

BARBARA GILI FIVELA, MASSIMILIANO M. IRACI,
MIRKO GRIMALDI, CLAUDIO ZMARICH

Consonanti scempie e geminate nel morbo di Parkinson: la produzione di bilabiali

This study aims to investigate speech articulation by Parkinson Disease's speakers and, in particular, to check whether their speech gestures show temporal and spatial specificities in comparison to matching healthy controls in the realization of 1) singleton vs. geminate and 2) voicing and manner of articulation distinction; moreover we want to check if 3) the age of subject may have an impact too on speech gestures characteristics.

Results on the singleton vs. geminate distinction are in line with the literature on both healthy and Parkinson Disease's subjects and show that the latter often correspond to reduced gestures, e.g. in amplitude, with the exception of antero-posterior tongue dorsum movement. Voicing and manner of articulation show complex changes in speech production and age seems to affect speech in terms of greater values for elderly people.

1. *Introduzione*

I soggetti affetti da Morbo di Parkinson spesso sviluppano la forma ipocinetica di disartria (Duffy, 2005), solitamente associata alla realizzazione di movimenti di ampiezza ridotta. In effetti, studi acustici hanno confermato la tendenza in soggetti affetti da morbo di Parkinson a produrre gesti di ampiezza ridotta rispetto ai soggetti di controllo (Skodda et al., 2011; 2012), in linea con la realizzazione di *target undershooting* (Ackermann, Ziegler, 1991). Tuttavia, studi articolatori effettuati con articolografia elettromagnetica (EMA) hanno permesso di riscontrare ampiezze maggiori nelle produzioni dei soggetti disartrici (Wong et al., 2010; 2011), talvolta anche solo lungo un asse di riferimento (Gili Fivela et al., 2014; Iraci et al., in stampa). In uno studio preliminare su due soggetti italiani affetti da Morbo di Parkinson, ad esempio, Gili Fivela et al. (2014) hanno mostrato che l'ampiezza dei gesti articolatori può risultare minore o maggiore di quella dei soggetti di controllo se un dato gesto, in particolare quello linguale, viene osservato sull'asse del movimento verticale o su quello antero-posteriore. Peraltro l'ampiezza del gesto è un parametro rilevante nel quadro della Articulatory Phonology (Browman, Goldstein, 1990) che considera il gesto articolatorio come unità fonologica di riferimento, definita anche in base all'ampiezza.

Nella lingua italiana, ad esempio, è stato dimostrato sulla base di dati relativi ad una varietà di italiano del nord-est, che le consonanti bilabiali geminate sono caratterizzate da maggiore durata e ampiezza del gesto di apertura labiale rispetto alle corrispettive scempie (Gili Fivela, Zmarich, 2005; Zmarich, Gili Fivela, 2005). Il primo confronto effettuato con il parlato di soggetti colpiti dal Morbo di Parkinson ha permesso di evi-

denziare che il contrasto linguistico corrispondente alla presenza di scempie e geminate viene mantenuto anche nel parlato patologico, nonostante le summenzionate differenze in ampiezza, differenze nella durata dei gesti consonantici e anche nel *phasing* dei gesti. Quest'ultimo, in particolare, è stato misurato come l'intervallo tra il bersaglio articolatorio raggiunto dal dorso della lingua per la realizzazione della vocale tonica e il bersaglio raggiunto dal labbro inferiore per la consonante target e risulta ridotto nel caso di un soggetto patologico (Gili Fivela et al., 2014). Le considerazioni sul *phasing* nella produzione di geminate e scempie sono peraltro molto importanti, perché sono tradizionalmente messe in relazione con i modelli della coordinazione inter-gestuale (Öhman 1967; Browman, Goldstein, 1990). Per l'italiano, ad esempio, è stato proposto da Smith (1995) il modello Vowel-to-Vowel di Öhman, che prevede un intervallo costante tra le vocali e una relazione costante tra le vocali e la costrizione consonantica e quindi, di fatto, una sorta di imposizione del gesto consonantico su quello vocalico: quest'ultimo resta invariato, mentre il primo inizia prima e finisce dopo, in modo che rimanga inalterata la relazione tra la massima costrizione consonantica e le vocali adiacenti. Tuttavia, dati più recenti sull'italiano (Gili Fivela, Zmarich, 2005; Zmarich, Gili Fivela, 2005; Gili Fivela et al., 2007; Zmarich et al., 2007; 2009, 2011; Iraci et al., in stampa) hanno mostrato che la situazione è più complessa e che di fatto l'intervallo tra le vocali non è costante, così come non è costante per tutti i soggetti la relazione tra la costrizione consonantica e le vocali adiacenti. Inoltre, per quanto riguarda la coordinazione inter-gestuale, mentre per le geminate si osserva un anticipo del gesto consonantico nella vocale precedente, non si osserva un suo prolungamento in quella seguente. La coordinazione inter-gestuale osservata, quindi, è in linea con il modello di Öhman solo per quanto riguarda l'inizio della costrizione consonantica, mentre le altre caratteristiche sono coerenti con il modello di Browman e Goldstein (1990), piuttosto che con quello di Öhman. Browman e Goldstein, infatti, predicono che sia la distanza tra i bersagli vocalici che quella tra bersaglio vocalico e massima costrizione consonantica varino in base al numero di consonanti che sono presenti, quindi in base alla realizzazione di una geminata piuttosto che di una scempia. Sulla base di queste considerazioni è stato osservato, quindi, che i dati sono coerenti con un modello ibrido tra quello di Öhman e quello di Browman e Goldstein.

Lo studio delle consonanti scempie e geminate rappresenta quindi un'ottima opportunità per confrontare il comportamento di soggetti colpiti da Morbo di Parkinson e soggetti di controllo rispetto ad un compito linguistico che può fornire dati interessanti di per sé, circa la resistenza del contrasto linguistico nel parlato patologico, e anche in relazione ai modelli teorici per la coordinazione inter-gestuale.

2. Indagine sperimentale

2.1 Obiettivi e ipotesi

L'obiettivo principale di questo lavoro è verificare se i gesti articolatori di soggetti affetti da Morbo di Parkinson mostrino alterazioni, sia spaziali che temporali, rispetto ai gesti di soggetti non patologici. In particolare siamo interessati a gesti

articolatori linguisticamente significativi, come quelli coinvolti nella realizzazione di consonanti scempie e geminate, differenziate per il tratto di sonorità e/o di modo di articolazione. Rispetto ai contesti di indagine, intendiamo quindi verificare se:

1. la realizzazione del contrasto tra consonanti scempie e geminate venga realizzata coerentemente con quanto descritto in letteratura anche dal punto di vista articolatorio e se i parlanti patologici preservino la differenza tra scempie e geminate (ad esempio grazie a strategie compensatorie); particolare attenzione sarà prestata ai parametri relativi alla realizzazione delle consonanti bersaglio e delle vocali che rappresentano il contesto immediatamente adiacente, ma anche alla temporizzazione inter-gestuale;
2. sonorità e modo di articolazione abbiano un effetto significativo sulle misure acustiche e articolatorie relative alla distinzione tra scempie e geminate.

Infine, poiché i nostri soggetti patologici hanno un'età che varia dai 64 agli 81 anni, avremo anche modo di verificare se:

3. l'età dei soggetti possa influire sia sulla durata che sull'ampiezza dei gesti (con conseguenti ricadute sul piano acustico, cfr. F1 ed F2).

Sulla base di quanto descritto in letteratura ipotizziamo che la realizzazione del contrasto tra consonanti scempie e geminate venga realizzata anche dal punto di vista articolatorio e che, coerentemente con i primi risultati relativi all'italiano nel Morbo di Parkinson (Gili Fivela et al. 2014, Iraci et al. in stampa), i parlanti patologici preservino la differenza tra scempie e geminate nonostante una riduzione media dei valori dei parametri considerati; ci aspettiamo anche che alcune differenze riguardino la coordinazione inter-gestuale, sempre in linea con i lavori descritti in letteratura. Circa l'influenza di sonorità e modo di articolazione, le attese sono che la prima, come riportato in Iraci et al. (in stampa), svolga un ruolo significativo, anche solo per via delle caratteristiche tipiche delle varietà regionali del sud nella produzione delle occlusive bilabiali sonore, tipicamente più lunghe (Romano, 2003; Gaillard-Corvaglia, Kamiyama, 2006); ci aspettiamo inoltre che il modo di articolazione influenzi la produzione di scempie e geminate occlusive orali e nasali almeno dal punto di vista articolatorio, data la diversa coordinazione del gesto del velo palatino per la produzione di consonanti orali e nasali. Infine, l'attesa è che l'età dei soggetti possa influire sia sulle caratteristiche acustiche che su quelle articolatorie, date le modificazioni del tratto orale dovute all'invecchiamento, descritte da Xue e Hao (2003) e in parte ritrovate in Gili Fivela et al. (2014), per cui i parlanti più anziani tenderebbero, ad esempio, a produrre vocali più lunghe e aperte (Xue, Hao, 2003).

2.1 Corpus e soggetti

Il corpus è composto da pseudoparole del tipo 'CVC(C)V, in cui le consonanti sono nasali o occlusive bilabiali, sorde o sonore, da realizzare come scempie o geminate e in cui la vocale tonica è /i/ e la post-tonica /a/ (es. /'pipa/, /'pippa/, /'biba/, /'bibba/, /'mima/, /'mimma/). Le pseudoparole sono state inserite nella frase cornice

“La ‘CVC(C)V blu” e ai soggetti è stato chiesto di produrre almeno sette ripetizioni di ogni frase, presentata in ordine random.

