso della lingua, cfr. Byrd, 2000) rallentano la loro velocità in modo proporzionale all'importanza del confine prosodico e questo rallentamento è operato tramite la riduzione del valore di *stiffness*.

Dalle loro misurazioni non emergono differenze nei gesti articolatori tra confini di basso livello (sillaba *vs* parola). Fougeron (2001), tuttavia, trova che la consonante all'inizio di parola è più **rafforzata** che all'inizio dello stesso tipo di sillaba interna alla parola, almeno nei termini di un aumento dell'area di contatto linguopalatale. Inoltre ci sono prove che differenze di tipo articolatorio siano correlate non solo con la gerarchia prosodica, ma anche con la struttura morfologica. Cho (2001) riesce a dimostrare che una differenza di tipo articolatorio corre anche tra sillabe uguali dal punto di vista segmentale ma differenti per la presenza/assenza di un confine morfologico interno alla parola: i gesti fonetici sono coordinati in modo più stabile (misurato dai valori di deviazione standard) all'interno di una parola tautomorfemica o di un composto lessicalizzato che tra due morfemi di una parola eteromorfemica (per affissazione) o di un composto non lessicalizzato.

Lo studio del frignanese introduce un'altra variabile: come interagiscono le restrizioni prosodiche implicite nel *phrasing* e le restrizioni "segmentali" implicite nell'opposizione fonologica di lunghezza vocalica? Secondo un'ipotesi di lavoro che riguarda le durate articolatorie, l'esigenza di tenere significativamente distinte e non confondibili le durate delle vocali fonologicamente brevi da quelle delle vocali fonologicamente lunghe potrebbe portare al contenimento dell'allungamento del gesto di apertura della vocale breve in fine di parola. Forse, in questo caso, la necessità di mantenere la distinzione di gerarchia prosodica potrebbe passare allora al gesto di chiusura, che verrebbe proporzionalmente allungato in misura maggiore. Per quanto riguarda invece i gesti relativi alle strutture con vocali fonologicamente lunghe, l'allungamento indotto dalla gerarchia prosodica potrebbe sommarsi a quello indotto dalla categoria fonologica. Per questa ragione ci aspetteremmo di trovare differenze di gerarchia prosodica soprattutto nel gesto di apertura, più che nel gesto di chiusura, e l'effetto addizionale dovrebbe portare a una durata maggiore rispetto a quella in assenza di confine. In ogni caso, l'esame delle altre variabili cinematiche ci dovrebbe consentire di individuare il meccanismo dinamico responsabile delle variazioni di durata.

3. MATERIALI E METODI

3.1 Stimoli e procedura sperimentale

La registrazione cinematografica è stata eseguita su un parlante nativo (il secondo autore), che ha prodotto enunciati in cui coppie di pseudo parole *target* che si opponevano per la durata delle vocali accentate (cioè (/e, ø, ɔ, a / *vs* /e:, ø:, ɔ:, a:/) erano inserite in frasi cornice. Le parole *target* erano relative a 3 *set*, il primo costituito da bisillabi piani ('CVCa), il secondo da monosillabi in sillaba chiusa (CVC), e il terzo da monosillabi in

sillaba aperta (CV). In quest'ultimo tipo la vocale era seguita dall'occlusiva bilabiale che cominciava la parte destra della frase cornice. Le frasi risultanti erano uguali per numero di sillabe e struttura accentuale.

	Confine di PAROLA	
	Gesto di Apertura	Gesto di Chiusura
CV # \$ C monosillabi in sillaba aperta (CV): “declama <u>pa</u> pavidamente”	+ pre	+ post
CVC # \$ monosillabi in sillaba chiusa (CVC): “declama <u>pap</u> avidamente”	-	+ pre
	Confine di SILLABA	
CV \$ CV bisillabi piani ('CVCa): “declama <u>papa</u> vivamente”	+ pre	+ post

Tab.1: Tipologie dei confini in relazione alle strutture di parola e al tipo di gesto fonetico

I tipi di confine rappresentati nelle frasi, ed espressi in relazione ai gesti e alla posizione (pre- o post-confine) sono dunque:

gesto di apertura: : 3 livelli di confine: (pre#, pre\$, -)

gesto di chiusura: 2 livelli di confine in 2 posizioni (pre#, post#, post\$).

3.2 Strumentazione e misure

Ogni *target* è stato prodotto almeno 3 volte. Per descrivere i movimenti verticali del **labbro inferiore** (in realtà della struttura articolatoria costituita dal labbro inferiore più la mandibola) è stato utilizzato il dispositivo ELITE (Elaboratore di Immagini Televisive, cfr. Ferrigno *et al.* 1999). Questo sistema assicura la massima precisione di rilevazione e la minima interferenza col soggetto in quanto utilizza la luce infrarossa emessa da due corone di LED, una per telecamera, che viene riflessa da piccoli *marker* passivi incollati alle labbra dei soggetti sperimentali, quindi catturata dalle telecamere ed alla fine convertita in traiettorie cinematiche. La frequenza di acquisizione (campionamento) di ELITE è di 100 Hz e la sua precisione tollera un errore massimo di 0,08 mm per un campo di 20 cm di lato (vedi figura 1). Utilizzando un microfono direzionale, è stato possibile registrare il segnale sonoro (a 16 kHz e 12 bit) oltre che in ELITE anche su un altro dispositivo indipendente, nel nostro caso un DAT (a 44 Khz e 16 bit). Tutte le elaborazioni cinematiche sono state eseguite impiegando il *software* di gestione di ELITE ed esportando i *file* acustici e cinematici in uscita (ricostruzioni dell'andamento cronologico filtrato di una serie di parametri articolatori) in MAVIS. Quest'ultima è un'applicazione *MATLAB freeware*, creata

da M. Tiede (*ATR Human Information Processing Labs Inc.*), per la manipolazione di una serie di parametri articolatori registrati con *EMMA* (cfr. *Electro Magnetic Modified Articulograph*) e che è stata da noi adattata ai dati elaborati da *ELITE* (cfr. Zmarich *et al.* 2003). La fig. 1 illustra una sezione di una schermata tipica di MAVIS, e le principali variabili misurate.

