BALBUZIE E COARTICOLAZIONE

Caterina Pisciotta [a], Massimiliano Marchiori [b], Claudio Zmarich [a]
[a] Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione (ISTC), C.N.R., Sede di Padova;
[b] Psicologo, libero professionista
caterina.pisciotta@pd.istc.cnr.it, marchiori.massimiliano@yahoo.it, claudio.zmarich@pd.istc.cnr.it

1. SOMMARIO

La coarticolazione, intesa genericamente come l'influenza di un fono su un altro, nei soggetti balbuzienti è stata oggetto di numerosi studi: nel nostro, siamo partiti dalla considerazione che alcune ricerche sulla balbuzie suggeriscono che la coarticolazione nel parlato percettivamente fluente dei balbuzienti può essere diversa da quella riportata per i non balbuzienti – minor coarticolazione negli adulti (cfr. Robb & Blomgren, 1997), ma maggior coarticolazione dei bambini di età prescolare (cfr. Subramanian *et al.*, 2003). Esiste poi un altro filone di studi fonetici sulla balbuzie che si sofferma sulle influenze prosodiche nel linguaggio dei balbuzienti, che mostrano come essi siano effettivamente in grado di realizzare le differenze prosodiche tra parole focalizzate e non focalizzate, ma aumentano la frequenza delle disfluenze sulle parole in focus (vedi per esempio Bergmann, 1986; Marchiori *et al.*, 2005).

Questo lavoro prende le mosse dagli studi di Zmarich & Marchiori (2005) e Marchiori *et al.* (2005). In Zmarich & Marchiori (2005), le analisi su tutte le sillabe toniche (indipendentemente dalla posizione della sillaba nella parola) mostravano che i balbuzienti, rispetto ai non balbuzienti, coarticolavano di più le sillabe sotto condizione di 'focus ampio' e 'non in focus', ma di meno quelle in condizione di 'focus ristretto'. Con il presente studio, al contrario, ci siamo proposti di determinare il grado di coarticolazione anticipatoria di V su C solo sulla prima sillaba della parola, pronunciata in modo percettivamente fluente, in due contesti prosodici che favoriscono opposti livelli di coarticolazione, minimo per le sillabe non accentate e non in focus, e massimo per le sillabe accentate in focus ristretto (Zmarich, Avesani & Marchiori, 2006). I risultati evidenziano come, in condizioni massimamente critiche per il balbuziente (richiesta per un grado minimo di coarticolazione, e grado massimo di suscettibilità alle disfluenze: cfr. Marchiori *et al.*, 2005), i parlanti balbuzienti esibiscono un livello di coarticolazione significativamente maggiore rispetto a quello dei parlanti non balbuzienti. Questi risultati confermano lo studio di Subramanian *et al.* (2003), che esaminarono le transizioni di F2 nel parlato percettivamente fluente di bambini prescolari registrati subito dopo l'inizio della balbuzie.

Abbiamo inoltre analizzato le ripetizioni di sillaba nelle proposizioni disfluenti del soggetto (B) che produceva più disfluenze rispetto agli altri (54 parole disfluenti in totale). Abbiamo quindi misurato con la tecnica del *Locus of Equation* i valori di F2 al rilascio di C e al centro di V nella sillaba ripetuta immediatamente prima della sua produzione fluente (sillaba target), e abbiamo analizzato allo stesso modo anche la sillaba target e la seconda sillaba: essi appaiono piuttosto bassi, segnalando una scarsa coarticolazione. Ci sentiamo pertanto di affermare che l'alto grado di coarticolazione evidenziato dai quattro soggetti balbuzienti nella produzione fluente delle sillabe iniziali accentate in focus contrastivo possa attribuirsi a una strategia di reazione e compensazione che il soggetto balbuziente attua per tenere sotto controllo la propria balbuzie e riuscire fluente.

2. INTRODUZIONE

Con il termine 'coarticolazione' si indica l'influenza (acustica, articolatoria, percettiva) di un fono su un altro, che lungo l'asse temporale può seguirlo o precederlo. La coarticolazione viene detta perseverativa nel primo caso e anticipatoria nel secondo; cfr. il volume curato da Hardcastle & Hewlett (1999) e in particolare il capitolo – ivi contenuto – di Farnetani & Recasens (1999) per una trattazione che ne considera i molteplici aspetti.

A livello acustico, il principio della coarticolazione indica che alcune delle proprietà acustiche di un certo fono saranno presenti anche in uno o più dei foni adiacenti. Questa definizione è legata al concetto di target acustico e rivolge l'attenzione principalmente all'analisi formantica e dunque allo studio dell'andamento delle frequenze di risonanza del suono; tali indici, rilevati dall'analisi dello spettro acustico, sono particolarmente significativi in quanto permettono di risalire ai diversi atteggiamenti articolatori (luogo di costrizione principale all'interno del cavo orale secondo F2, grado di apertura orale secondo F1; cfr. Fant, 1970).

A livello percettivo, la coarticolazione, manifestandosi come compresenza delle caratteristiche acustiche proprie di un certo fono con quelle di un fono adiacente, potrebbe avere lo scopo di permettere che l'informazione relativa ad ogni dato fono possa essere mantenuta dal sistema percettivo più a lungo, favorendo un processamento in parallelo dell'informazione segmentale, e di conseguenza una trasmissione e una percezione più rapida del linguaggio.

A livello articolatorio, si ha coarticolazione quando un articolatore impegnato nella realizzazione di un fono interferisce in varia misura nella realizzazione di altri foni. L'interferenza può essere di natura fisica o acustica. Nel primo caso, in cui la coarticolazione prende il nome di adattativa, i foni coarticolati condividono uno o più articolatori necessari alla realizzazione dei loro bersagli, per es. il dorso della lingua nelle sequenze costituite da consonante velare e vocale; in questo caso, se la vocale è una vocale anteriore, come /i/, la realizzazione normale prevede che il locus articolatorio di /k/ diventi un po' più avanzato e quello di /i/ un po' meno avanzato di quelle che sarebbero le posizioni del dorso per gli stessi foni pronunciati isolatamente. Al contrario, l'interferenza può essere solo di tipo acustico (coproduzione, cfr. Fowler, 1980) quando le conseguenze acustiche del movimento degli articolatori per la produzione di foni adiacenti ad un dato fono, possono portare ad alterare la percezione di quest'ultimo rispetto a quella della sua pronuncia isolata. Questo caso viene a realizzarsi quando gli articolatori primari dei due foni sono anatomicamente e funzionalmente indipendenti, come per es. il velo, le labbra e la lingua, e il decorso temporale della loro attività si mette in relazione secondo fasi variabili di sincronizzazione che possono portare anche alla scomparsa di un certo fono, se le conseguenze acustiche del movimento articolatorio dell'altro fono si sovrappongono alle prime fino a schermarle del tutto. È questo il caso normale della produzione di sequenze formate da vocali-consonanti occlusive bilabiali-vocali, in cui durante l'occlusione bilabiale il movimento della lingua non lascia traccia acustica.

L'emergere dei fenomeni coarticolatori sembra rispondere a richieste di economia e funzionalità da parte del nostro sistema di comunicazione vocale. La coarticolazione aderisce innanzitutto ad un principio di 'economia temporale' in quanto permette al nostro unico tratto vocale, condizionato da vincoli di natura fisiologica, di produrre più segmenti fonologici, cioè più informazione, nell'unità di tempo. Inoltre il fenomeno coarticolatorio risponde anche ad un principio di 'economia da sforzo' poichè permette di diminuire lo sforzo articolatorio riducendo il contrasto fonetico e adattando un fono ai suoni che lo precedono e che lo seguono: tutti i sistemi motori, pur offrendo un insieme estremamente

ricco di possibilità per l'esecuzione di un dato compito, tendono sempre ad operare attraverso il minimo dispendio di energia.

Per quanto riguarda l'interazione tra coarticolazione e fattori prosodici (come i diversi livelli di prominenza), per la lingua inglese è stato dimostrato che le sillabe prosodicamente prominenti evidenziano una minore coarticolazione dei loro costituenti segmentali (C e V) rispetto a sillabe che sono meno prominenti (come le atone di parole che sono prive di focus, v. de Jong, Beckman & Edwards, 1993). Un maggior grado di prominenza vocalica e consonantica nelle sillabe focalizzate dovrebbe essere realizzato da labbra e lingua con movimenti tra i rispettivi target che sono più ampi e più rapidi. Questa strategia massimizza le caratteristiche di luogo di consonanti e vocali e riduce le reciproche influenze coarticolatorie. Per quanto riguarda l'italiano, Zmarich, Avesani & Marchiori (2006) hanno dimostrato come le caratteristiche fonetiche soprasegmentali influenzano la struttura prosodica del parlato ed anche la sua realizzazione segmentale: infatti le sillabe toniche sono significativamente meno coarticolate delle atone; la focalizzazione contrastiva invece, per la prima volta oggetto di studio per l'italiano, ha indotto variazioni di coarticolazione abbastanza sistematiche ma di grandezza minore e statisticamente non significative. Altri studi poi hanno messo in luce come anche la realizzazione dei confini prosodici possa essere eseguita con gradi diversi di coarticolazione che riflettono l'importanza relativa del confine all'interno della gerarchia prosodica, così che per esempio la sillaba iniziale di parola ha un grado minore di coarticolazione rispetto alle sillabe interne alla parola (cfr. Fougeron, 2001; Zmarich & Uguzzoni, 2005).