Sono state acquisite le produzioni di dieci soggetti di cui cinque patologici e cinque non patologici, di controllo. Tutti i soggetti provengono dall’area di Lecce e hanno un’età compresa tra i 64 e gli 81 anni (patologici: media 71,8, d.s $\pm 7,19$; controllo: media 70,6, d.s. $\pm 7,02$). Ai fini dell’analisi, i soggetti sono stati raggruppati in tre insiemi sulla base della loro età anagrafica: nel primo confluiscono i soggetti di età inferiore ai 69 anni (Giovani: PD-1, PD-5, CTR-1, CTR-5), nel secondo quelli di età compresa tra i 69 e i 75 (Intermedi: PD-3, PD-4, CTR-3 e CTR-4), e nell’ultimo i soggetti più anziani (Anziani: PD-2 e CTR-2).

I soggetti patologici sono affetti da Morbo di Parkinson e hanno sviluppato una disartria di tipo ipocinetico, e in base alla valutazione dell’intelligibilità del loro parlato compiuta dagli autori hanno raggiunto un livello di compromissione che varia da lieve-medio a medio-alto. I soggetti di controllo, invece, hanno dichiarato di non aver mai riportato alcun tipo di compromissione a livello neuro-cognitivo e di non essere mai stati affetti da disturbi del linguaggio o della parola. Tutti i soggetti hanno letto il foglio informativo e firmato il modulo predisposto per il consenso informato.

2.2 Strumenti e registrazione

Le acquisizioni sono state effettuate all’interno di una stanza silenziosa presso il CRIL di Lecce, per mezzo di un Articulografo Elettromagnetico, AG501 (Carsens GmbH) e, quindi, della simultanea acquisizione del dato cinematico e del corrispondente segnale acustico. Sono stati applicati in totale sette sensori su ogni soggetto: 2 sulla lingua (di cui 1 sulla punta e 1 sul dorso), 2 sulle labbra (1 sul labbro superiore e 1 su quello inferiore), 1 sul naso e 2 dietro alle orecchie per la normalizzazione dei dati. I sensori presi in considerazione nel corso di questo studio sono LL (*lower lip*) e TD (*tongue dorsum*): LL corrisponde al sensore applicato sul labbro inferiore, rappresentativo dei gesti consonantici; TD è il sensore applicato sul dorso della lingua ed è rappresentativo dei gesti vocalici.

I soggetti sedevano comodamente e familiarizzavano con il corpus presentato su copia cartacea; dopo il termine del set-up potevano continuare a familiarizzare con il corpus, questa volta presentato sullo schermo. Durante la registrazione, i soggetti potevano decidere di effettuare interruzioni in caso di necessità (es. bere, riposarsi). La durata complessiva delle registrazione variava da un minimo di 45 minuti ad un massimo di un’ora e 15 minuti, soprattutto in relazione al numero e durata delle interruzioni.

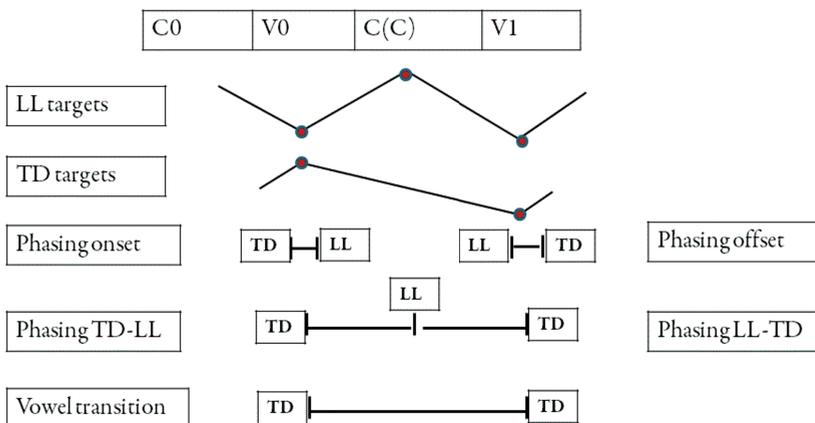
2.3 Etichettatura e misure

Il segnale acustico è stato etichettato manualmente grazie a Praat (Boersma, Weenink, 2009), in modo da indicare i confini segmentali e tre punti della parte stabile della vocale (uno al centro e gli altri due a ± 20 msec; v. Fig. 1). Sulla base delle etichette, sono state misurate le durate acustiche della vocale tonica (V0), della con-

sonante target (C) e della vocale post-tonica (V1) e la prima e la seconda formante di entrambe le vocali, ricavate grazie alla media dei tre punti etichettati sulla parte stabile della vocale.

Il segnale cinematico è stato etichettato in modo semiautomatico per mezzo di MAYDAY (Sigona et al., 2015). Sul tracciato di velocità di ogni sensore, è stato etichettato ogni picco di velocità associato al gesto ed il valore minimo successivo, corrispondente al target sul tracciato di posizione (v. Fig. 1). Per ogni articolatore preso in considerazione (il labbro inferiore, LL, e il dorso della lingua, TD) sono state misurate le durate e le ampiezze dei gesti articolatori sia di approssimazione al target (*closing gesture*) che di allontanamento da esso (*opening gesture*); le misure hanno riguardato sia l'asse verticale, sia quello antero-posteriore. Ad esempio (v. Figura 1) la durata e l'ampiezza del gesto di chiusura di LL corrispondono rispettivamente al tempo e allo spazio tra il target di V0 e quello di C (da /i/ a /m/ nella parola /'mima/); la durata e l'ampiezza del gesto di chiusura di TD, corrispondono rispettivamente al tempo e allo spazio tra il target della vocale pre-tonica contenuta nella frase cornice e quello di V0 (da /a/ ad /i/ in /la'mima/); il gesto di apertura di TD corrisponde all'intervallo tra V0 e V1 (da /i/ ad /a/ in /la'mima/). Infine, la misura tradizionale del *phasing* tra due gesti corrisponde all'intervallo tra il target di posizione dell'uno e quello dell'altro (es., il *phasing* TD-LL è l'intervallo tra il target di posizione su TD per /i/ e il target di posizione su LL per C(C), mentre il *phasing* LL-TD è l'intervallo tra il target di posizione su LL per C(C) e il target di posizione su TD per /a/); il *phasing* onset/offset corrisponde all'intervallo tra l'inizio/fine del gesto consonantico LL per C(C) e il target di posizione su TD per /i/ o /a/.

Figura 1 - Etichette utilizzate e alcune misure ricavate



2.4 Statistica

L'analisi statistica è stata effettuata per mezzo del software *R* (R Core Team, 2015) e grazie a modelli ad effetti misti (Bates et al., 2014: pacchetto *lme4*) che prevedevano sei fattori fissi e un termine di errore (*random slope*). I fattori fissi riguardavano la presenza/assenza della patologia (Tipo, 2 livelli: soggetti patologici e di controllo), l'e-

tà dei soggetti (Età, 3 livelli: giovani, intermedi e anziani), lo status della consonante (Condizione, 2 livelli: scempia e geminata), la sonorità della consonante (Sonorità, 2 livelli: sorda e sonora), il modo di articolazione che la caratterizza (Modo, 2 livelli: occlusiva e nasale) e il ricorso a ripetizione nell'elicitazione dei materiali (Ripetizione, 7 livelli: numero ripetizioni analizzate per ogni item); il termine d'errore è stato aggiunto al modello per tenere conto della variabilità inter-soggetto nella produzione degli item¹.

Per ogni misura da noi considerata, ossia per ogni variabile dipendente, è stata verificata l'eventuale violazione di omoschedasticità e normalità attraverso un'analisi dei residui. La mancanza di violazioni ci ha garantito la possibilità di applicare i modelli misti e di verificare l'effetto di cinque dei sei fattori, ad esclusione del fattore Ripetizione, grazie alla costruzione del modello generale appena descritto e di un modello "ridotto", nel quale era escluso il fattore da testare: la significatività di ogni fattore è stata verificata attraverso il confronto tra il modello generale e il modello "ridotto", effettuato per mezzo del *Likelihood Ratio Test* (procedura che prevede il test chi quadro; Winter, 2013). Al fine di verificare la significatività delle interazioni, è stata adottata una procedura analoga, ma piuttosto che un modello "ridotto" è stato creato un modello "ampliato", che sommasse una possibile interazione al modello generale. Per effettuare i test post-hoc abbiamo usato il test di Tukey (Hothorn *et al.* 2008: pacchetto *multcomp*). I test sono stati considerati significativi con $p \leq 0.05$.