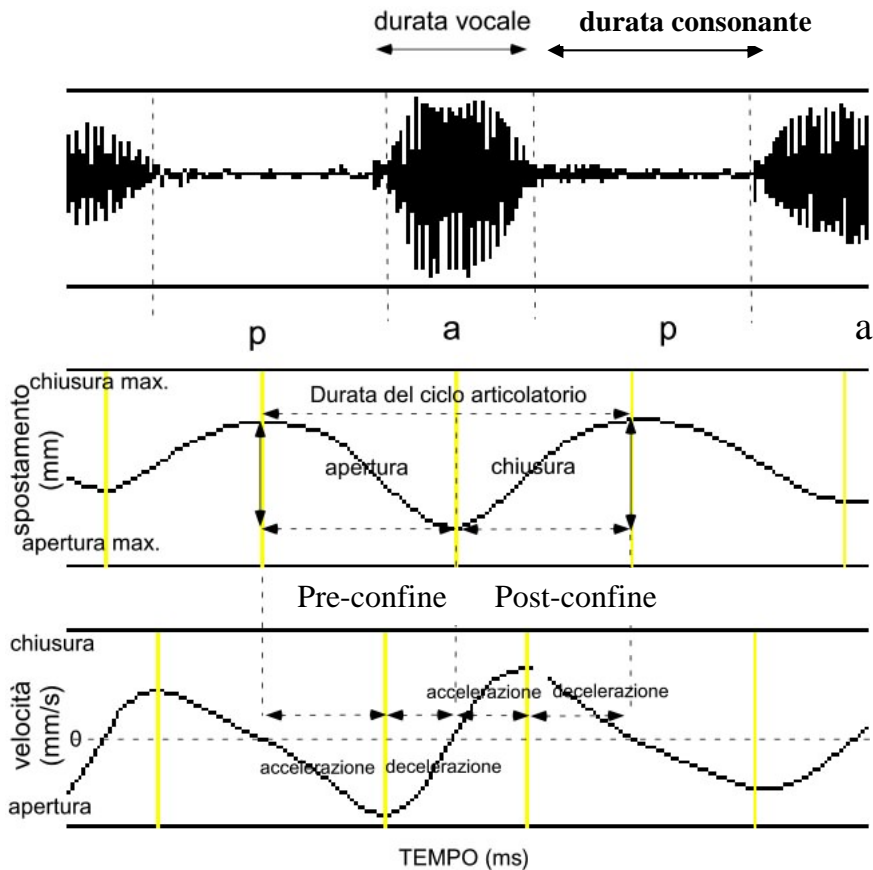


Figura 1: Andamenti temporali del segnale acustico (sopra), e dei segnali cinematici di spostamento e velocità del movimento del labbro inferiore (sotto), relativi alla produzione del target /'papa/.

Il segnale acustico (sezione superiore) è relativo alla pseudo-parola *target* “papa”, e i segnali cinematici dell’ampiezza (sezione centrale) e della velocità di movimento (sezione inferiore) del labbro inferiore, rappresentati nel loro decorso temporale, sono stati segmentati automaticamente in corrispondenza dei minimi e dei massimi del segnale. Per ciascuno dei due gesti, e cioè l’apertura (dall’occlusione relativa alla prima /p/ alla posizione aperta relativa alla /a/) e la chiusura (dalla posizione aperta assunta per /a/ all’occlusione relativa alla seconda /p/), abbiamo analizzato:

- lo spostamento del movimento: ampiezza (mm) e durata (ms);

- la velocità del movimento: velocità massima istantanea (mm/s), e durata (ms) dei suoi periodi di accelerazione e decelerazione.
- *Stiffness* (o “rigidità”) del movimento: è la cosiddetta costante di velocità, rappresenta l’elasticità del sistema ed è proporzionale alla rapidità intrinseca del gesto; di solito viene stimata dal rapporto tra la velocità massima e l’ampiezza di uno stesso gesto;
- *Time-to-Peak* (relativo): misura l’intervallo temporale che intercorre tra l’inizio del gesto ed il punto in cui il gesto stesso raggiunge la velocità massima ed è espresso in valore percentuale, facendo riferimento alla durata totale dello stesso gesto.

L’analisi acustica è stata eseguita con *Multispeech* sul segnale registrato dal dispositivo DAT, sincronizzato a posteriori via *software* col segnale cinematico.

4. RISULTATI

4.1 Analisi acustiche

Prima di presentare i risultati articolatori, forniremo una rassegna sui risultati acustici.

L’effetto delle variabili di tipo prosodico e fonologico sulla durata acustica dell’intervallo temporale che va dall’inizio acustico della vocale della parola *target* fino alla fine acustica della seconda consonante della parola *target* (CVCV e CVC) o della parola immediatamente successiva (CV C...) e che può comprendere al suo interno anche la durata di un’eventuale pausa, è stato indagato tramite una serie di analisi statistiche ANOVA univariate a 3 fattori:

- lunghezza fonologica (vocale breve, vocale lunga);
- tipo di vocale (/a/, /e/, /ø/, /ɔ/);
- tipo di confine (nessun confine: CVC; confine di sillaba: CV\$CV; confine di parola: CV#CV).

Le produzioni relative al confine di parola “CV#CV” hanno presentato un problema metodologico: come valutare e misurare la presenza di una possibile pausa tra le due parole, distinguendo, nella fase di silenzio che si trovava tra la fine della vocale della parola *target* CV e l’inizio di C della frase cornice, la parte relativa alla pausa dalla parte relativa alla tenuta articolatoria della consonante [p] con cui cominciava la parola di destra della frase cornice? Si è adottata la convenzione di attribuire alla durata della tenuta articolatoria il valore medio delle tenute articolatorie della consonante [p] in sede intervocalica nelle parole [‘pVpV] del *corpus*. Sottraendo questo valore dal valore della porzione di silenzio, risultava il valore dell’eventuale pausa. Nei 18 casi su 34 caratterizzati dalla presenza di una pausa, il suo valore medio è risultato essere pari a 182 ms (DS: 87 ms).

Mentre il tipo di vocale non è risultato significativo, risultano tali sia la lunghezza fonologica (F (1,81) = 27,750; p < ,000) che il tipo di confine (F (2,81) = 17,293; p < 0,000). Ad un test *post-hoc* di tipo Bonferroni per la valutazione della significatività delle differenze nei confronti di coppia, è risultato che i tipi di confine che contrastavano significativamente erano quello relativo alla parola (P) vs gli altri due tipi (S per sillaba, e N per “nessun confine”, p > 0,000).

La figura 2 illustra i valori degli intervalli. I valori relativi alle vocali diverse sono stati mediati, stante la non significatività di tale fattore.

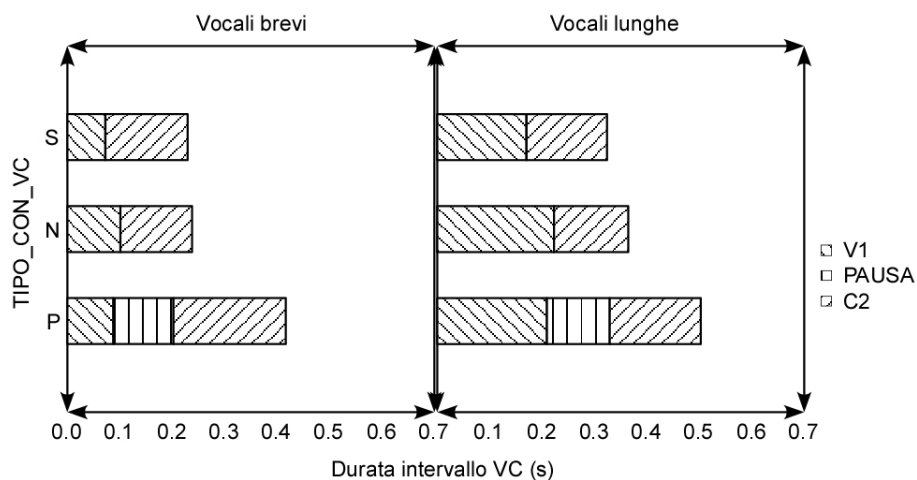


Figura 2. Valori temporali (s) della durata acustica degli elementi segmentali relativi alla vocale (V1) della parola *target* e alla consonante successiva (C2) in relazione al tipo di confine: nessun confine (N = CVC), confine di sillaba (S = CV\$CV) e confine di parola (P = CV#CV).