Venendo ora a discutere di balbuzie e di coarticolazione, è facile immaginare come la balbuzie, che viene definita come "un disordine nel ritmo della parola, nel quale il paziente sa con precisione ciò che vorrebbe dire, ma nello stesso tempo non è in grado di dirlo a causa di arresti, ripetizioni e/o prolungamenti di un suono che hanno carattere di involontarietà" (W.H.O, 1977; traduzione a cura di chi scrive), possa esser stata ricondotta da molti studiosi ad un'alterazione dei principi dell'economia temporale ed ergonomica che caratterizzano la coarticolazione. Da un punto di vista generale questa considerazione trae forza dalla consapevolezza che la balbuzie ha delle basi neurofisiologiche che colpiscono in particolare il sistema motorio. Numerosi studi di *Brain Imaging* condotti in questi ultimi anni sui balbuzienti mostrano anomalie nell'attivazione delle aree motorie cerebrali e del cervelletto, e tutti riportano differenze con i non balbuzienti nei controlli per la lateralizzazione cerebrale. Mentre molti risultati sono controversi, la pre-esistenza di una riduzione di densità della materia bianca nell'area motoria sinistra che presiede ai movimenti della laringe e della faccia è un fatto acclarato negli adulti (Sommer *et al.*, 2002; Sommer *et al.*, 2003) e anche nei bambini di 9 anni (Chang *et al.*, 2008; per una rassegna in italiano, vedi Patrocinio, 2008). Dal punto di vista teorico, sono ormai molti gli studiosi che spiegano la balbuzie con un tipo di controllo motorio 'debole/fragile' ma non deficitario (cfr. van Lieshout, *et al.* 2004) o deficitario *tout court* (Max, 2004), e alcuni studiosi hanno avanzato l'ipotesi che possa trattarsi di un terzo tipo di disordini motori, accanto alle famiglie ben conosciute delle disartrie e delle disprassie (Caruso & Strand, 1999; Kent, 2000; Brown *et al.*, 2005).

In questa ricerca ci siamo proposti di continuare l'analisi di Zmarich & Marchiori (2005), che avevano tentato di unificare due linee di ricerca sulla balbuzie che storicamente sono rimaste piuttosto separate, cioè quella che indaga i rapporti tra balbuzie e coarticolazione e l'altra che indaga i rapporti tra balbuzie e fattori prosodici, *in primis* l'accento. In passato queste due linee di ricerca si sono intersecate solo nell'opera di M.E. Wingate, che attribuiva la causa della balbuzie alla difficoltà di realizzare la transizione tra

l'inizio della consonante e il nucleo vocalico della sillaba, specie quando la sillaba è accentata e iniziale di parola (cfr. Wingate, 1988). In particolare:

approfondiremo l'analisi della coarticolazione della sillaba CV percettivamente fluente, per investigare cosa succede quando la sillaba da coarticolare assomma in se due fattori che le ricerche precedenti hanno messo in relazione con alte percentuali di balbuzie: la posizione iniziale di parola e il focus ristretto (per accento contrastivo);

affronteremo per la prima volta l'analisi della coarticolazione nelle sillabe disfluenti (sillabe ripetute) prima della loro realizzazione fluente, e confronteremo il grado di coarticolazione tra queste due realizzazioni della stessa sillaba, quella scorretta e quella corretta.

Prima di passare in rassegna i risultati delle diverse ricerche che hanno tentato di trovare una relazione tra balbuzie e coarticolazione, è opportuno premettere una spiegazione metodologica, senza la quale risulterebbe difficile l'interpretazione degli stessi. Esistono infatti due metodologie per misurare la coarticolazione, la *F2 ratio* (cfr. per esempio Nittrouer, Studdert-Kennedy & McGowan, 1988) e la *Locus Equation* (cfr. Sussman, Duder, Dalston & Cacciatore, 1999); bisogna sottolineare come esse a volte utilizzino gli stessi termini con significati diversi ed a volte del tutto contrapposti (vedi il termine chiave di *slope*). La F2 *ratio* e la *Locus Equation* sono state ben presentate da Farnetani (2003), della quale qui ripetiamo le parole:

"Nella metodologia F2-Ratio, gli effetti anticipatori in CV sono misurati al rilascio della consonante e sono espressi in termini del rapporto numerico tra i valori di F2 nel contesto di /i/ e F2 nel constesto di /a/. Si basa quindi sul confronto paradigmatico tra due emissioni (C/i/ vs C/a). In assenza di effetti coarticolatori il rapporto è intorno a 1, la coarticolazione aumenta quanto più il rapporto è maggiore di 1. [...] nella *locus equation* il grado di coarticolazione è rappresentato dalla regressione lineare della variabile dipendente, cioè il valore di F2 al rilascio della consonante (i.e., al V-Onset) sulla variabile dipendente, cioè il valore di F2 al V-target, secondo l'equazione: F2 Onset = K * F2 Target + C."

K, la pendenza, o coefficiente di regressione, è l'indice di coarticolazione, e varia da 0 (assenza di coarticolazione) ad 1 (massima coarticolazione). Questa procedura si basa quindi su una relazione di tipo sintagmatico tra due momenti della stessa emissione. Secondo Sussman *et al.* (1999: 770), le *locus equation* non incorrono in problemi di normalizzazione poichè "[they] are relatiolally derived and hence inherently incorporate a degree of spatial normalization".

È da notare che solo con la prima metodologia si può valutare un aspetto della coarticolazione come la velocità di transizione di F2 da C a V, poichè essa implica il riferimento alla durata della transizione (che va dal target di C, cioè il V-onset, all'inizio dello stato stabile di F2, cioè il target di V), e tale durata non può coincidere, per definizione, con il punto centrale della porzione stabile di V, misurato con la seconda metodica.

Per quanto riguarda gli adulti balbuzienti, che sono l'oggetto della presente ricerca, Stromsta & Fibiger (1981) per primi riscontrarono una riduzione della normale coarticolazione CV nelle ripetizioni dei balbuzienti, e, nell'ambito di un'analisi acustica delle vocali balbettate, Howell & Vause (1986) verificarono che la grande maggioranza delle vocali disfluenti e delle successive realizzazioni fluenti mancavano della transizione con la consonante precedente. Diversamente, Harrington (1987) trovò che nella produzione di target sillabici CV la disfluenza poteva consistere nella realizzazione della consonante foneticamente appropriata per il contesto vocalico.

Robb & Blomgren (1997), per primi, hanno analizzato acusticamente la coarticolazione linguale nel linguaggio percettivamente fluente dei balbuzienti, valutandola attraverso il tasso di variazione (escursione/durata) della transizione della seconda formante (F2) dal rilascio della consonante all'inizio della porzione stabile della vocale, che equivale alla velocità di cambiamento. In generale, i risultati hanno mostrato che la transizione CV nei balbuzienti è caratterizzata da una velocità maggiore rispetto ai nonbalbuzienti, perché secondo gli autori, la maggior velocità di transizione è correlata a cambi dimensionali nel tratto vocale più grandi o più veloci rispetto a quelli dei non balbuzienti (in sostanza, la lingua, nel passare dal target consonantico a quello vocalico, si muove di più , o a parità di tempo si muove più velocemente).

Nell'esperimento di Zmarich & Marchiori (2005), un piccolo gruppo di balbuzienti produceva in modo percettivamente fluente delle sillabe CV che erano fatte variare per contenuto segmentale, accento lessicale, focalizzazione della parola che le conteneva, posizione della sillaba nella parola e delle parole nella frase (vedi la descrizione della procedura sperimentale nel presente articolo). Per quanto riguarda la coarticolazione, le analisi su tutte le sillabe (indipendentemente dalla posizione della sillaba nella parola) mostravano che i balbuzienti, rispetto ai non balbuzienti, hanno un coefficiente di *slope* della regressione lineare che è maggiore per i valori di $F2_C$ e $F2_V$ delle sillabe atone sotto condizione di 'focus ampio' e 'non in focus' (cioè maggior coarticolazione), ma che è minore per le sillabe toniche sotto condizione di 'focus ristretto' (cioè minor coarticolazione).

Per quanto riguarda, invece, gli studi sull'influenza dei fattori prosodici sulla balbuzie, citeremo qui di seguito gli studi più significativi, rinviando per un'esposizione più approfondita a Marchiori *et al.* (2005).