3. Risultati

3.1 Dati acustici

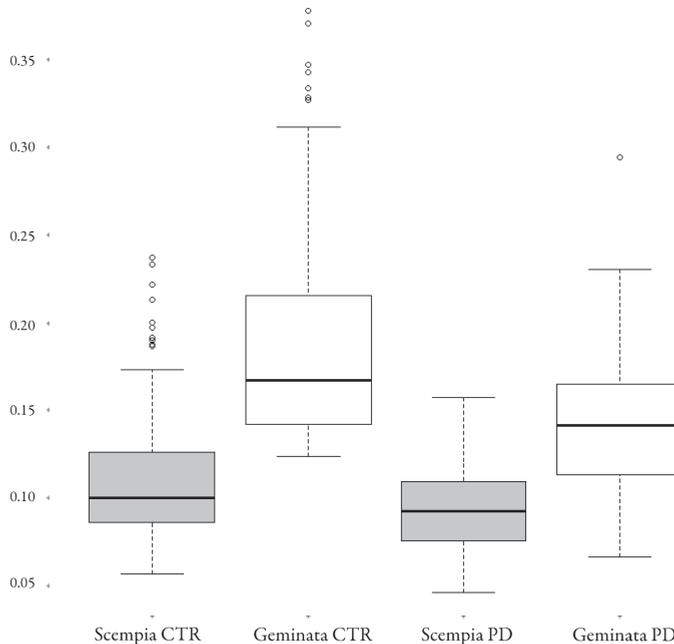
La durata della C target varia in base ai fattori Condizione ($\chi^2(1)=18.449$, $p < 0.001$) e Modo ($\chi^2(2)=6.071$, $p=0.048$) (Figura 2). In particolare, la durata delle geminate è maggiore di quella delle scempie e la durata delle occlusive è maggiore di quella delle nasali. Inoltre risultano significative le interazioni tra Tipo e Condizione, tra Condizione e Sonorità e tra Condizione e Modo. La prima interazione mostra che le geminate hanno durata maggiore delle scempie per entrambe le popolazioni di soggetti, ma il post-hoc rivela che le geminate dei soggetti di controllo sono significativamente diverse solo dalle scempie dei patologici, mentre le geminate dei patologici non sono significativamente più lunghe né delle scempie dello stesso gruppo, né di quelle prodotte dai soggetti di controllo (sebbene tendenzialmente la loro durata sia sempre maggiore rispetto ad entrambi i casi); l'interazione tra Condizione e Sonorità sottolinea che le geminate sono più lunghe sia delle scempie sorde che delle sonore, mentre non c'è differenza dovuta alla sonorità tra le scempie e tra le geminate; infine, l'interazione tra Condizione e Modo mostra che i valori sono inferiori per le nasali tranne che nel caso delle geminate, per le quali non si registra una differenza significativa.

Per quanto riguarda le vocali, la durata della tonica, /i/, varia in base a tutti i fattori considerati, ossia Tipo, Età, Condizione, Sonorità e Modo ($\chi^2(1)=15.38$, $p < 0.001$;

¹ Modello = variabile dipendente ~ tipo + età + condizione + sonorità + modo + repetition + (1 + condizione + sonorità + modo | speaker).

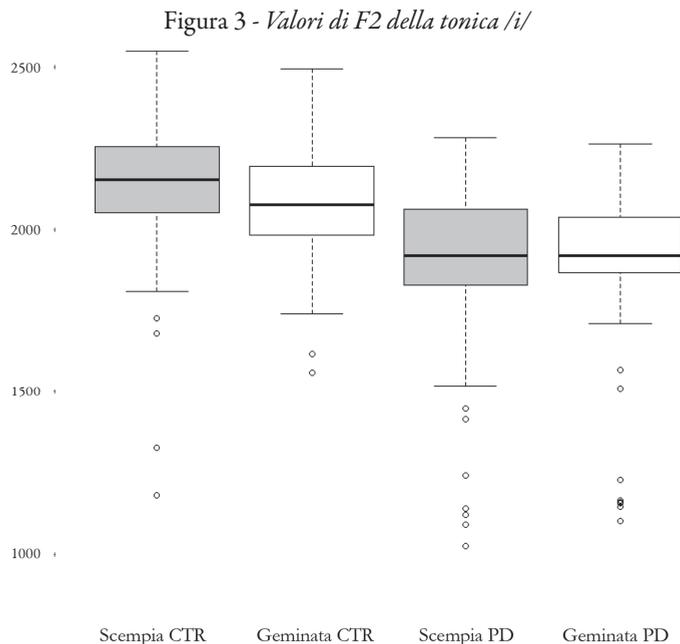
$\chi^2(1)=6.372$, $p=0.041$; $\chi^2(1)=6.1219$, $p=0.013$; $\chi^2(1)=10.14$, $p=0.001$; $\chi^2(2)=10.69$, $p=0.004$). In particolare, la durata della vocale è maggiore nei patologici che nei soggetti di controllo, mentre è minore prima di geminata che di scempia ed è minore prima delle sorde e delle occlusive. Per quanto riguarda il fattore Età, le vocali dei giovani risultano significativamente più brevi di quelle degli altri parlanti, mentre le interazioni tra i fattori non sono significative. La durata acustica della vocale postonica /a/ varia significativamente in base ai fattori Sonorità e Modo ($\chi^2(1)=8.35$, $p=0.003$; $\chi^2(2)=8.381$, $p=0.015$) e per l'interazione tra Tipo e Età. In particolare, la durata della vocale è maggiore dopo consonante sonora che dopo sorda e dopo occlusiva piuttosto che nasale; per quanto riguarda l'interazione, le vocali dei patologici di età intermedia sono più lunghe di quelle dei giovani (sia soggetti di controllo che patologici), del gruppo di controllo intermedio e dei patologici anziani e sono quindi simili solo a quelle del gruppo di controllo degli anziani.

Figura 2 - Durata acustica della consonante



Per quanto riguarda i valori formantici della vocale tonica /i/, F1 varia in base al Modo ($\chi^2(1)=15.53$, $p=0.0004$), con valori minori per le occlusive che per le nasali, mentre non si riscontrano interazioni significative. Non si riscontrano invece variazioni significative di F2 in base ai fattori considerati o a loro interazioni. Tuttavia i valori di F2 sono leggermente inferiori nei patologici (Figura 3).

Nel caso della vocale postonica /a/, non si riscontrano fattori significativi per quanto riguarda i valori di F1, mentre la F2 è influenzata dal fattore Sonorità ($\chi^2(1)=3.870$, $p=0.049$), con interazione tra Età e Condizione e tra Età e Sonorità. Infatti per i giovani la geminata corrisponde a valori minori di quelli individuati per la scempia, e la sonora ha valori maggiori della sorda solo per gli anziani.



3.2 Dati articolatori

3.2.1 Gesto labiale

I test effettuati sulla durata del gesto consonantico di chiusura (Figura 4a) hanno dato risultati significativi per il fattore Condizione, Sonorità e Modo (rispettivamente, $\chi^2(1)=5.718$, $p=0.016$; $\chi^2(1)=8.783$, $p=0.003$; $\chi^2(2)=8.960$, $p=0.011$) e per l'interazione tra Tipo e Età e tra Condizione e Modo. In particolare, i gesti sono più lunghi per le geminate, le sonore e le occlusive orali, e, per quanto riguarda le interazioni, la durata del gesto dei soggetti di controllo anziani è significativamente maggiore di quella dei patologici, sia giovani che anziani, e le geminate nasali risultano corrispondere a valori maggiori di tutte le scempie, mentre le geminate occlusive risultano maggiori rispetto alle sole scempie nasali.

La durata del gesto consonantico di apertura (Figura 4b) è significativamente influenzata dal fattore Tipo e dal fattore Condizione (rispettivamente $\chi^2(1)=3.933$, $p=0.047$ e $\chi^2(1)=6.198$, $p=0.012$) con una forte interazione tra Condizione e Modo. I gesti durano di più nella realizzazione di geminate e nelle produzioni dei soggetti di controllo e, per quanto riguarda l'interazione, la scempia nasale mostra valori inferiori rispetto a tutte le altre, inclusa la scempia occlusiva, ma le scempie corrispondono comunque a valori inferiori rispetto alle geminate.

Figura 4a - *Gesto consonantico di chiusura: durata*

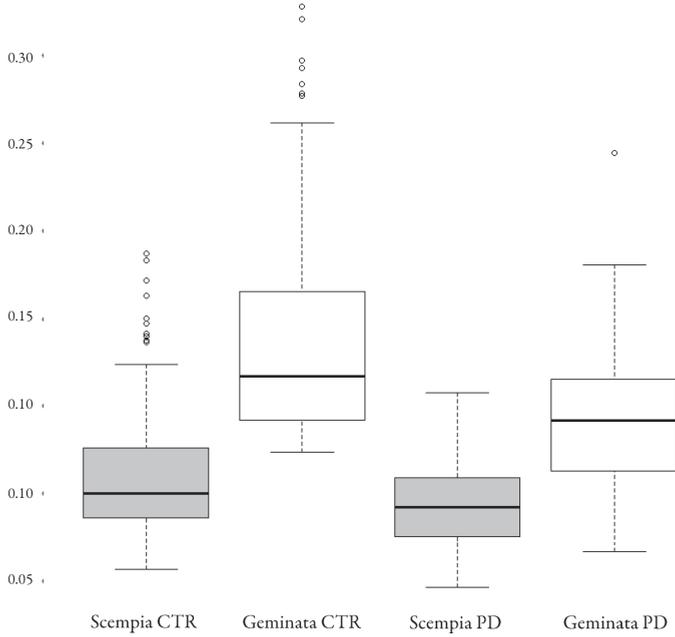
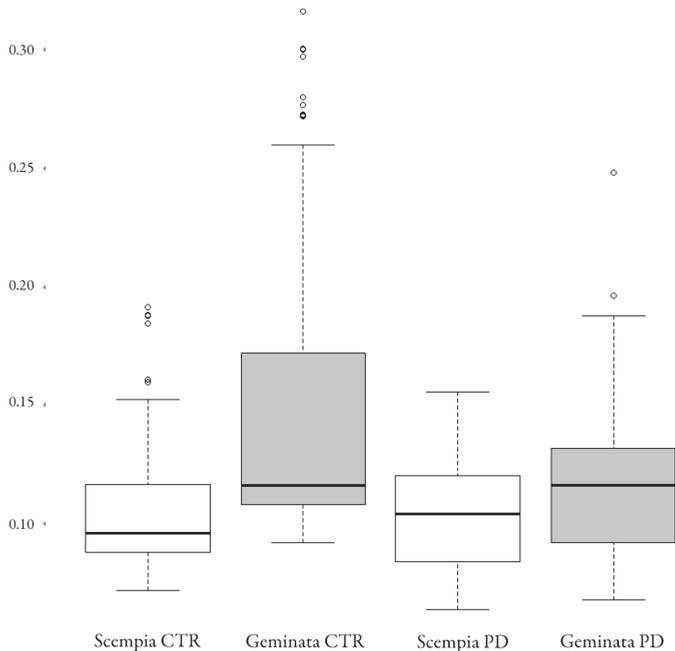