4.2 Analisi cinematiche

L'effetto delle variabili di tipo prosodico e fonologico sulle misure di tipo cinematico è stato indagato tramite una serie di analisi statistiche ANOVA univariate a 3 fattori:

- lunghezza fonologica (vocale breve: "B", vocale lunga: "L");
- tipo di vocale (/a/, /e/, /ø/, /ɔ/);
- tipo di confine:

apertura: (nessun confine: CVC; confine di sillaba: CV\$CV; confine di parola: CV#CV);

chiusura: (confine di parola: CVC; confine di sillaba: CV\$CV; confine di parola: CV#CV).

I gesti di apertura e di chiusura sono stati analizzati **separatamente**. Data la tipologia prevalente delle parole italiane che iniziano per consonante e terminano per vocale, in presenza di un confine il gesto di apertura orale si colloca tipicamente a sinistra in posizione di pre-confine, mentre il gesto di chiusura orale si colloca tipicamente a destra in posizione di post-confine. In questo articolo analizzeremo soltanto i tre livelli relativi al gesto di apertura e due dei tre livelli relativi al gesto di chiusura. Infatti, poiché il gesto di chiusura relativo al monosillabo CVC è un gesto posizionato prima del confine (di parola), non può essere analizzato insieme con gli altri due gesti di chiusura che sono posizionati dopo il confine (di sillaba e di parola), ma non può neanche essere analizzato insieme con gli altri gesti posizionati prima del confine, perché questi sono di apertura e non di chiusura.

Prima però analizzeremo la durata del ciclo articolatorio, risultante dalla somma del gesto di apertura con il gesto di chiusura, per le sole strutture CV\$CV e CV#CV.

4.3 Analisi cinematica della durata del ciclo articolatorio (gesti di apertura+ chiusura)

La durata del ciclo articolatorio, risultante dalla somma delle durate del gesto di apertura e del gesto di chiusura per le strutture CV\$CV e CV#CV (v. fig. 3) è stata

sottoposta a un'ANOVA univariata a 3 fattori (citati nel precedente sottoparagrafo). Gli unici fattori che risultano avere un'influenza sulla durata del ciclo articolatorio sono la lunghezza fonologica ($L > B$, $F(1,51) = 27,950$, $p < 0,000$) e il tipo di confine ($CV\#CV > CV\$CV$), $F(1,51) = 37,0$, $p < 0,000$).

4.4 Analisi cinematiche del gesto di apertura

4.4.1 Durata

Per il gesto di apertura, la parte in alto a sinistra della fig. 3 illustra i valori medi di durata (ms) per le vocali brevi, mentre quelli relativi alle vocali lunghe sono visualizzati in basso a sinistra. L'analisi ANOVA ha evidenziato come fattori significativi la lunghezza fonologica ($L > B$, $F(1,81) = 332,0$, $p < 0,000$), il tipo di vocale ($/ɔ/ > /ø/ > /a/ = /e/$, $F(3,81) = 8,9$, $p < 0,000$), il tipo di confine ($CV\#CV = CVC > CV\$CV$, $F(2,81) = 13,4$, $p < 0,000$) e l'interazione tipo di vocale X tipo di confine ($F(1,81) = 8,4$, $p < 0,000$).

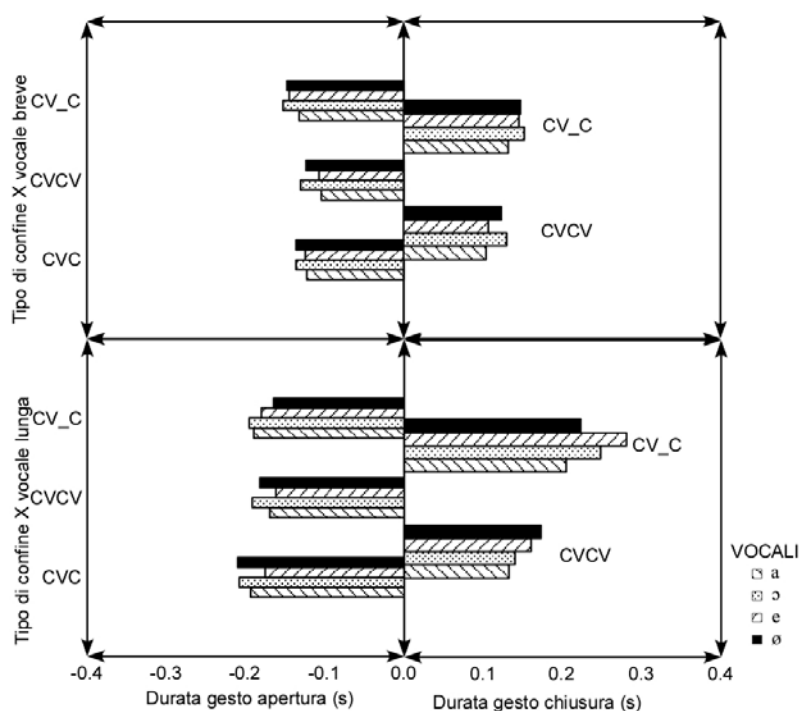


Figura 3. Valori temporali medi (s) della durata dei gesti di apertura (a sin.) e chiusura (a destra), relativi ai tipi di confine (nessun confine "CVC", confine di sillaba "CVCV" e di parola "CV_C"), distinti per tipo e lunghezza fonologica della vocale (breve (B) sopra, lunga (L) sotto)

4.4.2 Ampiezza

Il grafico a sinistra della fig. 4 illustra i valori medi di ampiezza (mm) per le vocali brevi, mentre quelli relativi alle vocali lunghe sono visualizzati a destra. L'analisi ANOVA ha evidenziato come fattori significativi la lunghezza fonologica, dove L è maggiore di B ($F(1,81) = 10,510$, $p < 0,002$), il tipo di vocale ($/a/ > /ɔ/ > /ø/ > /e/$, $F(3,81) = 131,462$, $p < 0,000$).

0,000), il tipo di confine ($CVC > CV\$CV > CV\#CV$, $F(2, 81) = 12,834$, $p < 0,000$) e l'interazione lunghezza fonologica X tipo di vocale ($F(3, 81) = 20,420$, $p < 0,000$), lunghezza fonologica X tipo di confine ($F(2,81) = 3,496$, $p < 0,035$), tipo di vocale X tipo di confine (per tutte le vocali l'ampiezza è maggiore per il gesto in confine di parola, salvo che per /ø/, $F(2,81) = 3,877$, $p < 0,002$).