Wingate (1976; 1984) diede molta importanza all'influenza delle variabili prosodiche nel manifestarsi della balbuzie, concentrando la sua attenzione soprattutto sull'accento lessicale. Descrisse pertanto la balbuzie come un difetto prosodico che si manifesta in modo intermittente sulla sillaba accentata (*stress increase*), in conseguenza dell'incapacità di realizzare la transizione tra la sillaba accentata e la successiva. Anche se in seguito cambiò idea sulla natura della transizione, identificandola nel passaggio dalla consonante alla vocale della sillaba accentata (Wingate, 1988), resta comunque uno dei primi autori ad aver considerato certe disfluenze, come le ripetizioni di sillaba, non tanto come marcatori di loci linguistici che presentano difficoltà per il balbuziente, tanto è vero che vengono prodotti spesso molte volte, quanto come la manifestazione dell'incapacità di pronunciare la sillaba successiva, la quale costituirebbe allora la vera causa della difficoltà. La sua intuizione è stata recentemente raffinata ulteriormente da Howell e collaboratori (cfr. Howell & Au-Yeung, 2002), che ne hanno fatto una pietra angolare della loro teoria EXPLAN.

Tornando a Wingate, i risultati della precedenti ricerche di Brown (1938), che avevano messo in luce la forte associazione tra episodi di balbuzie, fono iniziale di parola e classe grammaticale (parole 'contenuto'), vennero così da lui commentati: "è importante sottolineare come l'occorrenza della balbuzie nei suoni iniziali della parola è in stretta relazione con la sillaba accentata. […] Se consideriamo il fatto che la maggior parte delle parole inglesi è accentata sulla prima sillaba [e sono anche parole contenuto, nota degli aa.], non stupisce che gran parte degli episodi di balbuzie occorrano proprio su questa; ciò può essere interpretato secondo il principio che la balbuzie è dipendente dall'accento" (Wingate, 1979; trad. a cura di Marchiori *et al.*, 2005).

Weiner (1984), in apparente contrasto con l'ipotesi di Wingate che la balbuzie sia fortemente associata alla realizzazione dell'accento, sostenne che gli episodi di balbuzie erano

più legati alla produzione della sillaba iniziale in parole bisillabiche, anche quando l'accento lessicale veniva trasferito dalla prima alla seconda sillaba.

Bergmann (1986) dimostrò che i balbuzienti, nonostante incontrassero difficoltà nella realizzazione dei parametri acustici dell'accento di focus contrastivo, erano in grado di collocarlo correttamente all'interno dell'enunciato e, se balbettavano, lo facevano sulla sillaba interessata dall'accento intonativo (focus contrastivo). In un altro esperimento, che richiedeva la lettura di versi poetici caratterizzati da una successione fissa di accenti, la produzione delle sillabe accentate da parte dei balbuzienti non rispettava le caratteristiche fonetiche e fonologiche richieste dalla realizzazione normale e gli intervalli tra le sillabe accentate erano più variabili negli enunciati dei balbuzienti rispetto a quelli del gruppo di controllo. Secondo Bergmann (1986: 290), questi risultati favoriscono la conclusione che la balbuzie sia un disturbo prosodico, legato all'implementazione articolatoria dei parametri acustici che trasmettono la prominenza intonativa e accentuale.

Klouda & Cooper (1988), dimostrarono che l'accento è il locus più importante per la balbuzie: mentre i balbuzienti usano la configurazione intonativa corretta per trasmettere il focus contrastivo, gli episodi di balbuzie aumentano in modo significativo sulla stessa sillaba quando è accentata contrastivamente rispetto a quando non è accentata e si concentrano prevalentemente sulle prime parole della frase.

Prins *et al.* (1991) studiarono l'occorrenza della balbuzie nel parlato spontaneo di balbuzienti adulti in corrispondenza di sillabe sia toniche che atone e trovarono una coincidenza significativa tra episodi di balbuzie e sillabe toniche. Questa relazione, tuttavia, sembra caratterizzare solo le parole polisillabiche che seguono le prime tre della frase principale.

Jäncke *et al.* (1997)**,** attraverso due compiti sperimentali, verificarono che non vi erano differenze significative fra i balbuzienti e i non balbuzienti nel collocare correttamente l'accento in una parola, ma che invece emergevano differenze quando ai soggetti veniva chiesto, in modo per loro inaspettato, di spostare l'accento dalla seconda alla prima o dalla seconda alla terza sillaba. Questi risultati sono interpretati come supporto dell'ipotesi che la balbuzie sia un disturbo prosodico.

Bosshardt *et al.* (1997), attraverso la somministrazione di un compito in cui soggetti adulti normali e balbuzienti dovevano ripetere una frase interrogativa che veniva focalizzata alternativamente su due parole diverse, una collocata all'inizio e l'altra collocata alla fine della frase, scoprirono che le produzioni dei balbuzienti erano caratterizzabili come più monotone perché le sillabe interessate dal focus erano realizzate con escursioni inferiori di F_0 e durate più ridotte rispetto ai non balbuzienti.

Hubbard (1998), partendo dalla stretta associazione della posizione iniziale di parola con la balbuzie trovata da Weiner (1984), che però non aveva distinto l'accento lessicale da quello frasale, scoprì che i balbuzienti esibivano una quantità significativamente maggiore di balbuzie sulle sillabe iniziali di parola rispetto a quelle finali, e che le sillabe toniche non erano significativamente più balbettate di quelle atone. Inoltre i balbuzienti balbettavano maggiormente sulle sillabe iniziali di parola atone che su quelle non iniziali toniche.

Zmarich & Bernardini (2001) e Zmarich *et al.* (2001) hanno indagato l'abilità dei soggetti balbuzienti nel produrre correttamente, dal punto di vista percettivo e acustico, l'accento intonativo associato a tre tipi di focus*:* focus ampio distribuito sull'intera frase e focus ristretto contrastivo o sulla parola iniziale o sulla parola finale (vedi la descrizione della procedura sperimentale nel presente articolo). Dai risultati è emerso: i) non vi è alcuna associazione significativa degli episodi di balbuzie (cioè delle sillabe disfluenti) con l'accento intonativo correlato al focus, con l'accento lessicale e con la posizione della parola nell'enunciato (questi risultati sono in netto contrasto con le ricerche sui balbuzienti

tedeschi e statunitensi sopra citate); ii) per quanto concerne gli enunciati fluenti, l'analisi della durata delle parole (nome e verbo) e delle sillabe del nome mette in evidenza che, mediamente, quelle prodotte dai balbuzienti sono più lunghe rispetto a quelle prodotte dai non balbuzient; iii) balbuzienti realizzano il picco maggiore del contorno intonativo sul nome anche quando ad essere focalizzato è il verbo, mentre nei non balbuzienti l'accento intonativo associato alla parola in focus ristretto, sia essa nome o verbo, porta sempre la prominenza maggiore nella frase.

Marchiori *et al.* (2005), analizzando le caratteristiche delle sillabe balbettate da 6 soggetti balbuzienti adulti, hanno evidenziato un'associazione statisticamente significativa tra frequenza di balbuzie e sillaba iniziale del nome, indipendentemente da ogni altro fattore (e quindi anche dell'accento lessicale e condizione di focus). Inoltre, dalle analisi delle sillabe percettivamente fluenti di 4 soggetti balbuzienti e 4 soggetti non balbuzienti è emerso che i balbuzienti allineano il picco di F_0 entro la vocale accentata della parola in focus ristretto significativamente prima dei non balbuzienti.

Nel presente lavoro abbiamo ri-analizzato le produzioni percettivamente fluenti dei balbuzienti, registrate nell'esperimento già oggetto degli studi di Zmarich & Bernardini (2001), Zmarich *et al.* (2001), Marchiori *et al.* (2005), Zmarich & Marchiori (2005), con lo scopo di studiare la coarticolazione delle sillabe CV, pronunciate in modo percettivamente fluente, in una condizione massimamente critica per il balbuziente, cioè quando la probabilità di balbettare è massima, come nella sillaba iniziale di parola, e il livello di coarticolazione è minimo, come nella sillaba accentata in focus ristretto.

Inoltre, dato che il risultato trovato resterebbe esposto al dubbio che non si tratti di una manifestazione diretta della balbuzie, ma piuttosto della manifestazione delle strategie di compensazione e reazione del soggetto per evitare di balbettare, nel presente lavoro ci siamo proposti di analizzare anche alcune produzioni disfluenti che erano state registrate, ma non analizzate, nei succitati esperimenti di Zmarich e collaboratori. Infatti, solo se trovassimo che il livello di coarticolazione delle sillabe CV ripetute in modo disfluente prima della loro realizzazione fluente non fosse significativamente diverso da quello trovato per le sillabe in posizione critica, potremmo ipotizzare che il grado di coarticolazione riscontrato in queste ultime può essere effettivamente una manifestazione diretta della balbuzie.

3. PROCEDURA SPERIMENTALE

Dato che i soggetti e il setting sperimentale sono gli stessi già descritti in Marchiori *et al.* (2005) e Zmarich & Marchiori (2005), si rimanda a questi lavori per una esposizione più dettagliata.

3.1. Soggetti

Hanno partecipato all'esperimento sei soggetti balbuzienti adulti e quattro non balbuzienti adulti. Il test utilizzato per descrivere il livello di gravità dei soggetti balbuzienti è lo *Stuttering Severity Instrument* di Riley (1972). I soggetti balbuzienti, classificati in base alla gravità della loro patologia, erano di grado lieve (3), medio (2) e grave (1). Di questi soggetti, quelli in grado di realizzare un numero sufficiente di produzioni verbali giudicate fluenti dal punto di vista percettivo sono stati 4 (2 lievi e 2 medi). Su questi soggetti abbiamo analizzato il grado di coarticolazione della sillaba CV nelle produzioni fluenti.