Figura 4b - *Gesto consonantico di apertura: durata*



La durata totale del gesto labiale (chiusura + apertura) varia significativamente in base ai fattori Condizione e Età (rispettivamente, $\chi^2(1)=17.852$, $p<0.0002$)

e $\chi^2(2)=7.376$, $p=0.025$), con una leggera interazione tra Tipo e Condizione (0.051) e tra Condizione e Modo. La durata del gesto è sempre maggiore per le geminate e per il fattore Età il post-hoc di Tukey rivela che il gesto dei giovani risulta significativamente più breve di quello dei soggetti intermedi e degli anziani. Per quanto riguarda le interazioni, quella tra Condizione e Modo corrisponde al fatto che si registra una differenza statisticamente significativa tra tutte le sotto-condizioni, tranne che tra geminate nasali e occlusive; l'interazione tra Tipo e Condizione è dovuta al fatto che la differenza tra scempie e geminate è significativa solo all'interno delle due popolazioni, ma non attraverso esse (ossia, ad es., la scempia dei soggetti di controllo non è diversa significativamente dalla geminata dei patologici).

Per quanto attiene all'ampiezza del gesto labiale di chiusura lungo l'asse verticale (Figura 5a), risultano significativi tutti i fattori (Tipo: $\chi^2(1)=14.673$, $p=0.0001$; Età: $\chi^2(2)=20.159$, $p<0.0001$; Condizione: $\chi^2(1)=11.672$, $p=0.0006$; Sonorità: $\chi^2(1)=8.736$, $p=0.0031$; Modo: $\chi^2(2)=8.948$, $p=0.0114$), con un'interazione tra Condizione e Modo. L'ampiezza è maggiore nelle produzioni dei soggetti di controllo, delle geminate, delle sonore e delle occlusive orali piuttosto che nelle condizioni opposte. Il post-hoc su Età, mostra che l'ampiezza è maggiore per i parlanti di età intermedia. Infine, l'interazione ci mostra però che non c'è differenza tra la geminata nasale e la scempia occlusiva, oltre al fatto che non ci sono differenze di Modo tra scempie o tra geminate.

Figura 5a - Gesto di chiusura: ampiezza

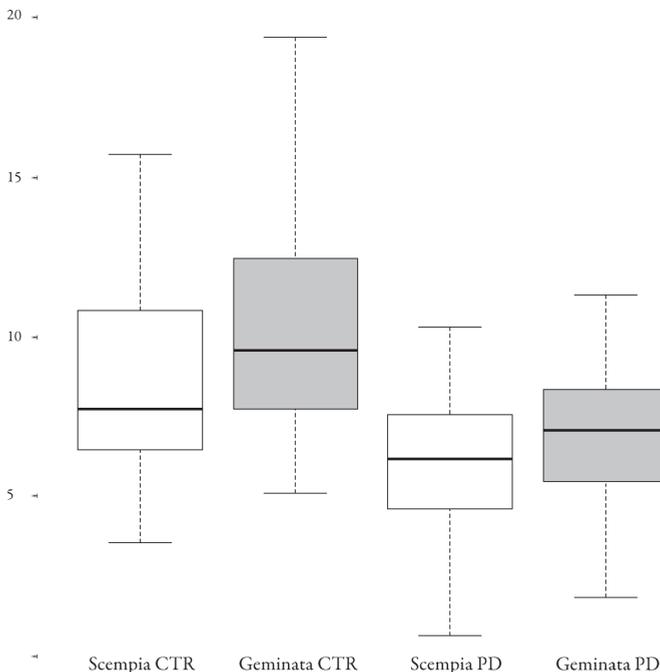
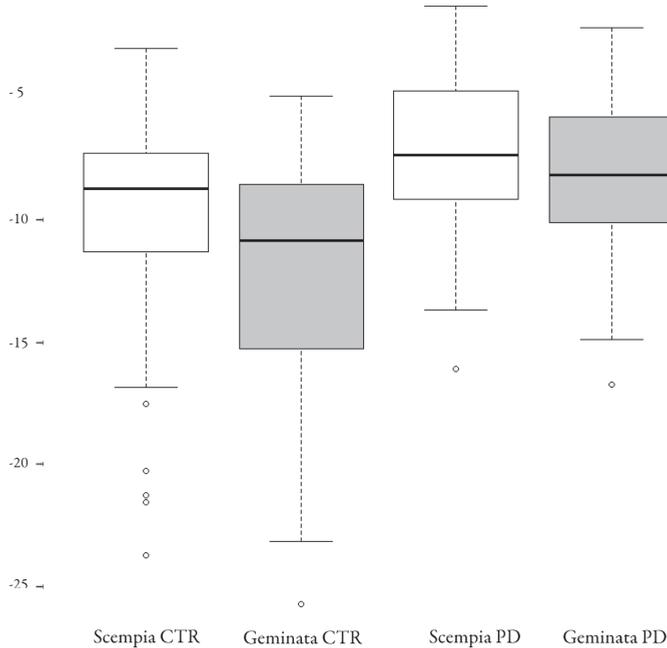


Figura 5b - *Gesto di apertura: ampiezza*

Anche per l'ampiezza del gesto labiale di apertura lungo l'asse verticale (Figura 5b) risultano significativi tutti i fattori (Tipo: $\chi^2(1)=5.365$, $p=0.0205$; Età: $\chi^2(2)=5.7102$, $p=0.057$; Condizione: $\chi^2(1)=15.729$, $p<0.0001$; Sonorità: $\chi^2(1)=8.4783$, $p=0.0035$; Modo: $\chi^2(2)=10.382$, $p=0.0055$), con un'interazione leggera tra Tipo e Condizione (0.057) e tra Età e Condizione, Età e Sonorità, Età e Modo. In particolare, come per la chiusura, l'ampiezza è maggiore nelle produzioni dei soggetti di controllo, delle geminate, delle sonore e delle occlusive orali piuttosto che nelle altre condizioni. Il post-hoc rivela che per quanto riguarda Età sono i valori dei soggetti di età intermedia ad essere superiori a quelli degli altri. L'analisi dell'interazione tra Tipo e Condizione mostra che c'è una differenza significativa dell'ampiezza del gesto tra i valori di tutte le combinazioni considerate, tranne che tra quelli delle geminate prodotte dei patologici e delle scempie prodotte dai soggetti di controllo, in linea con un aumento dell'ampiezza dalle scempie dei patologici alle geminate dei soggetti di controllo, con le scempie dei soggetti di controllo e le geminate dei patologici in posizione intermedia (Figura 5b). Per quanto riguarda l'interazione tra Condizione e Età, risulta che è il gruppo di età intermedia a differire dagli altri per i valori di ampiezza, tranne che per le scempie rispetto alle geminate degli anziani: di fatto né giovani né anziani sembrano differenziare scempie e geminate (ma si consideri che questo riguarda dati in cui i soggetti di controllo non sono scorporati dai patologici). Circa l'interazione tra Sonorità e Età, risulta che solo i soggetti di età intermedia differenzino i valori per sorde e sonore e infine, per l'interazione tra Età e Modo, solo i soggetti di età intermedia sembrano differen-

ziare nasali e occlusive, in quanto le loro occlusive sono statisticamente diverse da occlusive e nasali di anziani e di giovani.

3.2.2 Gesto linguale

Il gesto linguale di chiusura sull'asse verticale risulta influenzato da tutti i fattori tranne Condizione (Tipo: $\chi^2(1)=7.196$; $p=0.007$; Età: $\chi^2(2)=11.726$, $p=0.002$; Sonorità: $\chi^2(1)=9.841$, $p=0.001$; Modo: $\chi^2(2)=9.856$, $p=0.007$), con interazione tra il fattore Età e Modo e tra Condizione e Modo. Il gesto dura maggiormente nel caso della produzione dei soggetti di controllo, in presenza di consonanti sonore e occlusive orali e, in base al post-hoc di Tukey, per i soggetti di età intermedia rispetto che per tutti gli altri. Per quanto riguarda l'interazione tra Modo e Condizione, i valori cambiano per tutte le combinazioni tranne che per le scempie vs. geminate all'interno dei due diversi modi di articolazione; circa l'interazione tra Età e Modo, all'interno di ogni gruppo di età le nasali corrispondono a valori minori rispetto alle occlusive, ma quelle dei soggetti di età intermedia corrispondono a valori maggiori di quelle degli altri gruppi, e le occlusive del gruppo di età intermedia hanno durata maggiore di quelle dei giovani.