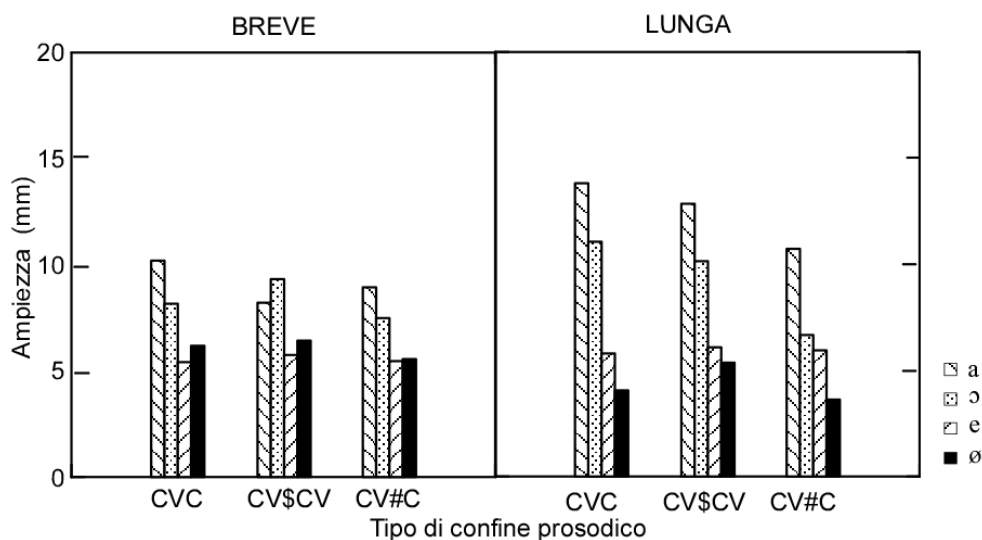


Figura 4. Valori medi dell'ampiezza (mm) dei gesti di apertura relativi ai tipi di confine (nessun confine "CVC", confine di sillaba "CV\$CV" e di parola "CV#C"), e distinti per tipo e lunghezza fonologica della vocale ("B" a sinistra, "L" a destra).

4.4.3 Velocità massima

Il grafico a sinistra della fig. 5 illustra i valori medi di velocità massima (mm/s) per le vocali brevi, mentre quelli relativi alle vocali lunghe sono visualizzati a destra. L'analisi ANOVA ha evidenziato come fattori significativi la lunghezza fonologica, dove L è maggiore di B ($F(1, 81) = 76,921$, $p < 0,000$), il tipo di vocale ($/a/ > /o/ > /e/ > /ø/$, $F(3, 81) = 114,021$, $p < 0,000$), il tipo di confine ($CV\$CV > CVC > CV\#CV$, $F(2, 81) = 27,899$, $p < 0,000$) e l'interazione tipo di vocale X tipo di confine (per tutte le vocali la velocità segue la gerarchia $CV\$CV > CVC > CV\#CV$, eccetto che per /a/, dove l'effetto dei primi due confini è uguale, $F(6,81) = 2,372$, $p < 0,037$).

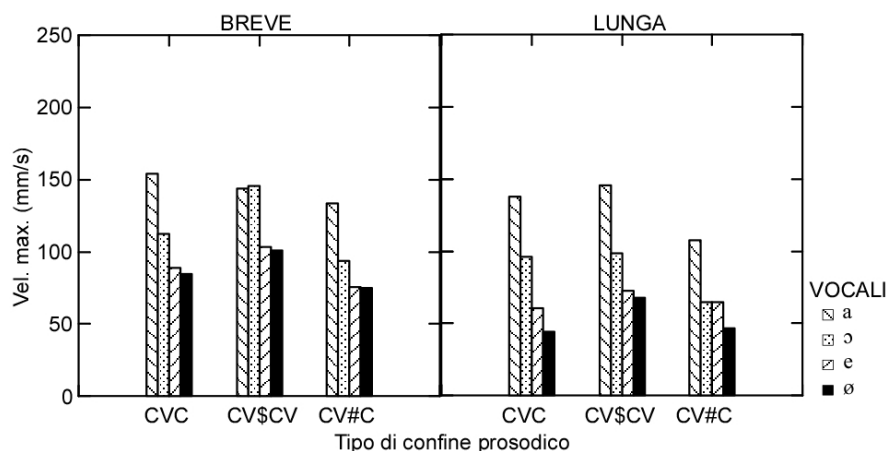


Figura 5. Valori medi della velocità massima (mm/s) dei gesti di apertura relativi ai tipi di confine (nessun confine “CVC”, confine di sillaba “CV\$CV” e di parola “CV#C”), e distinti per tipo e lunghezza fonologica della vocale (“B” a sinistra, “L” a destra)

4.4.4 Stiffness

Il grafico a sinistra della fig. 6 illustra i valori medi della *stiffness* per le vocali brevi, mentre quelli relativi alle vocali lunghe sono visualizzati a destra. Ricordiamo che la *stiffness*, o costante di velocità, viene stimata dal rapporto Vel.Max/Ampiezza. L’analisi ANOVA ha evidenziato come fattori significativi la lunghezza fonologica, dove B è maggiore di L ($F(1, 81) = 286,410, p < 0,000$), il tipo di vocale ($/a/ = /e/ = /ø/ > /ɔ/$, $F(3, 81) = 10,545, p < 0,000$), il tipo di confine ($CV\$CV > CVC = CV\#CV$, $F(2, 81) = 18,781, p < 0,000$) e le interazioni tipo di vocale X lunghezza fonologica ($F(3,81) = 8,300, p < 0,000$) e lunghezza fonologica X tipo di confine (per le B, vige la gerarchia $CV\$CV > CVC = CV\#CV$, mentre per le lunghe sembra non esserci nessun effetto dovuto al tipo di confine $F(2,81) = 9,792, p < 0,000$).

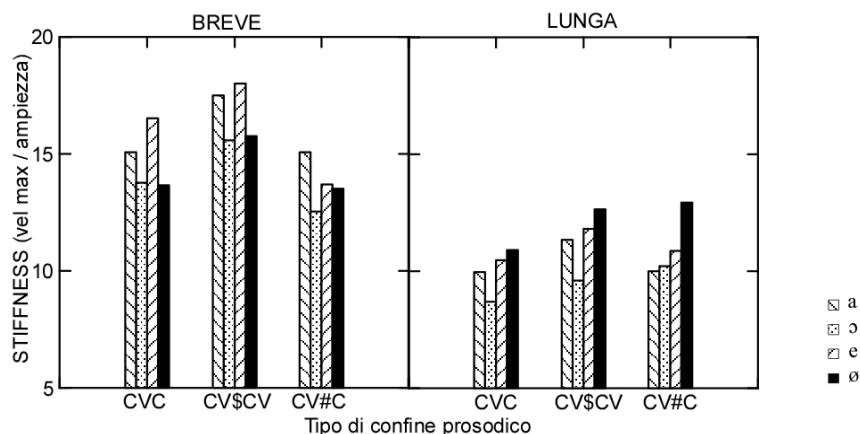


Figura 6. Valori medi della *stiffness* (vel. max./ampiezza) dei gesti di apertura relativi ai tipi di confine (nessun confine “CVC”, confine di sillaba “CV\$CV” e di parola “CV#C”), e distinti per tipo e lunghezza fonologica della vocale (“B” a sinistra, “L” a destra)

4.4.5 Time-to-Peak

Il grafico a sinistra della fig. 7 illustra i valori medi del *Time-to-Peak* per le vocali brevi, mentre quelli relativi alle vocali lunghe sono visualizzati a destra. Ricordiamo che il *Time-to-Peak* misura l'intervallo temporale che intercorre tra l'inizio del gesto ed il punto in cui il gesto stesso raggiunge la velocità massima, ed è espresso in valore percentuale facendo riferimento alla durata totale dello stesso gesto. L'analisi ANOVA ha evidenziato come fattori significativi la lunghezza fonologica, dove B è maggiore di L ($F(1, 81) = 144,170$, $p < 0,000$), e l'interazione lunghezza fonologica X tipo di confine ($F(2,81) = 8,662$, $p < 0,000$).