Le produzioni disfluenti, invece, in questo studio sono state analizzate solo in uno dei sei soggetti balbuzienti, una locutrice di area veneta, di 25 anni di età, studentessa universitaria. Questo soggetto aveva prodotto 54 parole disfluenti. Ad una prima analisi dei dati, infatti, le produzioni disfluenti degli altri soggetti sono risultate troppo poche e/o troppo sbilanciate attraverso le varie condizioni per essere analizzabili dal punto vista statistico. Il soggetto preso in esame era stato classificato come grave.

3.2 Stimoli e procedure

I soggetti, seduti all'interno di una cabina silente, sentivano in cuffia la voce registrata di uno dei due sperimentatori che leggeva alcune brevi frasi in modalità interrogativa, al fine di indurre una risposta adeguata per il tipo di focus (vedi esempi sottostanti). L'altro sperimentatore, contemporaneamente, mostrava la frase che costituiva la risposta alla domanda, scritta su un cartoncino, attraverso il vetro della cabina: il soggetto, dopo aver udito la domanda-stimolo, rispondeva leggendo la frase sul cartoncino attraverso un microfono professionale che era collocato ad una distanza di quindici centimentri dalla bocca. La voce di ciascun soggetto era registrata a 44 kHz e 16 bit per mezzo di un registratore DAT (*Digital Audio Tape Sony DTC 1000 ES*) collegato direttamente alla cabina.

Le domande stimolo, con la risposta conseguente, erano del tipo:

a)	È dididì o dadadà che viene?	<u>dididì</u> viene
b)	Che cosa succede?	dàdada viene
c)	Viene o non viene,didìdi?	<u>viene</u> didìdi
d)	Didìdi viene o non viene?	didìdi <u>viene</u>
e)	Viene dididì o dadadà?	viene <u>dadadà</u>

Il *focus informativo* ampio o 'neutro' è sollecitato dalla domanda dell'es. (b), il *focus contrastivo* ristretto sulla parola iniziale (sottolineata nella risposte) è sollecitato dalla domanda degli esempi (a), (c), e quello sulla parola finale (sottolineata nella risposte) è sollecitato dalla domanda degli esempi (d), (e).

In questo modo, i soggetti sono stati indotti a produrre una serie di frasi dichiarative semplici Soggetto-Verbo/Verbo-Soggetto nelle quali veniva variato sistematicamente sia l'accento lessicale di una pseudo-parola trisillabica sia la struttura focale della frase di cui essa costituiva il soggetto. La sillaba tonica sia del nome che del verbo era alternativamente quindi portatrice di un accento intonativo che realizzava la prominenza frasale; dalla lette-

ratura sappiamo che tale accento è, nei non balbuzienti, qualitativamente diverso in caso di focus informativo e focus contrastivo in posizione finale di frase (Avesani, 2003).

In questo disegno sperimentale vengono minimizzate quelle condizioni (indicate da Recasens, 1999; Keating, Cho, Fougeron & Hsu, 2003) che avrebbero potuto portare a variazioni del grado di coarticolazione per variabili come :

la posizione contestuale della sillaba nella parola
(qui il nome è costituito da tre sillabe uguali);

il ruolo sintattico della parola (qui è sempre soggetto);

la velocità e l'accuratezza di elocuzione (qui sempre precisa e non veloce).

3.3. Analisi

Per quanto riguarda la prima parte dell'esperimento, ossia l'analisi della coarticolazione CV nelle sillabe delle frasi che sono state giudicate da noi come fluenti dal punto di vista percettivo, abbiamo escluso tutte quelle frasi in cui una o più sillabe erano caratterizzate da "[…] ripetizioni o prolungamenti, udibili o silenti, di brevi elementi del parlato, che hanno carattere di involontarietà: suoni, sillabe e monosillabi […]" (Wingate, 1964).

Per quanto riguarda invece l'analisi della coarticolazione CV nelle sillabe delle frasi disfluenti, abbiamo scelto di prendere in esame le ripetizioni di sillaba, poichè i prolungamenti erano troppo pochi per essere inclusi nelle analisi. Per le ripetizioni di sillaba con più di una ripetizioni, ad es. 'viene da-da-dadadà', abbiamo deciso di analizzare solo la ripetizione immediatamente precedente alla realizzazione fluente, sempre per l'esiguità del numero di questo tipo di disfluenze. Tutte le ripetizioni hanno sempre riguardato la sillaba iniziale della parola.

Abbiamo utilizzato *Praat* (Fig. 2) per calcolare lo *Spectral Slice*, basato sulla *Fast Fourier Transformation*; il metodo usato per lo studio della coarticolazione è quello delle 'equazioni di luogo' (Sussman *et al.*, 1999). È stata pertanto utilizzata la seconda delle metodologie presentate da Farnetani (2003), poichè giudicata da noi più affidabile e precisa. Le 'equazioni di luogo' si ricavano tramite le regressioni lineari dei valori di frequenza (*Hz*) della seconda formante (F2) misurati all'inizio della transizione, cioè sul primo ciclo di vibrazione glottica utile allo scopo, subito dopo il *burst* conseguente al rilascio dell'occlusione consonantica, e al centro della vocale. Secondo Sussman *et al.* (1999) tali equazioni consentono di quantificare il grado di coarticolazione anticipatoria C-V (vedi anche Zmarich & Marchiori, 2005; Zmarich *et al.*, 2005). Infatti, ogni transizione di F2 fornisce una coppia di valori frequenziali ($F2_{onset}$, $F2_{vowel}$) che, disposta nel piano cartesiano, con $F2_{onset}$ in ordinata $F2_{vowel}$ in ascissa, è in grado di individuare un punto in maniera univoca. L'insieme dei punti, relativo a una singola categoria di luogo (bilabiali, alveolari, velari) coarticolata con un'ampia gamma di vocali, si addensa lungo tutta la distribuzione dei valori ed è ben interpolato dalla retta di regressione lineare descritta dalla formula: $F2_{onset}=kF2_{vowel}+c$ (Lindblom, 1963) con k e c costanti reali che rappresentano rispettivamente la pendenza della retta di interpolazione e l'intercetta con l'asse delle ordinate (Sussman *et al.*, 1999).

Come si vede in figura 1, in una situazione ideale come quella rappresentata dal grafico in alto a sinistra, il locus consonantico, punto in cui inizia la risonanza di F2, non muta al variare del contesto vocalico e l'andamento di F2 determina una curva di transizione diretta verso i differenti valori stazionari della vocale. Avremo allora, per le diverse sillabe (CV_1, CV_2, ecc.), un insieme di coppie in cui varierà uno solo dei due valori formantici, essendo l'altro costante. Il tracciato descritto dall'equazione di luogo della retta interpolante i punti

sarà a pendenza nulla (k=0), ovvero parallela all'asse delle ascisse. Questa configurazione descrive un' assenza di coarticolazione tra la vocale e la consonante che la precede.

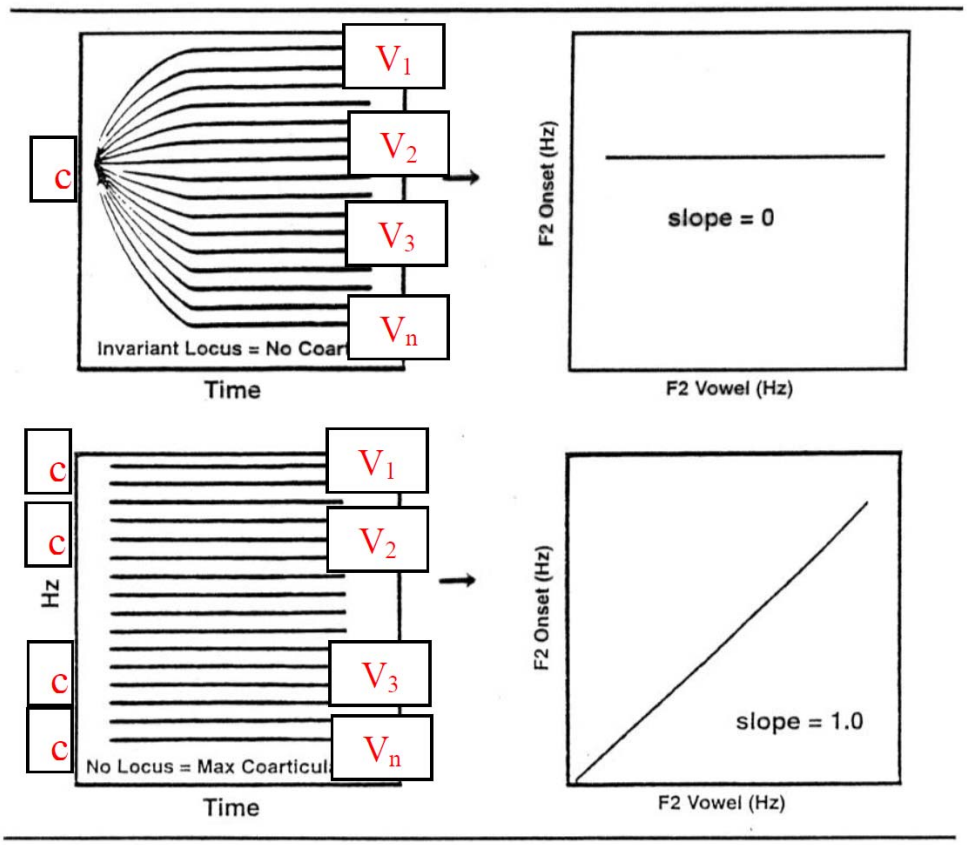


Figura 1: estremi ipotetici delle slopes (pendenze) nelle equazioni di luogo[1]