Sulla durata del gesto di apertura si riscontra invece un effetto significativo dei fattori Condizione e Età (rispettivamente $\chi^2(1)=13.591$, $p=0.0002$ e $\chi^2(2)=8.547$, $p=0.013$) e un'interazione significativa dei fattori Condizione e Modo. Infatti, i gesti durano maggiormente in presenza di consonanti geminate e, come indicato dal post-hoc di Tukey, per soggetti anziani e di età intermedia rispetto a soggetti più giovani. Per quanto riguarda le interazioni, i valori sono diversi per tutte le combinazioni di condizioni, tranne che per scempie nasali e occlusive (peraltro le nasali geminate risultano corrispondere ai valori maggiori).

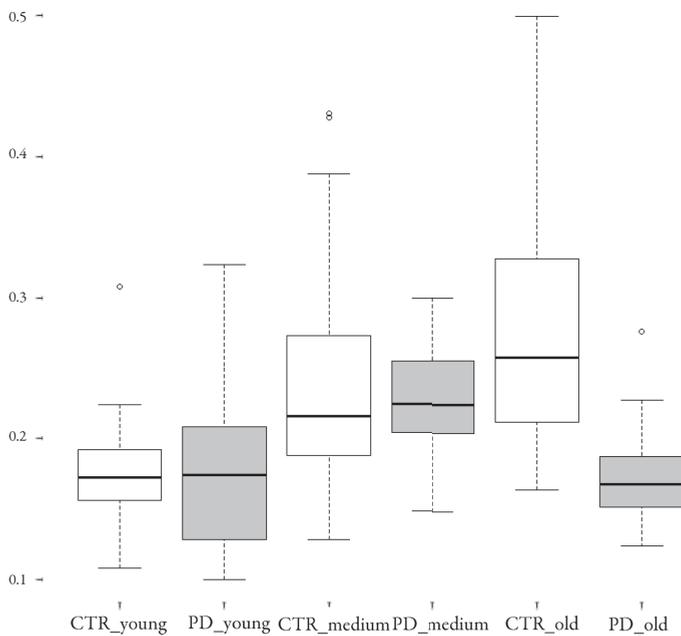
L'analisi dell'ampiezza della chiusura del gesto vocalico sull'asse verticale mette in evidenza un effetto significativo del fattore Condizione ($\chi^2(1)=5.855$, $p=0.0155$), ma con interazioni significative tra Tipo e Età e tra Condizione e Età e tra Sonorità e Modo. Il gesto risulta di ampiezza minore nel contesto di geminate che in quello di scempie e, circa le interazioni, risulta infatti che esiste una differenza significativa solo tra i soggetti di controllo che appartengono ai gruppi di età intermedia e di giovani, così come, per l'interazione tra Età e Condizione, tra le geminate e le scempie degli anziani; per l'interazione tra Condizione e Modo, la differenza risulta solo tra occlusive scempie e geminate, e come mostrato dall'interazione tra Condizione e Sonorità, solo tra le sorde scempie e geminate e tra le sorde scempie e le sonore geminate. Infine, per quanto riguarda l'apertura, l'ampiezza è significativamente influenzata dai fattori Condizione, Sonorità e Modo (rispettivamente $\chi^2(1)=3.579$, $p=0.058$, $\chi^2(1)=13.085$, $p=0.0002$, e $\chi^2(2)=13.234$, $p=0.001$), senza alcuna interazione. L'ampiezza dell'apertura è infatti maggiore per le geminate, le consonanti sonore e le occlusive orali.

Per quanto riguarda l'asse antero-posteriore, la durata del gesto di chiusura (Figura 6) varia in relazione ai fattori Sonorità e Modo ($\chi^2(1)=8.942$, $p=0.002$, $\chi^2(1)=10.168$, $p=0.006$) con l'interazione significativa di Tipo e Età, di Condizione

e Sonorità e di Condizione e Modo. In particolare, i gesti durano maggiormente per le consonanti sonore e le occlusive orali. Circa le interazioni, i più giovani (sia soggetti di controllo che patologici), i soggetti di controllo di età intermedia e i patologici anziani presentano valori minori dei soggetti di controllo anziani e dei patologici di età intermedia.

Invece il gesto di apertura è influenzato dai fattori Età e Condizione (rispettivamente $\chi^2(1)=8.258$, $p=0.016$ e $\chi^2(1)=13.527$, $p=0.0002$) con un'interazione tra Condizione e Modo. I gesti hanno infatti maggiore durata in presenza di consonanti geminate e il post-hoc chiarisce che la durata è significativamente inferiore nelle produzioni dei più giovani piuttosto che in quelle di tutti gli altri. Per quanto riguarda l'interazione tra Condizione e Modo, esiste una differenza significativa tra tutte le condizioni tranne che tra le scempie occlusive e nasali.

Figura 6 - *Gesto di chiusura di TD su X: durata*



Per quanto riguarda l'ampiezza, il gesto di chiusura (Figura 7a) è significativamente influenzato dai fattori Tipo e Modo (rispettivamente $\chi^2(1)=8.237$, $p=0.004$ e $\chi^2(1)=7.795$, $p=0.0209$), con una forte interazione tra Tipo e Età (v. Fig. 6). In particolare, il gesto è più ampio nelle produzioni dei parlanti patologici e nelle nasali piuttosto che nelle occlusive orali. Circa l'interazione, risulta chiaramente che i valori dei patologici di età intermedia sono superiori a quelli di tutti gli altri, mentre quelli dei patologici anziani sono superiori solo rispetto ai quelli dei soggetti di controllo anziani e di età intermedia; tra i valori più bassi si registrano quelli dei soggetti di controllo anziani e di età intermedia, diversi da quelli dei soggetti di controllo più giovani.

Anche il gesto di apertura (Figura 7b) varia in ampiezza ma solo a seconda del valore del fattore Tipo ($\chi^2(1)=6.074$, $p=0.013$), e con un'interazione tra Tipo e Età, tra Tipo e Sonorità e tra Condizione e Modo. In particolare, il gesto è più ampio nelle produzioni dei parlanti patologici e dall'analisi delle interazioni si comprende che non c'è differenza statistica tra patologici e soggetti di controllo giovani, i patologici anziani non differiscono dai soggetti di controllo anziani (che a loro volta non differiscono dai soggetti di controllo di età intermedia) e i patologici giovani non differiscono dagli altri patologici. L'interazione tra Tipo e Sonorità risulta dovuta al fatto che i patologici non fanno differenza tra sorda e sonora mentre i soggetti di controllo sì, e che le produzioni sonore dei soggetti di controllo non sono diverse da quelle dei patologici (e quindi la differenza è essenzialmente dovuta alle sorde). Per quanto riguarda l'interazione tra Condizione e Modo, risulta che siano le geminate occlusive ad essere più ampie dalle nasali, sia scempie che geminate.

Figura 7a - Gesto di chiusura di TD su X: ampiezza

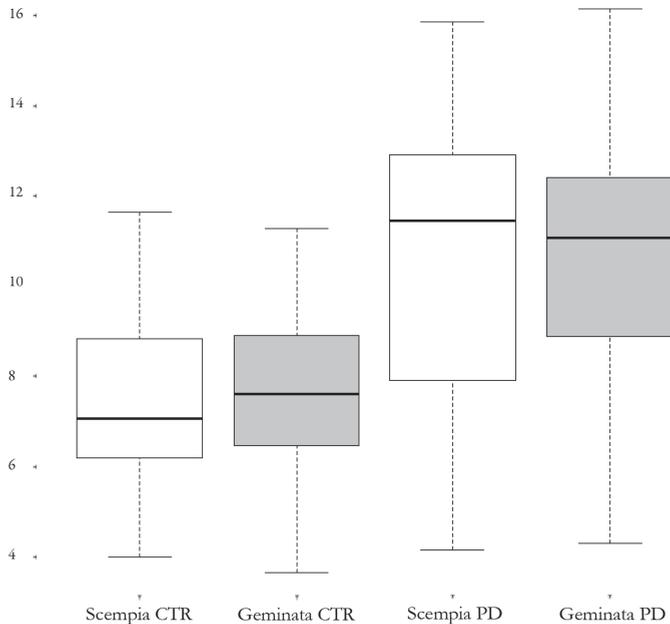
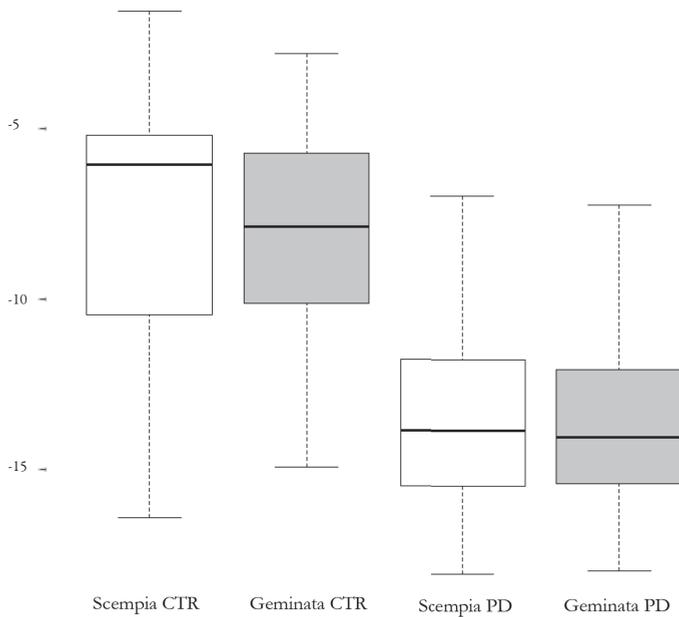