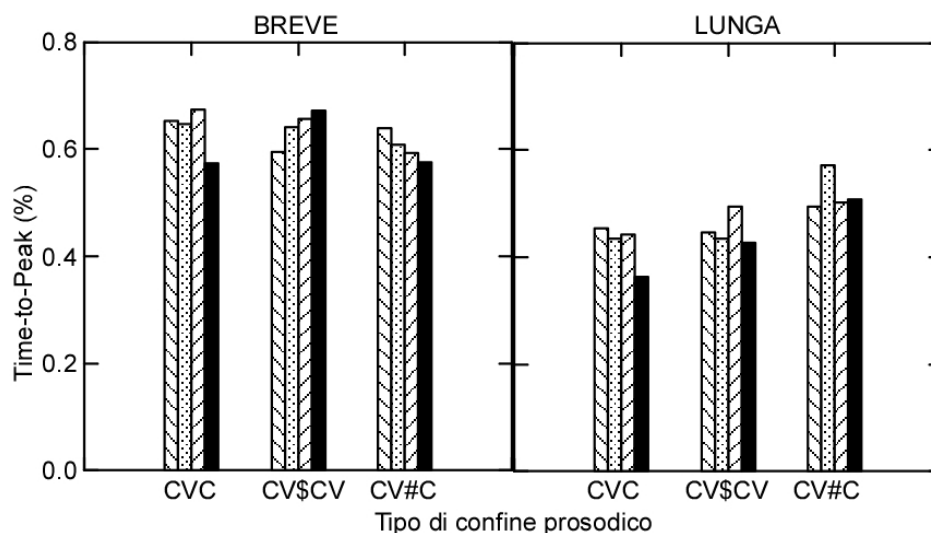


Figura 7. Valori medi del *Time-to-Peak* dei gesti di apertura relativi ai tipi di confine (nessun confine "CVC", confine di sillaba "CV\$CV" e di parola "CV#C"), e distinti per tipo e lunghezza fonologica della vocale ("B" a sinistra, "L" a destra)

4.4.6 Variabilità vs stabilità

Cho (2001) dimostra che la differenza cinematica tra diversi confini (interni alla parola) è veicolata più dalle misure di dispersione statistica (come la deviazione standard e l'errore standard, cioè la DS divisa per il numero del campione) che da quelle della tendenza centrale (come la media), nel senso che le misure degli intervalli temporali e delle aree di contatto linguopalatale a cavallo dei confini sono più stabili e meno variabili all'interno di un'unità monomorfemica che eteromorfemica. In merito a ciò abbiamo voluto verificare se a livello puramente osservativo emergeva una qualche tendenza nei nostri dati. Quello che abbiamo trovato è che il valore dell'errore standard (dati non presentati) di tutti i parametri cinematici fin qui considerati è sistematicamente minore per il gesto di apertura relativo al monosillabo chiuso: sembrerebbe quindi che l'assenza di confine sia caratterizzata da una maggiore stabilità cinematica.

4.5 Analisi cinematiche del gesto di chiusura

4.5.1 Durata

I valori medi di durata dei gesti di chiusura sono rappresentati separatamente in base alla lunghezza fonologica della vocale. La parte in alto a destra della figura 3 illustra i valori medi di durata (ms) per le vocali brevi, mentre quelli relativi alle vocali lunghe sono visualizzati in basso a destra. L'analisi ANOVA ha evidenziato come fattori significativi la lunghezza fonologica ($L > B$; $F(1, 51) = 4,924$, $p = 0,031$) e il tipo di confine ($F(1, 51) = 25,730$, $p < 0,000$). In quest'ultimo caso, la posizione successiva al confine di parola era collegata a una maggior durata rispetto al confine di sillaba, mentre non sembra esserci una grande differenza tra confine di parola e confine di sillaba.

4.5.2 Ampiezza

Il grafico a sinistra della fig. 8 illustra i valori medi di ampiezza (mm) per le vocali brevi, mentre quelli relativi alle vocali lunghe sono visualizzati a destra. L'analisi ANOVA ha evidenziato come fattori significativi la lunghezza fonologica, dove L è maggiore di B ($F(1, 51) = 9,299$, $p < 0,004$), il tipo di vocale ($/a/ > /ɔ/ > /e/ > /ø/$, $F(3, 51) = 29,335$, $p < 0,000$), e l'interazione tra la lunghezza fonologica e il tipo di vocale ($F(3, 51) = 11,205$, $p < 0,000$), e tra la lunghezza fonologica e il tipo di confine ($L > B$ solo per CV\$CV, $F(1,51) = 5,089$, $p < 0,028$).

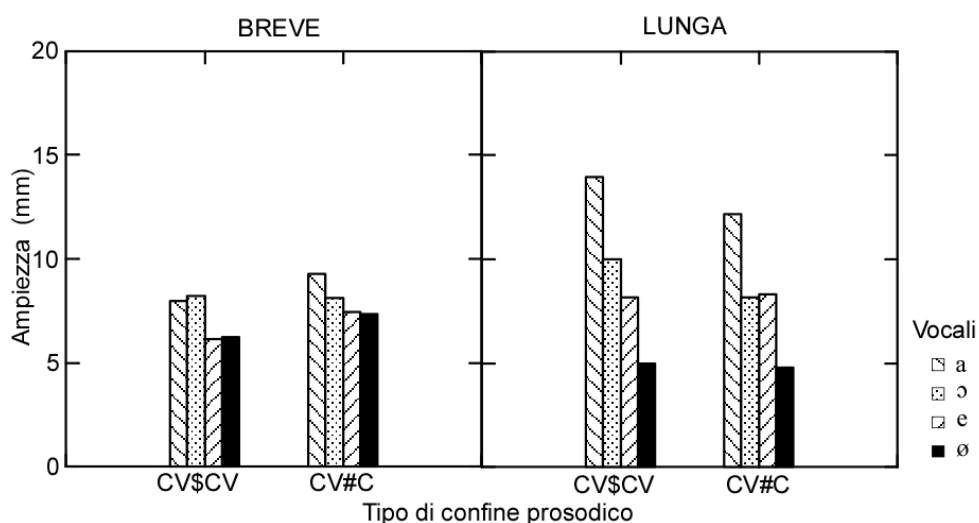


Figura 8: valori medi dell'ampiezza (mm) dei gesti di chiusura relativi al tipo di confine: confine di sillaba (CV\$CV) e confine di parola (CV#CV), distinti per tipo e lunghezza fonologica della vocale ("B" a sinistra, "L" a destra)

4.5.3 Velocità massima

Il grafico a sinistra della fig. 9 illustra i valori medi di velocità massima (mm/s) per le vocali brevi, mentre quelli relativi alle vocali lunghe sono visualizzati a destra. L'analisi ANOVA ha evidenziato come fattori significativi il tipo di vocale ($/a/ > /ɔ/ > /e/ > /ø/$, $F(3, 51) = 34,882$, $p < 0,000$), il tipo di confine (CVCV > CV#CV$, $F(1, 51) = 28,062$, $p < 0,000$) e l'interazione lunghezza fonologica X tipo di vocale ($F(3,51) = 3,672$, $p < 0,018$).