La situazione idealmente opposta è illustrata dal grafico in basso a sinistra di figura 1, in cui si verifica il massimo grado di coarticolazione anticipatoria: in questo caso non è presente alcuna transizione, poichè in ogni contesto vocalico il locus consonantico ($F2_{onset}$) sarà identico al valore dello stato stazionario della vocale ($F2_{vowel}$). Un simile insieme di coppie di valori dà luogo a punti con coordinate simmetriche che interpolati generano (per

[1] La parte della figura 1 superiore illustra le transizioni di F2 nella rappresentazione di un'assenza di coarticolazione tra la vocale e la consonante (sin.), e l'equazione di luogo con *slope* di valore 0 che risulterebbe da tale situazione (destra). La parte inferiore illustra la coarticolazione massima tra la vocale e la consonante con nessun locus consonantico fisso (sin.) e la *slope* dell'equazione di luogo risultante con valore di 1.0 (destra; modificato da Sussman *et al.*, 1999: 1082).

c=0) la retta bisettrice del piano (k=1) (Sussman et al., 1999; Zmarich e Marchiori, 2005). Questa configurazione descrive il massimo grado di coarticolazione anticipatoria.

Per ogni sillaba analizzata sono stati generati due spettrogrammi, uno a banda larga e uno a banda stretta, in modo che per ognuno degli istanti temporali sopra descritti si potessero visualizzare due sezioni spettrali. Quella dello spettro a banda stretta rappresenta le armoniche, mentre quella dello spettro a banda larga le formanti. In questo modo, confrontando le due sezioni, si è potuto individuare con chiarezza la seconda formante anche nei casi in cui l'elevato valore della fondamentale generava ambiguità e/o la formazione di artefatti formantici.

La procedura descritta è stata applicata a partire da una *routine* programmata con lo *scripting* di Praat. Quest'ultima aveva il compito di visualizzare direttamente, una volta selezionato il file della sillaba da analizzare, due *displays*, ciascuno contenente forma d'onda e sonogramma del segnale vocale, rispettivamente a banda stretta e a banda banda larga. Lo *script* utilizzato è il seguente:

Read from file... C:\pathway di allocamento del file
Edit
editor Sound nome della finestra di editor
Spectrogram settings... 0 5500 0.002 50
Formant settings... 5500 4 0.025 40 1
endeditor
Read from file... C:\pathway di allocamento del file
Edit
editor Sound nome della finestra di editor
Spectrogram settings... 0 5500 0.01 50
Formant settings... 5500 4 0.025 40 1
endeditor
Play

Da una tale visualizzazione si è poi proceduto all'estrazione delle sezioni spettrali e al loro confronto come già spiegato sopra. Le principali opzioni selezionate per l'analisi in *Praat* erano le seguenti:

a) impostazioni spettrografiche:
view range(Hz): 0-5500
window length(s): 0.002 (banda larga) / 0.1 (banda stretta)
dynamic range(dB): 50

b) impostazioni formantiche:
maximum formant(Hz): 5500
number of formants: 4
window length(s): 0.025
dynamic range(dB): 40

I due punti di misurazione della seconda formante sono (Sussman *et al.*, 1991: 1312):

F2c: valore di frequenza di F2 alla prima pulsazione glottica riconoscibile e non troppo 'rumorosa' dopo lo scoppio del rilascio dell'occlusione;

F2v: valore di frequenza a metà del nucleo vocalico, nella regione di massima ampiezza della forma d'onda e possibilmente nello stato stazionario di F2 del sonogramma.

Questo punto temporale può non essere costante a causa delle variazioni dell'andamento formantico vicino alla parte centrale del nucleo, perciò: (i) se la risonanza formantica è costituita da uno stato stazionario (determinato visivamente), allora viene selezionata la frequenza centrale dello stato stazionario; (ii) se il pattern di F2 è costituito da una discesa o da una salita con andamento diagonale, allora viene scelto visivamente di nuovo il punto centrale di questa diagonale, e (iii) se il pattern di F2 è a forma di 'U' dritta o rovesciata, allora viene preso come valore di F2 nel primo caso un minimo e nel secondo caso un massimo. Le sillabe giudicate percettivamente non conformi al target [da] o [di] non sono state considerate. Sono state inoltre escluse quelle sillabe che avrebbero potuto creare artefatti nella misurazione semplicemente a causa del metodo adottato (le equazioni di luogo), come nel caso di valori di V.O.T. positivi eccessivamente alti esibiti da qualche produzione di consonanti sorde dell'italiano. Infatti, poiché nelle equazioni di luogo i valori delle consonanti che sono messi in relazione alle vocali sono misurati sul primo ciclo glottico dopo il rilascio dell'occlusione, se questo è troppo distante dal rilascio probabilmente contiene un valore di F2 che risente dell'avvenuto riposizionamento della lingua per l'articolazione della vocale (Sussman & Modarresi, 2003). Per quanto riguarda la misurazione delle produzioni disfluenti, abbiamo misurato con la tecnica del *Locus of Equation* i valori di F2 al rilascio di C e al centro di V nella sillaba ripetuta immediatamente prima della sua produzione fluente (sillaba target), come in 'da_1…da_2dada' (dove la sillaba 1 è ripetuta e la sillaba è corretta).

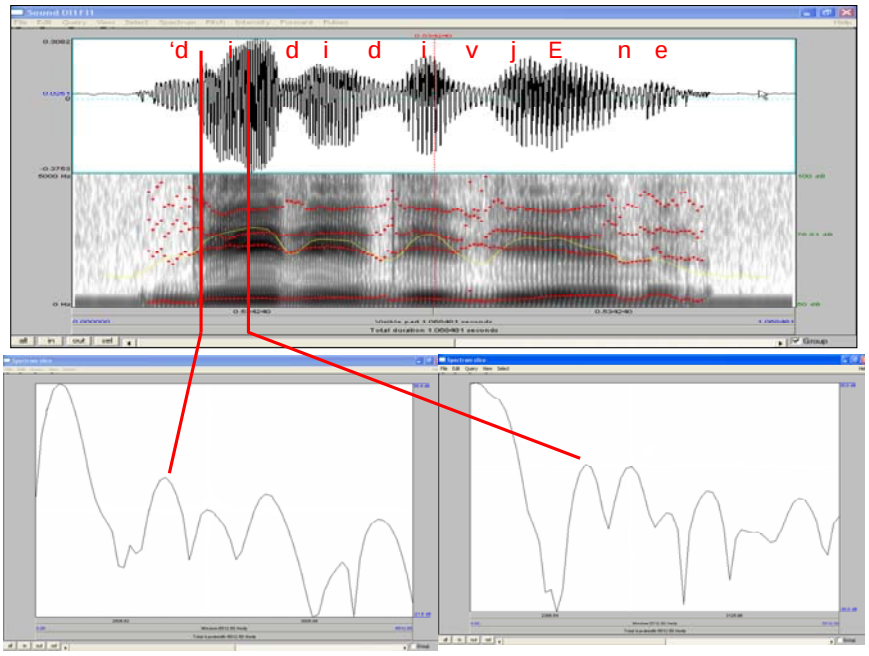


Figura 2: Finestre di analisi di PRAAT. Forma d'onda con spettrogramma (in alto) e sezione spettrale su C (in basso a sin.) e V (in basso a destra), con rilevazione dei valori di F2, sulla prima sillaba di 'dìdidi (viene)'.

4. RISULTATI

I risultati dell'analisi del grado di coarticolazione delle sillabe fluenti sono riportati in tabella 1. Essa mostra i valori individuali della slope e dell'intercetta per la prima sillaba, ritenuta la più critica per il balbuziente (grado minimo di coarticolazione, grado massimo di suscettibilità alle disfluenze). Sono state analizzate le sillabe che condividevano la proprietà di essere iniziali di parola, ma che erano poi diverse per condizione di accento lessicale e focalizzazione (atone di parole non in focus, sopra e accentate in parole in focus contrastivo, sotto). È stato calcolato, attraverso il t-test per varianze unificate (*pooled*), la significatività della differenza tra balbuzienti e non balbuzienti relativamente ai valori di *slope* e dell'intercetta, internamente a ciascuno dei due tipi di sillaba succitati.