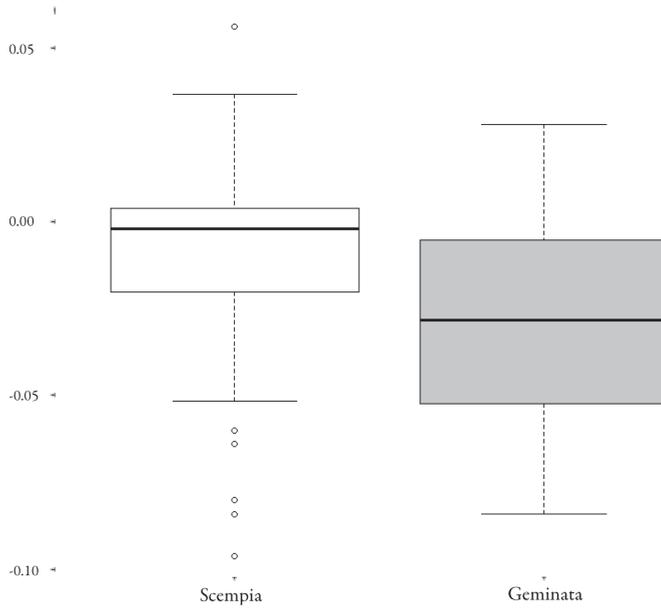
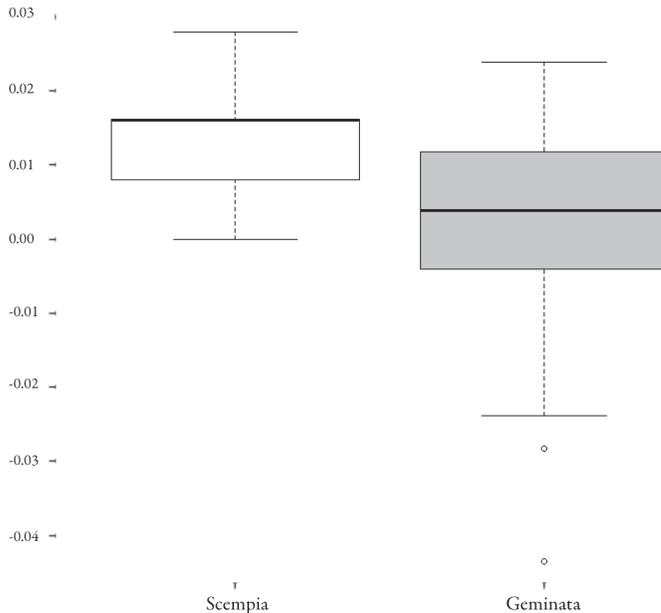
Figura 7b - Gesto di apertura di TD su X: ampiezza



3.2.3 Il *phasing* e la coordinazione inter-gestuale

Il controllo effettuato solo sulle nasali e sui parlanti non patologici offre risultati in linea con i precedenti (Gili Fivela et al., 2007; Zmarich et al., 2007; 2009; 2011). In particolare, i test relativi al *phasing onset* e *offset* (Figure 8a e 8b) mostrano che il fattore Condizione ha un effetto significativo o tendente alla significatività (per onset: $\chi^2(1)=5.675$, $p=0.0172$; per offset: $\chi^2(1)=3.511$, $p=0.06$, senza interazioni significative) e, in particolare, le geminate corrispondono a un intervallo significativamente più ampio delle scempie per l'onset e a uno meno ampio per l'offset. I dati indicano quindi che il gesto della geminata inizia prima di quello della scempia ed è quindi anticipato rispetto al target della vocale tonica; peraltro finisce dopo, quasi in concomitanza con il target per la vocale seguente.

I risultati del *phasing* tradizionale sono invece meno interessanti, perché solo il *phasing* tra il labbro inferiore e la lingua (LL-TD) risulta influenzato dal fattore Condizione ($\chi^2(1)=5.978$, $p=0.0144$) con le geminate che presentano valori maggiori delle scempie. Il *phasing* tra la lingua e il labbro inferiore (TD-LL) risulta significativamente influenzato solo dal fattore Età ($\chi^2(2)=8.029$, $p=0.0180$), senza interazioni, con il test post-hoc di Tukey che mostra che i valori sono significativamente maggiori per i soggetti anziani rispetto agli altri soggetti.

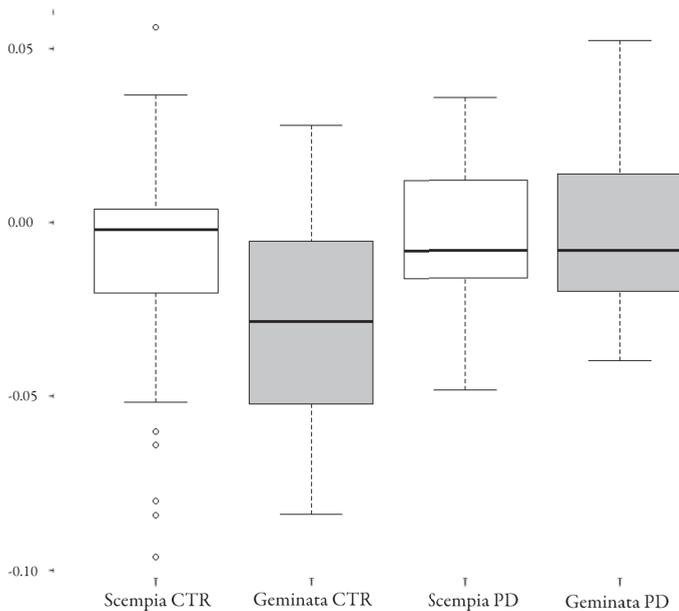
Figura 8a - *Phasing onset*Figura 8b - *Phasing offset*

Per quanto riguarda l'effetto della patologia sul *phasing*, a giudicare dai risultati dei test statistici con i quali abbiamo verificato l'esistenza di una differenza tra i materiali prodotti dai parlanti patologici e dai soggetti di controllo, sempre relativamente alle nasali, emerge che per il *phasing* onset non ci sono effetti significativi dei fattori

fissi da noi considerati, tanto meno di Tipo; risultano invece significative le interazioni tra Tipo e Età (per il fatto che si registrano valori maggiori per i soggetti di controllo di età intermedia rispetto a quelli osservati per i patologici anziani e di età intermedia) e tra Tipo e Condizione (perché in realtà solo per i soggetti di controllo esiste la differenza tra scempie e geminate). L'analisi delle altre misure non permette di evidenziare differenze tra soggetti patologici e di controllo. L'insieme dei dati delle due popolazioni, infatti, mostra che per il *phasing* offset non ci sono risultati significativi dei fattori considerati, né interazioni.

Invece le misure relative al *phasing* tradizionale mostrano che, considerando i materiali dei patologici oltre che dei soggetti di controllo, TD-LL varia significativamente in base al fattore Condizione [$\chi^2(1)=5.922$, $p=0.0149$], con le geminate che corrispondono a valori maggiori rispetto alle scempie, senza interazioni di sorta. Il *phasing* tra LL-TD, infine, corrisponde a quello osservato per i soli soggetti di controllo, ossia i valori delle geminate sono significativamente maggiori rispetto a quelli delle scempie [$\chi^2(1)=7.994$, $p=0.0046$]; senza interazioni significative.

Figura 9 - *Phasing onset: soggetti di controllo vs. patologici*



4. *Discussione*

Il modello statistico usato per analizzare i risultati ha permesso di far emergere l'influenza di diversi fattori e anche interazioni interessanti tra essi. Nella discussione ci concentreremo soprattutto sui fattori fissi, evidenziando la presenza di interazioni nei casi più interessanti.

I risultati delle misure acustiche sono coerenti con quelli attesi in base alla letteratura per quanto riguarda l'opposizione di scempie e geminate, in quanto queste ultime risultano essere significativamente più lunghe delle scempie e precedute da vocali più brevi. Anche dal punto di vista articolatorio risultano confermate molte osservazioni riportate nella letteratura precedente. In particolare, i gesti consonantici (labiali) durano di più e sono più ampi per le geminate che per le scempie. Per quanto riguarda i gesti linguali, quello di apertura sull'asse verticale ha durata e ampiezza maggiore per le geminate che per le scempie. Sull'asse orizzontale, antero-posteriore è nuovamente il gesto linguale di apertura ad avere durata maggiore per le geminate, mentre la sua ampiezza e i valori del gesto di chiusura non sembrano cambiare in relazione al contrasto linguistico. I risultati sono in linea con le attese dovute alle indagini precedenti (Gili Fivela, Zmarich, 2005; Zmarich, Gili Fivela, 2005; Zmarich et al., 2007) e aggiungono informazioni circa i gesti linguali (si veda anche Iraci et al., in stampa).