L'interazione tra lunghezza fonologica X tipo di confine si è fermata a un passo dalla significatività ($F(1,51) = 3,873$, $p < 0,055$), evidenziando come il gesto abbia una velocità relativamente maggiore quando segue il confine di sillaba nella struttura con la vocale lunga.

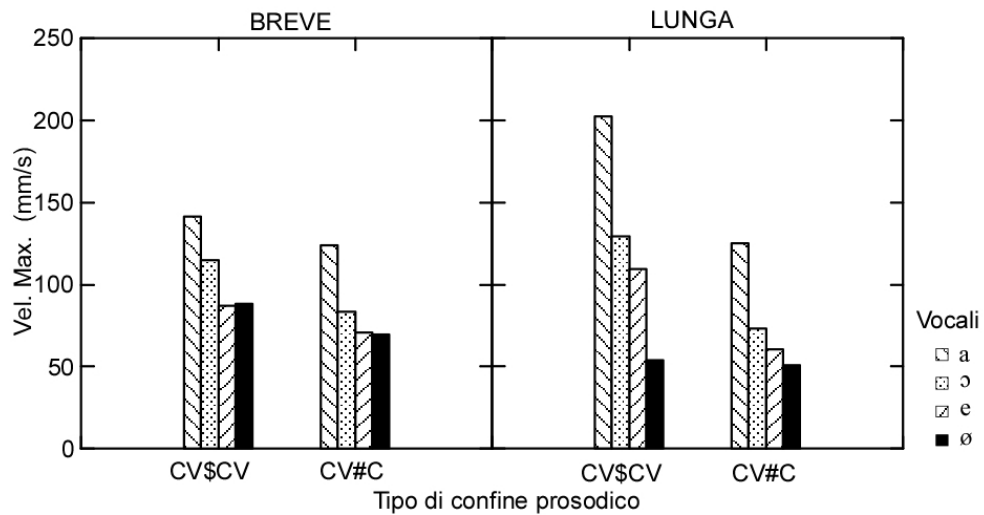


Figura 9: valori medi della velocità massima (mm/s) dei gesti di chiusura relativi al tipo di confine, di sillaba (CV\$CV) e di parola (CV#CV), distinti per tipo e lunghezza fonologica della vocale (“B” a sinistra, “L” a destra)

4.5.4 Stiffness

Il grafico a sinistra della fig. 10 illustra i valori medi della *stiffness* per le vocali brevi, mentre quelli relativi alle vocali lunghe sono visualizzati a destra. L'analisi ANOVA ha evidenziato come fattori significativi la lunghezza fonologica, dove B è maggiore di L ($F(1, 51) = 7,678$, $p < 0,008$), il tipo di vocale ($/a/ > /e/ = /ø/ = /ɔ/$, $F(3, 51) = 4,502$, $p < 0,007$), il tipo di confine ($CV\$CV > CV\#CV$, $F(1, 51) = 24,187$, $p < 0,000$).

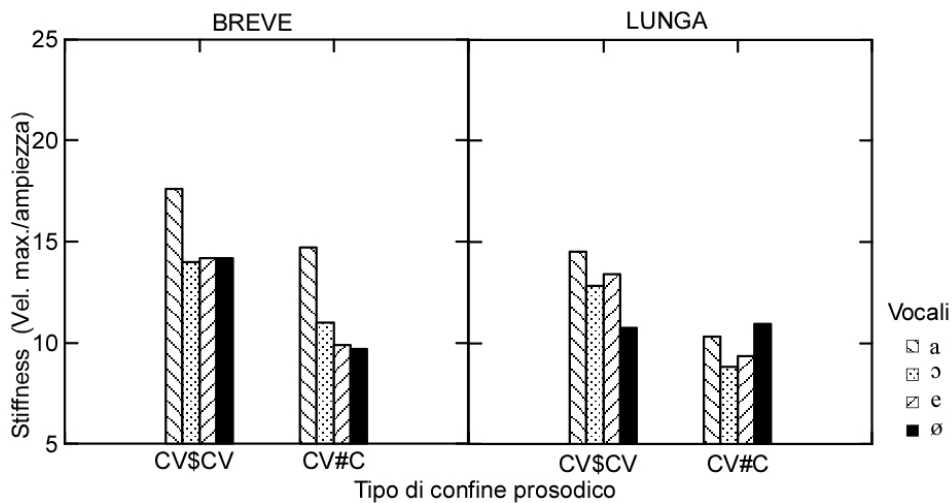


Figura 10: valori medi della *stiffness* dei gesti di chiusura relativi al tipo di confine, di sillaba (CV\$CV) e di parola (CV#CV), distinti per tipo e lunghezza fonologica della vocale (“B” a sinistra, “L” a destra)

4.5.5 Time-to-Peak

Il grafico a sinistra della fig. 11 illustra i valori medi del *Time-to-Peak* per le vocali brevi, mentre quelli relativi alle vocali lunghe sono visualizzati a destra. L’analisi ANOVA ha evidenziato come fattori significativi la lunghezza fonologica, dove L è maggiore di B ($F(1,51) = 40,508, p < 0,000$), mentre il tipo di confine non è significativo.

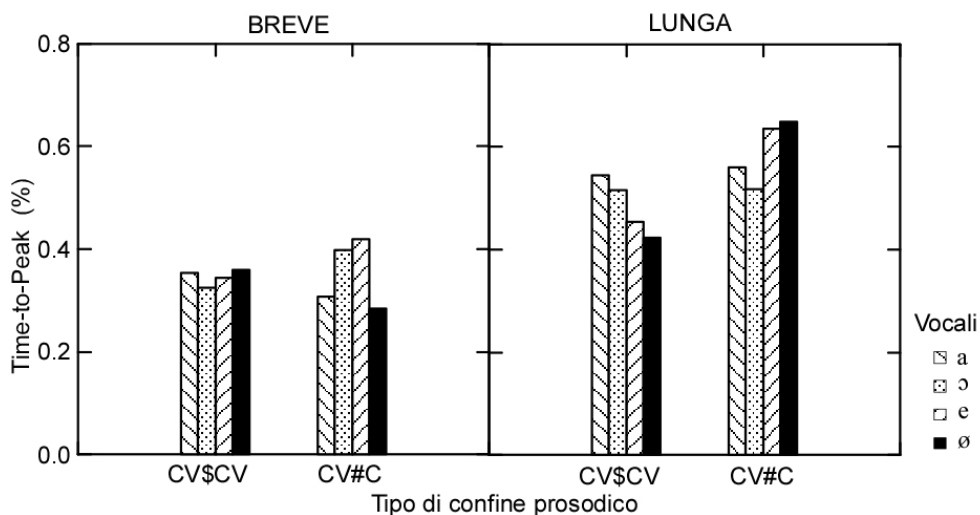


Figura 11: valori medi del *time-to-peak* (%) dei gesti di chiusura relativi al tipo di confine, di sillaba (CV\$CV) e di parola (CV#CV), distinti per tipo e lunghezza fonologica della vocale (“B” a sinistra, “L” a destra)