I risultati mettono in luce una tendenza comune a balbuzienti e a non balbuzienti che era già emersa nello studio di Zmarich, Avesani & Marchiori (2006) sull'influenza di accento lessicale (di più) e accento intonativo (di meno) sulla coarticolazione dei parlanti normali, in cui le sillabe toniche erano coarticolate significativamente di meno della sillabe atone. All'interno di questa tendenza, i dati evidenziano come in condizioni di sillaba iniziale atona di parola non in focus, che *ex hypothesis* non sono critiche per i balbuzienti, i valori di *slope* dei balbuzienti sono più alti, ma non statisticamente diversi, da quelli prodotti dai non balbuzienti, mentre in condizione di sillaba iniziale tonica di parola in focus, che *ex hypothesis* è massimamente critica, i parlanti balbuzienti esibiscono un valore di *slope* significativamente maggiore rispetto a quello dei parlanti non balbuzienti (t_6=3.313, p=0.016). Ricordandoci che valori più alti e vicini all'1 per la *slope* siano associabili a un grado maggiore di coarticolazione, queste analisi ci dicono che i balbuzienti coarticolano significativamente di più dei non balbuzienti.

SILLABE NON ACCENTATE NON IN FOCUS			
SOGGETTI	STATUS	SLOPE(K)	INTERCETTA(c)
A	B	0.920	119.114
C	B	0.633	828.643
D	B	0.669	570.844
P	B	0.740	450.469
H	N	0.415	997.683
N	N	0.648	657.174
V	N	0.639	740.755
Z	N	0.671	541.113

SILLABE ACCENTATE SOTTO FOCUS CONTRASTIVO			
SOGGETTI	STATUS	SLOPE(k)	INTERCETTA(c)
A	B	0.528	901.229
C	B	0.539	1197.318
D	B	0.536	864.777
P	B	0.597	638.639
H	N	0.472	889.255
N	N	0.432	1140.963
V	N	0.462	1066.843
Z	N	0.518	850.577

Tabella 1: *Locus Equation* (valori individuali di *slope* **e** dell'intercetta solo per la prima sillaba); B = balbuzienti; N = non balbuzienti

Come già detto nell'introduzione, il risultato trovato è difficilmente interpretabile: un grado di coarticolazione significativamente maggiore nei balbuzienti rispetto ai non balbuzienti in condizioni in cui l'influsso coarticolatorio di V su C dovrebbe essere il minore possibile va inteso come una manifestazione diretta della balbuzie (una specie di restrizione di fondo che impedisce al balbuzienti di effettuare movimenti articolatori troppo estesi e/o veloci), o è da intendere invece come un'espressione delle strategie di compensazione e reazione del soggetto per evitare di balbettare e comunque tenere sotto controllo la sua balbuzie?

Forse una chiave per cercare di risolvere questo dubbio ci può essere fornita dall'analisi delle produzioni disfluenti. Infatti, se il livello di coarticolazione C-V delle sillabe ripetute in modo disfluente immediatamente prima della loro realizzazione fluente fosse significativamente maggiore di quello delle realizzazioni fluenti, potremmo ipotizzare che il grado relativamente alto di coarticolazione è un sintomo diretto di balbuzie, mentre se accadesse il contrario potrebbe essere una manifestazione delle strategie di reazione del soggetto alla sua balbuzie.

Come già esposto, abbiamo potuto purtroppo analizzare le produzioni disfluenti, in numero di 54, in un solo soggetto, che chiameremo 'B', che tra l'altro proprio a motivo della gravità della sua balbuzie, era stato escluso dall'analisi delle produzioni fluenti (cioè non faceva parte del gruppo di 4 soggetti balbuzienti confrontati con i 4 soggetti non balbuzienti a cui si riferivano le analisi delle produzioni fluenti riportate sopra). Nelle produzioni disfluenti di questo soggetto, classificate tutte come ripetizioni della sillaba iniziale (per es. da-dadada), abbiamo calcolato, per la sillaba ripetuta (da-) e per la sillaba target (dadada), l'equazione della retta di regressione (Y = k X + c) che interpola le coppie di valori F2 C /d/ e F2 V /a, i/. Va ricordato anche che il fatto di confrontare due produzioni della stessa sillaba, la prima disfluente e la seconda fluente, opera una normalizzazione intrinseca rispetto alle variabili sperimentali, pochè le due sillabe sono uguali per posizione, accento, e condizione di focalizzazione.

Come si può vedere in fig. 3, la retta non evidenzia valori di *slope* (k) significativamente diversi tra la sillaba disfluente (k= 0.541) e quella fluente (k=0.568; v. Fig. 3).

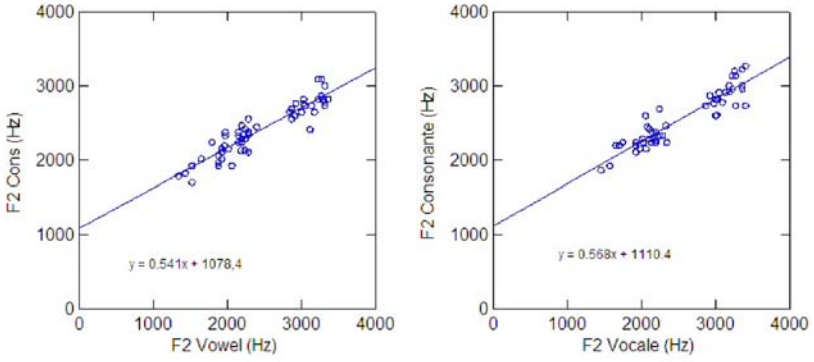


Figura 3: Diagramma F2CxF2V con l'equazione della retta di regressione (Y = k X + c) che interpola le coppie di valori F2 C /d/ e F2 V /a, i/ per le sillabe ripetute (sx) e per le sillabe target (dx) prodotte dal soggetto balbuziente B

Tuttavia, confrontando tra loro i valori assoluti, abbiamo riscontrato una differenza statisticamente significativa al t-test tra i valori di F2 C delle sillabe ripetute e i valori di F2

C delle sillabe prodotte correttamente quando la sillaba è /di/ (rispettivamente 2752 Hz *vs* 2909 Hz, p= 0,001), (dove V = circa 3100 Hz). Possiamo cautamente interpretare questi dati dicendo che quando le sillabe /di/ iniziali sono prodotte la prima volta in modo non conclusivo (cioè sono ripetizioni), sono meno coarticolate rispetto alle sillabe target, e che dunque probabilmente la lingua compie un maggior spostamento a maggior velocità passando da C a V.

Proviamo ora a immaginare che la sillaba su cui i balbuzienti incontrano difficoltà non sia la prima, ma la seconda. Infatti si potrebbe sostenere, con Wingate (1976) e Howell & Au-Yeung (2002), che quella che il balbuziente non riesce a produrre è la seconda sillaba, tanto è vero che la prima sillaba viene prodotta fin troppe volte, senza che a questa segua la seconda sillaba. Potrebbe essere dunque interessante confrontare il grado di coarticolazione intrasillabica della prima sillaba, ripetuta e fluente, e della seconda sillaba. Per fare questo confronto è però necessario comparare sillabe che sono uguali per tutte le condizioni sperimentali (di cui lo status accentuale è quello di gran lunga più importante, per il suo grande impatto sulla coarticolazione, vedi Zmarich *et al.*, 2006), eccetto ovviamente che per la posizione all'interno della parola. Per questo motivo sono state selezionate solo le prime due sillabe atone di quelle parole disfluenti che erano accentate sulla terza sillaba (10 'dadadà' e 5 'dididì'). I valori dei coefficienti ('k' e 'c') della retta di regressione per i 3 tipi di sillaba (ripetizione iniziale, prima sillaba fluente, seconda sillaba fluente) prodotti dal soggetto B (evidenziati in neretto) si possono osservare in tabella 2. Essi appaiono piuttosto bassi, segnalando una scarsa coarticolazione.

SILLABA 1			
SOGGETTI	STATUS	SLOPE(k)	INTERCETTA(c)
B (ripetiz.)	B	**0.437**	**1318.6**
A	B	0.851	254.3
C	B	0.588	898.3
D	B	0.752	458.9
P	B	0.764	388.9
B	B	**0.517**	**1218.8**
H	N	0.437	949.3
N	N	0.658	672.5
V	N	0.600	824.5
Z	N	0.714	481.5

SILLABA 2			
SOGGETTI	STATUS	SLOPE(k)	INTERCETTA(c)
A	B	0.920	109.0
C	B	0.917	164.0
D	B	0.869	232.8
P	B	0.942	59.4
B	B	**0.620**	**859.1**
H	N	0.747	361.3
N	N	0.894	168.7
V	N	0.783	440.2
Z	N	0.940	75.2

Tabella 2: *Locus Equation* (valori individuali di slope **e** dell'intercetta per la sillaba 1 (sopra) e la sillaba 2 (sotto), entrambe atone); B = balbuzienti; N = non balbuzienti

La stessa analisi è stata applicata alle prime due sillabe, atone, delle produzioni fluenti di ‘dididì’ e ‘dadadà’ dei 4 soggetti normali e 4 soggetti balbuzienti (vedi tabella 2). Il numero medio di parole prodotte da ciascun soggetto è di circa 30, equamente distribuite tra i due tipi. Il coefficiente ‘k’ della *slope* evidenzia una tendenza, comune ai soggetti balbuzienti e non balbuzienti, a coarticolare significativamente di meno la sillaba iniziale di parola ($t_{3,9} = 14$; $p < 0.01$, *pooled variance*), in linea con quanto trovato, per es., da Fougeron (2001). All’interno di questa tendenza i balbuzienti coarticolano di più dei non balbuzienti, senza raggiungere la significatività statistica.