Sempre in linea con la letteratura precedente, si riscontra che i parlanti patologici distinguono scempie e geminate in termini di misure acustiche, perché le geminate hanno durata maggiore delle scempie. Tuttavia in media i patologici presentano valori minori dei soggetti di controllo e infatti le loro geminate non sono significativamente più lunghe delle scempie dei soggetti di controllo e tanto meno delle loro geminate; la vocale tonica, invece, nei patologici ha durata media maggiore e, anche se la differenza non è statisticamente significativa, presenta valori di F2 leggermente minori che nei soggetti di controllo. Per quanto riguarda l'articolazione, la patologia influenza l'ampiezza dei gesti consonantici che risultano meno ampi sia in chiusura che in apertura, mentre incide sulla durata soprattutto per il gesto di apertura, che risulta significativamente più breve nei patologici che nei soggetti di controllo; peraltro l'influenza della patologia si osserva anche sul gesto consonantico nel suo complesso (chiusura+apertura) che non risulta sempre diverso tra scempie e geminate attraverso le popolazioni di soggetti (in quanto, ad esempio, la scempia dei soggetti di controllo non è significativamente diversa dalla geminata dei patologici, risultato che emerge anche nell'analisi dell'ampiezza del gesto di apertura). Circa i gesti linguali, è solo il gesto di chiusura a mostrare valori minori per i patologici, benché solo l'ampiezza, ma non la durata, cambi in base al contrasto linguistico (con ampiezza sorprendentemente minore per le geminate). Sull'asse antero-posteriore, la differenza tra soggetti di controllo e patologici si riscontra solo nei valori di ampiezza, che sono maggiori per i patologici sia per la chiusura che per l'apertura. Si noti però che l'ampiezza del gesto di apertura per i patologici non varia tra sorde e sonore e la differenza tra soggetti di controllo e patologici sembra riguardare più le sorde. In realtà, l'analisi delle interazioni per il gesto di apertura chiarisce che non c'è differenza statistica tra patologici e soggetti di controllo giovani, così come i patologici anziani non differiscono dai soggetti di controllo anziani (che a loro volta non differiscono dai soggetti di controllo di età intermedia), facendo intuire che le differenze riguardino soprattutto i parlanti di età intermedia. I risultati descritti in questa sede, quindi, sono coerenti con le nostre aspettative e i risultati precedenti

(Gili Fivela et al. 2014; Iraci et al. in stampa), in quanto i soggetti patologici presentano spesso valori ridotti per le misure considerate, fatto salvo ciò che riguarda l'articolatore linguale e lo spostamento sull'asse antero-posteriore. La riduzione dei valori di ampiezza e di durata è coerente con i tratti tipici della disartria ipocinetica, mentre la ragione dell'incremento dei valori relativi al gesto linguale sull'asse antero-posteriore non ci è chiara, dato che le vocali prodotte dai soggetti patologici nel set di dati qui considerato non risultano diverse da quelle prodotte dai soggetti di controllo (spostate posteriormente nel caso di /a/ e anteriormente nel caso di /i/), a giudicare dai valori formantici (si veda ad esempio la tendenza osservata circa i valori formantici della /i/ tonica). L'ipotesi che avanziamo è che differenze in questo senso esistano e siano rilevanti nel complesso (differenza tra /i/ ed /a/), benché non emergano statisticamente nell'analisi della singola vocale. Ci riproponiamo di verificare questa ipotesi nei prossimi contributi.

Circa l'influenza della sonorità e del modo, effetti significativi della sonorità si sono registrati sulla durata acustica delle vocali, che sono più brevi in contesto di consonante sorda, e sulla F2 della postonica, più alta in contesto di consonante sonora. Per il modo, le consonanti occlusive hanno durata maggiore di quella delle nasali, corrispondono a vocali precedenti più brevi, con F1 minore, e sono seguite da vocali più lunghe rispetto alle nasali. Per quanto riguarda l'articolazione e i fattori sonorità e modo, l'influenza è chiara sull'ampiezza dei gesti labiali di chiusura e apertura, ed è maggiore nel contesto di consonante sonora e di occlusive orali; per quanto riguarda la durata, invece, sono soprattutto i gesti consonantici di chiusura ad essere più influenzati, gesti che sono più lunghi in contesto di consonanti sonore (in corrispondenza dei quali la differenza di durata si registra anche per il gesto consonantico nel suo complesso) e di occlusive orali. Il contesto di consonante sonora sembra quindi corrispondere a misure di ordine maggiore, in linea con le aspettative relative alle occlusive sonore, anche perché è il modo occlusivo, piuttosto che quello nasale, a corrispondere a valori maggiori. Per i gesti linguali, è la durata del gesto di chiusura ad avere valori maggiori in contesto di sonore e occlusive orali, coerentemente con i gesti labiali; per il gesto di apertura è l'ampiezza ad essere maggiore nel contesto di occlusive e sonore. Sull'asse antero-posteriore, risulta che, in modo analogo a quanto osservato per gli altri gesti, la chiusura abbia valori di durata maggiori in contesto di consonanti sonore e occlusive orali; tuttavia l'ampiezza del gesto di chiusura risulta stranamente maggiore per le nasali che per le occlusive orali. Ci sembra quindi che questi risultati si possano mettere in relazione con le caratteristiche tipiche delle varietà regionali del Sud nella produzione delle occlusive bilabiali sonore, normalmente rafforzate (Romano, 2003, Gaillard-Corvaglia & Kamiyama 2006; v. anche Iraci et al., in stampa). Se il modo esercita poi un'influenza legata alla necessaria diversa coordinazione del gesto del velo palatino, oltre ai gesti necessari per la produzione di consonanti orali, per ora possiamo solo dire che questa non si esprime per mezzo di incremento generalizzato dei valori delle misure relative alle nasali o almeno che l'eventuale incremento è minore di quello osservato per le occlusive nel loro complesso (quindi incluse le sonore). Un elemento degno di

approfondimento futuro riguarda però l'ampiezza del gesto di chiusura, maggiore per le nasali che per occlusive.

L'età dei parlanti sembra giocare un ruolo importante solo in relazione alla durata della tonica e del gesto consonantico nel suo complesso, che risultano più brevi per i parlanti più giovani, e in relazione all'ampiezza dei gesti, che risulta minore anche per gli anziani rispetto ai parlanti di età intermedia. Anche per i gesti linguali, l'età sembra influire. In particolare sulla durata della chiusura, con valori maggiori per i soggetti di età intermedia, e su quella dell'apertura, per cui i valori sono maggiori sia per soggetti di età intermedia che per anziani. Sull'asse antero-posteriore, l'età gioca un ruolo significativo solo per il gesto di apertura, che dura meno nelle produzioni dei più giovani piuttosto che in quelle di tutti gli altri. Nel complesso, quindi, i nostri risultati sono coerenti con quelli descritti da Xue e Hao (2003) e in parte ritrovati in Gili Fivela et al. (2014), per cui i parlanti più anziani tendono a differire dagli altri, ad esempio per vocali più lunghe e aperte (Xue, Hao, 2003). Infatti, benché nel nostro caso anche i parlanti più giovani siano in realtà dei sessantacinquenni, le modificazioni osservate sono comunque coerenti con valori maggiori per le produzioni di coloro che hanno un'età più avanzata, ossia anche per i parlanti di età intermedia che di fatto hanno 74-75 anni.

Infine, l'analisi del *phasing* effettuata per le produzioni delle nasali dei soggetti di controllo mostra che il gesto della geminata inizia prima di quello della scempia, ed è quindi anticipato rispetto al target della vocale tonica, in linea con i risultati di Smith (1995), Gili Fivela et al. (2007) e Zmarich et al. (2007; 2009; 2011). Inoltre, in linea con Smith (1995), ma non con gli altri lavori citati, il gesto finisce dopo nella geminate che nelle scempie (di fatto quasi in concomitanza con il raggiungimento del target per la vocale seguente). Tuttavia, *contra* Smith (1995) e in linea con gli altri risultati sull'italiano, la costrizione non sembra stabile rispetto al target della vocale: infatti le geminate presentano valori maggiori delle scempie per il *phasing* LL-TD. Inoltre, come è stato già puntualizzato, il gesto di apertura linguale varia in termini di durata (e di ampiezza) a seconda che siano presenti consonanti geminate o scempie, di nuovo *contra* Smith (1995). Questi risultati, a partire dall'ultimo messo in evidenza, non sono quindi coerenti con la presenza di un gesto vocalico invariabile sul quale si innesti quello consonantico, come predetto dal modello di Öhman; da questo punto di vista, sono perfettamente coerenti con il modello di Browman e Goldstein. Anche l'anticipo del gesto della geminata nella vocale tonica è coerente con questo modello. Infatti, coerentemente con un'analisi bifonematica delle geminate (per una discussione, si veda Gili Fivela, Zmarich, 2005; Zmarich, Gili Fivela, 2005), l'anticipo del gesto consonantico può essere motivato dall'affiliazione consonantica del primo fonema che compone la geminata, ossia la coda delle sillaba tonica. L'aspetto che invece non sembra coerente con il modello di Browman e Goldstein riguarda invece la posticipazione, osservata nella geminata rispetto alla scempia, della fine del gesto consonantico nella vocale della sillaba postonica. Infatti, l'affiliazione del secondo elemento della geminata non dovrebbe differire da quello della scempia e in entrambi i casi la posizione occupata dovrebbe

essere quella di attacco della sillaba. In questo senso, quindi, continua ad essere vero quanto osservato da Gili Fivela et al., 2007 e Zmarich et al., 2007; 2009; 2011, ossia che sarebbe necessario un modello ibrido tra quello di Öhman e quello di Browman e Goldstein. Ci riproponiamo comunque di verificare ulteriormente questi risultati, ad esempio prendendo in considerazione le misure relative al *plateau* di *attainment* della costrizione consonantica.