4.5.6 Variabilità vs stabilità

A livello puramente osservativo, il valore dell'errore standard (dati non presentati) dell'ampiezza, della velocità e della *stiffness* è minore per il gesto di chiusura che segue un confine di parola rispetto a quello che segue un confine di sillaba.

5. DISCUSSIONE

5.1 Durata acustica

Lunghezza fonologica e tipo di confine determinano la durata acustica che va dall'inizio di C alla fine di V nelle sequenze da noi considerate. Relativamente al tipo di confine, quello di sillaba non si distingue significativamente dall'assenza di confine, mentre ambedue sono significativamente inferiori al confine di parola. Questa differenza è dovuta prevalentemente alla comparsa di una pausa tra le due parole, che però non si ritrova in circa la metà delle frasi. Altre analisi, qui non presentate, hanno comunque accertato che la differenza persiste anche selezionando le frasi senza pause.

5.2 Durata articolatoria

La durata del gesto articolatorio costituisce la misura che implementa direttamente le distinzioni di durata segmentale relative alla lunghezza fonologica e alla gerarchia prosodica, e per questo è particolarmente importante a livello descrittivo. Diciamo subito che, considerando insieme i due gesti di apertura e chiusura nel cosiddetto ciclo articolatorio, quelli relativi al confine di parola hanno sempre valori maggiori di quelli relativi al confine di sillaba.

Stabilito questo, ci possiamo volgere a vedere se le nostre ipotesi di lavoro sono state o meno verificate. Per quanto riguarda il supposto contenimento dell'allungamento del gesto di apertura relativo alla vocale breve in fine di parola, esso sembrerebbe effettivamente avere luogo poiché la durata maggiore del gesto di apertura si ha in corrispondenza dell'assenza di confine, ma il fatto che la durata del gesto di apertura relativo in corrispondenza del confine di parola sia minore anche per la vocale fonologicamente lunga, in assenza teorica di restrizioni all'allungamento di tipo prosodico, ci fa dubitare della bontà dell'ipotesi iniziale. Il fatto che la distinzione interna alla gerarchia prosodica venga però sempre osservata, e in modo molto marcato, nell'allungamento del gesto di chiusura potrebbe voler dire che il gesto di chiusura è il vero responsabile della distinzione di tipo prosodico (mentre il gesto di apertura è il responsabile della distinzione relativa alla lunghezza fonologica). Tuttavia, un'altra spiegazione relativa a questa apparente assenza di influenze prosodiche sul gesto di apertura potrebbe puntare ad un artefatto di tipo metodologico, nel senso che un eventuale allungamento del gesto vocalico andrebbe misurato primariamente sul movimento della lingua, anziché della labbra come è stato solo possibile fare qui (cfr. Byrd, 2000).

5.3 Ampiezza articolatoria

L'ampiezza articolatoria è molto sensibile alla lunghezza fonologica (i gesti di apertura e chiusura relativi alle strutture con vocali lunghe sono sempre più ampi dei corrispettivi gesti relativi alle vocali brevi). Probabilmente la funzione precipua dell'ampiezza consiste nell'implementare la differenza di bersaglio articolatorio per ciascun tipo di vocale (vedi gerarchia: **a** > **ɔ** > **e** > **ø**), stante la stretta correlazione esistente tra altezza della vocale e grado di apertura orale. Per quanto riguarda la relazione con il tipo di confine prosodico, sembra esserci una gerarchia soprattutto per le strutture con vocale fonologicamente lunga, nel senso che i gesti di apertura e di chiusura ai confini gerarchicamente inferiori vengono

realizzati con ampiezze maggiori, mentre i gesti delle strutture con vocali fonologicamente brevi probabilmente risentono in modo diretto del troncamento, che annulla ogni potenziale distinzione di tipo prosodico.

5.4 Velocità massima

I valori di questo parametro sono in stretta relazione con l'importanza della gerarchia prosodica: il confine meno importante (di sillaba) risulta essere quello circondato da gesti di apertura e chiusura più veloci rispetto al confine più importante (di parola), caratterizzato da gesti meno veloci. Questo parametro non risente, a differenza dell'ampiezza, del troncamento relativo alle vocali fonologicamente brevi e risulta quindi significativo per ambedue i gesti. E' da notare che, per il gesto di apertura, l'assenza di confine della struttura CVC non si distingue significativamente dal confine di sillaba nella struttura CV\$CV.

5.5 Stiffness

Questo parametro era stato indicato da Byrd & Saltzman (1998) come il principale correlato cinematico del tipo di confine prosodico, dato che i valori della *stiffness* dei gesti di apertura e chiusura al confine gerarchicamente più importante erano inferiori a quelli del confine meno importante. Inoltre, un nostro studio precedente (Zmarich *et al.*, 2003) sui correlati cinematici delle lunghezze fonologica aveva messo in luce come il gesto di apertura relativo alla vocale breve avesse un valore sistematicamente superiore rispetto a quello per la vocale lunga (anche se la variazione della *stiffness* è semplicemente una conseguenza indiretta del diverso rapporto di fase tra il gesto di apertura ed il gesto di chiusura successivo).

Nei dati presenti la *stiffness* è sempre risultata significativamente diversa, sia per il tipo di confine prosodico, sia per la lunghezza fonologica. Merita osservare che l'interazione tra tipo di confine e lunghezza fonologica è statisticamente significativa per il gesto di apertura: il fatto di essere relativo ad una vocale breve richiederebbe una *stiffness* piuttosto alta, ma il fatto che il gesto si trovi ad un confine importante, richiedente una *stiffness* inferiore, rende il valore effettivo per la struttura CV#CV il più basso tra i tre tipi di strutture. La differenza legata al tipo di confine risulta marcatamente più netta per il gesto di chiusura.

5.6 Time-to-Peak

Questo parametro non differenzia significativamente il tipo di confine, mentre è invece un indice attendibile della lunghezza fonologica (vedi Zmarich *et al.*, 2003), che interagisce anche con il tipo di gesto (apertura o chiusura). L'interazione statisticamente significativa tra tipo di confine e lunghezza fonologica è dovuta al gesto di apertura che nella vocale breve presenta il valore di *Time-to-Peak* più alto. Resta però da osservare una certa diversità nel gesto di chiusura che distingue col valore più alto, anche se in modo non significativo, il confine più importante rispetto al valore più basso del confine meno importante. Questo dato riflette da vicino l'andamento dei valori per la *stiffness*, che sappiamo essere legata al *Time-to-Peak* anche dal punto di vista teorico.