Il dato interessante che emerge però dalla tabella 2 è il confronto tra i valori di *slope* delle sillabe delle parole disfluenti prodotte dal soggetto balbuziente B e i valori di slope delle sillabe delle parole fluenti prodotte dagli altri soggetti, normali e balbuzienti. Il confronto evidenzia come le sillabe prodotte dal soggetto balbuziente B siano caratterizzate da un grado di coarticolazione anormalmente basso. Pensando che queste sillabe appartengono a parole disfluenti, viene da concludere che l’alto grado di coarticolazione evidenziato dai quattro soggetti balbuzienti nella produzione delle sillabe iniziali accentate in focus contrastivo (tab. 1), possa attribuirsi a una strategia di reazione e compensazione che il soggetto balbuziente attua per tenere sotto controllo la propria balbuzie ed essere fluente.

5. DISCUSSIONE

Il maggior risultato di questa ricerca è che il parlato percettivamente fluente dei balbuzienti mostra tendenzialmente una maggiore coarticolazione intrasillabica, così come evidenziato dai valori più alti dei coefficienti di pendenza (*slope*) della retta di regressione lineare che interpola le coppie di valori di $F2_C$ e $F2_V$, (per C=/d/ e V=/a/, /i/), rispetto ai non balbuzienti. Più in particolare, le sillabe toniche iniziali di parola in focus ristretto risultano significativamente più coarticolate. Un valore più alto della pendenza è espressione del fatto che i balbuzienti attuano, anche in una condizione critica come quella relativa a consonanti e vocali di sillabe prominenti per accento lessicale (a livello metrico), accento contrastivo (a livello intonativo) e confine prosodico (iniziali di parola), una maggior sovrapposizione gestuale tra i segmenti fonetici (comunque inferiore rispetto alle sillabe atone in focus ampio).

Già Zmarich & Marchiori (2005) e Marchiori, Zmarich, Avesani & Bernardini (2005) avevano messo in luce come la sillaba iniziale del nome sia un punto altamenlte critico per i balbuzienti. Infatti le analisi percettive mostrano che esiste un’associazione statisticamente significativa nei balbuzienti tra disfluenza e sillaba iniziale del nome, indipendentemente da ogni altro fattore.

Questi risultati sono in contrasto con lo studio di Robb & Blomgren (1997), che avevano evidenziato una minor coarticolazione nei balbuzienti adulti, ma sono in accordo con le analisi di Subramanian, Yairi & Amir (2003), che, esaminando le transizioni di F2 nelle sillabe CV percettivamente fluenti di bambini prescolari registrati subito dopo l’inizio della balbuzie, suggeriscono la presenza di eventuali deficit già allo stadio formativo del disordine. I loro soggetti erano 10 bambini balbuzienti persistenti che in seguito avrebbero cronicizzato, 10 che in seguito avrebbero avuto una remissione spontanea, e 10 normofluenti di controllo. I risultati indicano che i bambini destinati a cronicizzare avevano dimostrato cambiamenti in frequenza da C a V significativamente più ridotti rispetto al gruppo dei bambini che poi sarebbero guariti spontaneamente (e ai bambini non balbuzienti), cioè un maggior grado di coarticolazione intrasillabica. Il contrasto tra i nostri i risultati e quelli di Robb & Blomgren (1997) può essere dovuto a diversi fattori che

rendono i due studi molto diversi. I cinque balbuzienti dello studio di Robb e Blomgren erano mediamente più gravi dei balbuzienti del presente studio, e questo può significare che anche negli enunciati percettivamente fluenti facessero fatica a controllare la loro balbuzie, controllo che dovrebbe manifestarsi con una riduzione della coarticolazione. Inoltre la maggior coarticolazione esibita dai balbuzienti nel presente studio emergeva solo nel contrasto con la minima coarticolazione esibita dai parlanti normali, in un contesto sperimentale che richiedeva la massima distintività di C e V. Anche gli stimoli verbali erano diversi, poiché le sillabe in cui i balbuzienti esibivano una minor coarticolazione erano costituite da consonanti bilabiali seguite da [i], [a], o [u]. Come detto nell'introduzione, il tipo di coarticolazione esibito è definito come 'coproduzione': poiché labbra e lingua sono articolatori indipendenti, consentono la massima coarticolazione, da intendersi come coproduzione articolatoria dei gesti C e V, che risulta tanto maggiore quanto più il locutore sa utilizzare il periodo dell'occlusione bilabiale per compiere gli spostamenti linguali, in modo che all'apertura delle labbra la lingua è già in posizione per la vocale, minimizzando ogni differenza tra valori di F2 misurati all'inizio e alla fine della transizione. Questa condizione articolatoria è chiaramente differente da quella sottostante agli stimoli utilizzati nel presente studio, in cui una [d] era seguita da [i] o [a]. In questo caso C e V sono prodotte da due parti distinte (apice, dorso) e quasi indipendenti dello stesso articolatore (la lingua). Tali sillabe impongono alla lingua di muovere l'apice per articolare la consonante e il dorso per articolare la vocale (Sussman *et al.,* 1999). Questa ridotta sovrapposizione articolatoria porta a una ridotta coarticolazione intesa come co-produzione, ma lascia spazio all'emergere di influenze coarticolatorie dovute a reciproci adattamenti di dorso e apice della lingua. Quindi si può ipotizzare che la minor coarticolazione trovata da Robb & Blomgren (1997) sia dovuta non tanto a spostamenti della lingua diversi per ampiezza o velocità, quanto a spostamenti uguali che però nei balbuzienti avvengono prevalentemente dopo l'apertura delle labbra. Il problema articolatorio sembra essere di natura temporale nei soggetti di Robb & Blomgren (1997), e di natura spaziale in quelli del presente studio.

Per quanto riguarda invece le sillabe disfluenti, con questo studio ci siamo proposti di sondare se questo livello eccessivo di coarticolazione è un sintomo diretto della balbuzie, oppure una reazione reattiva, di tipo secondario ad essa. Abbiamo quindi analizzato, attraverso l'analisi acustica, le produzioni disfluenti di un soggetto balbuziente, ipotizzando che, se anche le parole disfluenti sono caratterizzate da un livello eccessivo di coarticolazione, è facile concludere che essa è allora un sintomo diretto della balbuzie, che si manifesta anche nelle produzioni percettivamente fluenti. Il confronto evidenzia come le sillabe prodotte dal soggetto balbuziente B siano caratterizzate da un grado di coarticolazione anormalmente basso. Pensando che queste sillabe appartengono a parole disfluenti, viene da concludere che il grado di coarticolazione, significativamente più alto di quello dei non balbuzienti, evidenziato dai quattro balbuzienti nella produzione delle sillabe iniziali accentate in focus contrastivo, possa attribuirsi a una strategia di reazione e compensazione che i soggetti di questo studio attuano per tenere sotto controllo la propria balbuzie.

Per concludere vogliamo sottolineare il fatto che questi risultati, per poter assurgere a valore generale, necessitano di trovare conferma in un numero di soggetti più ampio di quello del presente studio; uno studio futuro inoltre dovrebbe presentare il confronto tra le produzioni fluenti e disfluenti all'interno degli stessi soggetti, cosa che qui non è stata possibile.

6. BIBLIOGRAFIA

Avesani, C. (2003), La prosodia del focus contrastivo. Un accento particolare?, in *La Coarticolazione* (G. Marotta & N. Nocchi, editors), Atti delle XIII Giornate del Gruppo di Fonetica Sperimentale, Pisa, 28-30 Novembre 2002, 157-167.

Bergmann, G. (1986), Studies in stuttering as a prosodic disturbance, *Journal of Speech and Hearing Research*, 47, 778-782.

Bosshardt, H.G., Sappok, C., Knipschild, M. & Hölscher, C. (1997), Spontaneous imitation of fundamental frequency and speech rate by nonstutterers and stutterers, *Journal of Psycholinguistic Research*, 26, 425–448.

Brown, S.F. (1938), Stuttering with relation to word accent and word position, *Journal of Abnormal Social Psychology*, 33, 112-120.

Brown, S., Ingham, R.J., Ingham, J.C., Laird, A.R. & Fox, P.T., (2005), Stuttered and fluent speech production: an Ale meta analysis of functional neuroimmaging studies, *Human Brain Mapping*, 25, 105-117.

Caruso, A.J & Strand, E.A. (1999), Motor speech disorders in children: definitions, background, and a theoretical framework, in *Clinical Management of Motor Speech Disorders in Children* (A. Caruso & E. Strand , editors), New York: Thieme, 1-27.

Chang, S.E., Erickson, K, Ambrose, N., Hasegawa-Johnson, M. & Ludlow, C. (2008), Brain anatomy differences in childhood stuttering, *NeuroImage*, 39, 1333-1344.

De Jong, K., Beckman, M.E., Edwards, J. (1993), The interplay between prosodic structure and coarticulation, *Language and Speech*, 36, 197-212.