5.7 Variabilità vs stabilità

A livello puramente osservativo, i valori dell'errore standard relativi a tutti i parametri considerati del gesto di apertura indicano una minore variabilità e quindi una maggiore stabilità cinematica in assenza di confine (cioè quando il gesto è nella struttura CVC), ma non segnalano differenze per gli altri due tipi di confine (di sillaba e di parola).

Per quanto riguarda il gesto di chiusura, che non è mai in assenza di confine, i valori dell'errore standard dell'ampiezza, della velocità e della *stiffness* sono minori per il gesto di chiusura che segue un confine di parola rispetto a quello che segue un confine di sillaba.

6. CONCLUSIONE

I risultati di questo studio, di natura preliminare, dimostrano che effettivamente la durata acustica delle strutture analizzate risente contemporaneamente dell'importanza della gerarchia prosodica e della opposizione fonologica di lunghezza vocalica, e che queste variazioni di durata siano effettivamente il riflesso di variazioni di durata cinematica, che sono generate da meccanismi alquanto complessi responsabili dei fatti di natura fonologica e prosodica. Pur in questa complessità, ci sentiamo di affermare che le differenze acustiche di natura prosodica trovano il correlato cinematico più sistematico e diretto nella velocità massima dei gesti di apertura e chiusura, che sono sempre inferiori per il confine prosodico più importante, che è quello di parola. Altrimenti detto, i gesti articolatori relativi ai segmenti acustici in confine di parola intraprendono un rallentamento significativo rispetto ai gesti in confine di sillaba. Se questo rallentamento sia dovuto ad una riduzione della *stiffness*, come sostenuto dalla letteratura, sarà oggetto di un prossimo studio.

7. BIBLIOGRAFIA

- Avesani, C., 1995. ToBI. Un sistema di trascrizione per l'intonazione italiana. In *Atti delle V giornate di Studio del Gruppo di Fonetica Sperimentale*, Trento, 1994, 85-98.
- Browman, C. P., Goldstein, L., 1992. Articulatory Phonology: An overview. *Phonetica*, 49, 155-180.
- Browman, C. P., Goldstein, L., 2000. Competing constraints on intergestural coordination and self-organization of phonological structures. *Bulletin de la Communication Parlée, Institut de la Communication Parlée Grenoble*, 5, 25-34.
- Byrd, D., 2000. Articulatory vowel lengthening and coordination at phrasal junctures. *Phonetica*, 57, 3-16.
- Byrd, D., Kaun, A., Narayanan S., Saltzman E., 2000. Phrasal signatures in articulation. In M. B. Broe & J. B. Pierrehumbert, *Papers in Laboratory Phonology V. Acquisition and the Lexicon*, Cambridge (UK), Cambridge University Press, 70-87.
- Byrd, D., Saltzman, E., 1998. Intra-gestural dynamics of multiple prosodic boundaries. *Journal of Phonetics*, 26, 173-199.
- Byrd, D., Saltzman, E., 2003. The elastic phrase: Modeling the dynamics of boundary-adjacent lengthening. *Journal of Phonetics*, 31, 2, 149-180.
- Cho, T., 2001. Effects of morpheme boundaries on intergestural timing: Evidence from Korean. *Phonetica*, 58, 129-162.
- Cho, T., in stampa. Manifestation of prosodic structure in articulatory variation: Evidence from lip kinematics in English. In L. M. Goldstein, D. H. Whalen e C. T. Best (a c. d.) *Laboratory Phonology 8: Varieties of Phonological Competence*, Berlin-New York: Mouton de Gruyter.
- De Jong, K., 1995. The supraglottal articulation of prominence in English: linguistic stress as localized hyperarticulation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 97, 491-504.

- Delattre, P., 1965. Comparing the phonetic features of English, French, German and Spanish: an interim report. New York: Chilton Books.
- Farnetani, E., 1989. Acoustic correlates of linguistic boundaries in Italian: A study on duration and fundamental frequency. In *Proceedings of Eurospeech 89*, 2, 332-335.
- Farnetani, E., 1997. The phonetic word: the articulation of stress and boundaries in Italian". In *Quaderni del Centro di Studio per le Ricerche di Fonetica*, 16. Padova, Ed. Libreria Progetto, 157-172.
- Farnetani, E.; Vayra, M., 1996. The role of prosody in the shaping of articulation of Italian "CV" syllables". in *Proceedings of the I ESCA Tutorial and research Workshop on Speech production Modelling: from Control Strategies to Acoustics*, Autrans, France, May 20-24, 9-12.
- Ferrigno, G., Bettini, F., Magno Caldognetto, E., 1999. Tecniche optoelettroniche per l'analisi dei disturbi articolatori. In A. Tronconi (a c. d.) *Atti VI Convegno Nazionale Informatica, Didattica, Disabilità*, Andria (Bari) 4-6 Novembre, 84-88.
- Fougeron, C., 2001. Articulatory properties of initial segments in several prosodic constituents in French. *Journal of Phonetics*, 29, 109-135.
- Fowler, C. A., 1980. Coarticulation and theories of extrinsic timing. *Journal of Phonetics*, 8, 113-133.
- Keating, P. A., Cho, T., Fougeron, C., Hsu, C. S., 2003. Domain-initial articulatory strengthening in four languages. In J. Local, R. Ogden, R. Temple (a c. d.) *Phonetic Interpretation. Papers in Laboratory Phonology VI*, Cambridge: Cambridge University Press, 145-163.
- Nespor, M., 1993. *Fonologia*. Bologna: Il Mulino
- Nespor, M.; Vogel, I., 1986. *Prosodic Phonology*. Dordrecht: Foris Publications.
- Oller, D. K., 1973. The effect of position in utterance on speech segments duration in English. *Journal of the Acoustical Society of America*, 54(5), 1235-1247.
- Pierrehumbert, J.; Beckman, M., 1988. *Japanese tone structure*. Cambridge MA: MIT Press.
- Uguzzoni, A.; Busà, M. G., 1995. Correlati acustici della opposizione di quantità vocalica in area emiliana. *Rivista Italiana di Dialettologia*, 19, 7-39.
- Zmarich, C., Magno Caldognetto, E.; Ferrero, F., 1997. Analisi confrontativa di parlato spontaneo e letto: fenomeni macroprosodici e indici di fluenza. In F. Cutugno (a c. di) *Atti delle XXIV Giornate di Studio del Gruppo di Fonetica Sperimentale*, Napoli, 111-139.
- Zmarich, C., Uguzzoni, A.; Ferrari, V., 2003. Controllo articolatorio dell'opposizione di quantità vocalica in area emiliana: analisi cinematica dei gesti labiali. In G. Marotta e N. Nocchi, (a c. d.) *Atti delle XIII Giornate di Studio del Gruppo di Fonetica Sperimentale*, 28-30 novembre 2002, Pisa: Edizioni ETS, 295-306.