Fant, G. (1970), *Acoustic theory of speech production*, The Hague: Mouton.

Farnetani, E. (2003), The supralaryngeal articulation of prominence in Italian vowels, in *Voce, Canto, Parlato. Studi in onore di Franco Ferrero* (P. Cosi, E. Magno Caldognetto & A. Zamboni, editors), Padova: Unipress, 149-155.

Farnetani, E. & Recasens, D. (1999), Coarticulation Models in Recent Speech Production theories, in *Coarticulation: Theory Data and Techniques* (W.J. Hardcastle & N. Hewlett, editors), Cambridge (UK): Cambridge University Press, 31-65.

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.

Hardcastle, W. J. & Hewlett, N. (1999), *Coarticulation. Theory, Data and Techniques*, Cambridge (UK): Cambridge University Press.

Harrington, J. (1987), Coarticulation and stuttering: an acoustic and electropalatographic study, in *Speech Motor Dynamics in Stuttering* (H.F.M. Peters & W. Hulstijn, editors), Wien-New York: Springer-Verlag, 381-392.

Howell, P. & Vause, L. (1986), Acoustic analysis and perception of vowels in stuttered speech, *Journal of the Acoustical Society of America*, 79, 1571-1579.

Howell, P. & Au-Yeung, J. (2002), The EXPLAN theory of fluency control and the diagnosis of stuttering, in *Pathology and therapy of speech disorders* (E. Fava, editor), Amsterdam: John Benjamins, 75-94.

Hubbard, C.P. (1998), Stuttering, stressed syllables, and word onsets, *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 41, 802-808.

Jäncke, L., Bauer, A. & Kalveram, K.T. (1997), Prosodic disturbances in stuttering adults, in *Speech production: Motor control, brain research and fluency disorders* (W. Hulstijn, H.F.M. Peters & P.H.H.M. van Lieshout, editors), Amsterdam: Excerpta Medica, 479-486.

Keating, P.A., Cho, T., Fougeron, C., & Hsu, C.S. (2003), Domain-initial articulatory strengthening in four languages, in *Phonetic Interpretation. Papers in Laboratory Phonology VI* (J. Local, R. Ogden, R. Temple, editors), Cambridge (UK): Cambridge University Press, 145-163.

Kent, R.D. (2000), Research on Speech Motor Control and its disorders: a review and prospective, *Journal of Communication Disorders*, 33, 391-428.

Klouda, G.V. & Cooper, W.E. (1988), Contrastive stress, intonation, and stuttering frequency, *Language and Speech*, 31, 3–20.

Lindblom, B. (1963), On vowel reduction, *The royal institute of technology, speech transmission laboratory*, Stockholm, Sweden, Report No 29.

Marchiori, M., Zmarich, C., Avesani, C. & Bernardini, S. (2005), Focus e prosodia nelle produzioni verbali dei balbuzienti, in *Misura dei parametri. Aspetti tecnologici ed implicazioni nei modelli linguistici.* Atti del 1° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Scienze della Voce, Padova, 2-4 dicembre (P. Cosi, editor), Brescia: EDK Editore, 251-286.

Max, L. (2004), Stuttering and internal models for sensorimotor control: A theorerical perspective to generate testable hypotheses, in *Speech motor control in normal and disordered speech* (B. Maassen, R.D. Kent, H.F.M. Peters, P.H.H.M. van Lieshout, W. Hulstijn, editors), Oxford (UK): Oxford University Press, 357-387.

Nittrouer, S., Studdert-Kennedy, M. & McGowan, R. (1988), The Emergence of Phonetic Segments: Evidence from the Spectral Structure of Fricative-Vowel Syllables Spoken by Children and Adults, *Journal of Speech and Hearing Research*, 32, 120-132.

Patrocinio, D. (2008), Brain imaging e balbuzie, *Acta Phoniatrica Latina*, 30, 170-201.

Prins, D., Hubbard, C.P. & Krause, M. (1991), Syllabic stress and the occurrence of stuttering, *Journal of Speech Hearing Research*, 37, 1011-1016.

Recasens, D. (1999), Lingual Coarticulation, in *Coarticulation. Theory, Data and Techniques* (W.J. Hardcastle & N. Hewlett, editors), Cambridge (UK): Cambridge University Press, 80-104.

Riley, G. (1972), A stuttering severity instrument for children and adults, *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 37, 314-322.

Robb, M. & Blomgren, M. (1997), Analysis of F2 transitions in the speech of stutterers and nonstutterers, *Journal of Fluency Disorders*, 22, 1-16.

Sommer, M., Koch, M.A., Paulus, W., Weiller, C. & Buchel, C. (2002), Disconnection of speech-relevant brain areas in persistent developmental stuttering, *The Lancet*, 360, 380-383.

Sommer, M., Wischer, S., Tergau, F. & Paulus, W. (2003), Normal introcortical excitability in developmental stuttering, *Movement Disorders*, 18, 826-830.

Stromsta, C & Fibiger, S. (1981), Physiological correlates of the core behaviour of stuttering, in *Proceedings of the 18th Congress* of the *International Association of Logopedics and Phoniatrics*, Washington, D.C.: American Speech-Language-Hearing Association.

Subramanian, A., Yairi, E. & Amir, O. (2003), Second formant transition in fluent speech of persistent and recovered preschool children who stutter, *Journal of Communication Disorder*, 36, 59-75.

Sussman, H.M., McCaffrey, H. & Matthews, S. (1991), An investigation of locus equations as a source of relational invariance for stop place categorization, *Journal of the acoustical society of America*, 90, 1309-1325.

Sussman, H. M., Duder, C., Dalston, E. & Cacciatore, A. (1999), An acoustic analysis of the developmental of CV coarticulation: A case study, *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 42, 1080-1096.

Sussman, H. M. & Modarresi, G. (2003), The stability of Locus Equation encoding of stop place, in *Proceedings of 15th International Congress of Phonetic Sciences*, Barcelona, 1931-1934.

Van Lieshout, P.H.H.M., Hulstijn, W. & Peters, H.F.M. (2004), Searching for the weak link in the speech production chain of people who stutter: A motor skill approach, in *Speech motor control in normal and disordered speech* (B. Maassen, R.D. Kent, H.F.M. Peters, P.H.H.M. van Lieshout & W. Hulstijn, editors), Oxford (UK): Oxford University Press, 313-355.

Weiner, A. (1984), Stuttering and syllabic stress, *Journal of. Fluency Disorders*, 9, 301-305.

Wingate, M.E. (1976), *Stuttering: Theory and treatment*, New York: Irvington.

Wingate, M.E. (1979), The loci of stuttering: Grammar or prosody?, *Journal of Comunication Disorders*, 12, 283-290.

Wingate, M.E. (1984), Stutter events and linguistic stress, *Journal of Fluency Disorders*, 9, 295-300.

Wingate, M.E. (1988), *The structure of stuttering (a psycholinguistic analysis)*, New York-Wien: Springer Verlag.

World Health Organization (1977), *Manual of the International statistical classification of deseases, injuries, and causes of death*, 1, Geneva: World Health Organization.

Zmarich, C., Avesani, C. & Bernardini, S. (2001), La balbuzie come disturbo prosodico. Dati sperimentali su soggetti italiani, in *Multimodalità e Multimedialità nella Comunicazione* (E. Magno Caldognetto & P. Cosi, editors), Atti delle XI Giornate di Studio del Gruppo di Fonetica Sperimentale, Padova, 29-30 novembre 2000, 157-164.

Zmarich, C., Avesani, C. & Marchiori, M. (2007), Coarticolazione e Accentazione, in *Scienze Vocali e del Linguaggio – Metodologie di Valutazione e risorse Linguistiche* (V. Giordani, V. Bruseghini & P. Cosi, editors), Atti del 3° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Scienze della Voce, Trento, 29 novembre – 1° dicembre 2006, Torriana (RN): EDK Editore, 5-15.

Zmarich, C. & Bernardini, S. (2001), Contrastive stress in Italian stutterers, in *Proceedings of the Third World Congress on Fluency Disorders*, August 7-11, 2000, Nyborg (DK) (H.G. Bosshardt, S. Yaruss & H.F.M. Peters, editors), Nijmegen (NL): Nijmegen University Press, 256-260.

Zmarich, C. & Marchiori, M. (2004), L'influenza del focus contrastivo sulla coarticolazione anticipatoria di sillabe 'CV' prodotte fluentemente da balbuzienti e non balbuzienti, in *Misura dei parametri. Aspetti tecnologici ed implicazioni nei modelli linguistici* (P. Cosi, editor), Atti del 1° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Scienze della Voce, Padova, 2-4 dicembre 2004, Brescia: EDK Editore, 231-250.

Zmarich, C. & Uguzzoni, A. (2005), Confini di sillaba, confini di parola e lunghezza fonologica delle vocali in area frignanese: analisi cinematica dei gesti labiali, in *Analisi Prosodica. Teorie, modelli e sistemi di annotazione* (R. Savy & C. Crocco, editors), Atti del 2° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Scienze della Voce, Salerno, 30 novembre - 2 dicembre 2005, Brescia: EDK Editore, 612-631.