Infine, per quanto riguarda l'effetto della patologia sul *phasing*, i dati analizzati in questo studio mostrano che non si riscontrano differenze tra soggetti di controllo e patologici nel *phasing*. Tuttavia, i dati relativi alle interazioni confermano che sono solo i soggetti di controllo a differenziare scempie e geminare in relazione alla misura del *phasing* onset. Peraltro considerare anche i patologici nella popolazione di riferimento, permette di ottenere risultati significativi sia sul *phasing* TD-LL che su quello LL-TD, mentre sui soli soggetti di controllo era solo quest'ultimo a variare in modo significativo in base alla presenza di scempie e geminate. La patologia sembra quindi modificare in positivo o in negativo le significatività osservate nella popolazione di soggetti di controllo, ad indicare il fatto che sono necessarie altre analisi per comprendere appieno quali siano le differenze cruciali che interessano il parlato nel Morbo di Parkinson rispetto al parlato non patologico.

5. Conclusioni

L'obiettivo principale di questo lavoro era verificare se i gesti articolatori di soggetti affetti da Morbo di Parkinson mostrassero alterazioni rispetto ai gesti di soggetti non affetti dal Morbo, sia in termini spaziali che temporali, prendendo in considerazione in modo particolare:

1. la realizzazione del contrasto tra consonanti scempie e geminate;
2. la sonorità e il modo di articolazione delle consonanti;
3. il fatto che l'età dei soggetti vari e possa influire sia sulla durata che sull'ampiezza dei gesti (con ovvie ricadute sul piano acustico, cfr. F1 ed F2).

In generale, i risultati discussi sulle consonanti scempie e geminate sono in linea con i precedenti (Gili Fivela, Zmarich, 2005; Zmarich, Gili Fivela, 2005) e aggiungono informazioni circa i gesti linguali. Inoltre, circa l'effetto della patologia, è stato confermato che i soggetti patologici presentano spesso valori ridotti per le misure considerate, fatto salvo ciò che riguarda l'articolatore linguale e lo spostamento sull'asse antero-posteriore. Anche in questo caso, i risultati sono quindi in linea con la letteratura precedente (per l'italiano, Gili Fivela et al. 2014, Iraci et al. in stampa). L'influenza della sonorità e del modo di articolazione, risulta abbastanza chiara e in linea con le attese almeno per quanto riguarda il primo fattore, in relazione alla presenza di consonanti bilabiali sonore rafforzate (Romano, 2003; Gaillard-Corvaglia, Kamiyama, 2006). Per quanto riguarda il modo di articolazione, per ora possiamo solo affermare che la maggior complessità articolatoria prevista per le nasali non si esprime per mezzo di incremento generalizzato dei valori delle misure considerate o

almeno che l'eventuale incremento è minore di quello osservato per le occlusive nel loro complesso (quindi incluse le sonore).

Circa l'effetto del fattore età, nel complesso abbiamo riscontrato dati coerenti con quelli descritti da Xue e Hao (2003) e in parte ritrovati in Gili Fivela et al. (2014), per cui i parlanti più anziani tendono a differire dagli altri (Xue, Hao, 2003). Benché nel nostro caso anche i parlanti più giovani siano in realtà dei sessantacinquenni, le modificazioni osservate sono comunque coerenti con l'incremento dei valori nelle produzioni di coloro che hanno un'età più avanzata, ossia anche per i parlanti di età intermedia che di fatto hanno 74-75 anni. Tuttavia, dal momento che il raggruppamento per età accorpa soggetti patologici e di controllo nei tre livelli di età considerati, è ipotizzabile un'influenza della patologia sull'andamento di questi risultati (per una discussione, cfr. Iraci et al., in stampa).

Infine, per quanto riguarda il *phasing*, i risultati ottenuti confermano quanto osservato da Gili Fivela et al., 2007 e Zmarich et al., 2007; 2009; 2011, ossia che la coordinazione inter-gestuale per scempie e geminate è coerente con un modello ibrido tra quello di Öhman e quello di Browman e Goldstein. A questo riguardo, la patologia sembra modificare in vario modo le significatività osservate nella popolazione di soggetti di controllo, ad indicare il fatto che sono necessarie altre analisi per comprendere appieno quali siano le differenze cruciali che interessano il parlato nel Morbo di Parkinson rispetto al parlato non patologico. In ogni caso, l'indagine descritta è preliminare e i risultati dovranno quindi essere verificati tramite ulteriori analisi.

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento va all'ing. Sigona (CRIL) per il cruciale supporto tecnico, a Bodo Winter (University of California, Merced) per i consigli relativi all'analisi statistica mediante modelli misti, ai dott. Danilo Patrocino e Vincenzo Sallustio (Centro di Foniatria e disturbi della comunicazione, Dip. Riabilitazione, ASL Lecce) per il supporto medico durante il corso delle acquisizioni e per il reperimento dei soggetti patologici, per il quale ci preme anche ringraziare i dott. Filomena My e Giorgio Trianni (Unità Neurologia, Osp.V. Fazzi, Lecce).

Bibliografia

- ACKERMAN, H., ZIEGLER, W. (1991). Articulatory deficits in Parkinsonian dysarthria: an acoustic analysis. In *J. of Neurology, Neurosurgery, and Psych.*, 54, 1093-8.
- BERTINETTO, P.M. (1981). Strutture Prosodiche dell'Italiano, *Studi di grammatica italiana, Accademia della Crusca*. Firenze.
- BROWMAN, C., GOLDSTEIN, L. (1990). Gestural specification using dynamically-defined articulatory structures. In *Journal of Phonetics* (18), 299-320.

- DOUGLAS, B., MAECHLER, M., BOLKER, B. & WALKER, S. (2014). lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4, *R package version 1.1-5*. <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>.
- BOERMA, P., WEEKNINK, D. (2009). *Praat: Doing Phonetics by Computer* (Version 5.1.20). <http://www.praat.org><http://www.praat.org>.
- DUFFY, J.R. (2005). *Motor Speech Disorders: Substrates, Differential Diagnosis, and Management*, 2° ed. Elsevier Mosby.
- FORREST, K., WEISMER, G. & TURNER, G.S. (1989). Kinematic, acoustic, and perceptual analyses of connected speech produced by Parkinsonian and normal geriatric adults. In *Journal of the Acoustical Society of America*, 85, 2608-22.
- GAILLARD-CORVAGLIA, A., KAMIYAMA, T. (2006). La /b/ “forte” in salentino (Puglia): uno studio acustico, percettivo e fisiologico. In *Convegno internazionale “La Comunicazione Parlata 2006”*, Febbraio 2006, Napoli, 87-99.
- IRACI, M.M., ZMARICH, C., GRIMALDI, M. & GILI FIVELA, B. (in stampa). Il parlato nel morbo di Parkinson: ampiezza dei gesti articolatori e distintività dei suoni linguistici. In *Giornate di Studio – Il linguaggio disturbato*, 28-30/11/14, Bari.
- GILI FIVELA, B., IRACI, M.M., SALLUSTIO, V., GRIMALDI, M., ZMARICH, C. & PATROCINIO, D. (2014). Italian Vowel and Consonant (co)articulation in Parkinson's Disease: extreme or reduced articulatory variability? In *10th International Seminar of Speech Production (ISSP)*, 5-8 Maggio 2014, Colonia, Germania, 146-9.
- GILI FIVELA, B., ZMARICH, C. (2005). Italian Geminate under Speech Rate and Focalization Changes: Kinematic, Acoustic, and Perception Data. In *InterSpeech 2005*, Lisbona, Portogallo, 2897-2900.
- GILI FIVELA, B., ZMARICH, C., PERRIER, P., SAVARIAUX, C. & TISATO, G. (2007). Acoustic and kinematic correlates of phonological length contrast in Italian consonants. In *Proceedings of International Conference of Phonetic Sciences (ICPhS '07)*, Saarbrücken, Germany, 6-10 agosto 2007, 469-472.
- HOTHORN, T., BRETZ, F. & WESTFALL, P. (2008). Simultaneous Inference in General Parametric Models. In *Biometrical Journal*, 50 (3), 346-363.
- MAIDEN, M., PARRY, M. (1997), *The Dialects of Italy*. New York: Routledge.
- OHAMN, S.E.G. (1967). Numerical Model of Coarticulation. In *Journal of the Acoustical Society of America*, 41, 310-20.
- R CORE TEAM (2015). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.
- SKODDA, S., GRONHEIT, W. & SCHLEGEL, U. (2012). Impairment of Vowel Articulation as a Possible Marker of Disease Progression in Parkinson's Disease. In *PLoS ONE*, 7 (2), 1-8.
- SKODDA, S., VISSER, W. & SCHLEGEL, U. (2011). Vowel Articulation in Parkinson's Disease. In *Journal of Voice*, 25, 4, 467-72.
- SIGONA, F., STELLA, A., GRIMALDI, M. & GILI FIVELA, B. (2015). MAYDAY: A Multimodal Articulatory Data Analyzer. In *Atti del X Convegno AISV*, 22-24 Gennaio 2014, Torino, 173-184.

- SMITH, C.L. (1995). Prosodic patterns in the coordination of vowel and consonant gestures. In CONNELL, B., ARVANITI, A. (Eds.), *Phonology and phonetic evidence. Papers in Laboratory Phonology IV*. Cambridge University Press, 205-222.
- WINTER, B. (2013). Linear models and linear mixed effects models in R with linguistic applications, *arXiv:1308.5499*. <http://arxiv.org/pdf/1308.5499.pdf>.
- WONG, M.N., MURDOCH, B.E. & WHELAN, B.M. (2010). Kinematic analysis of lingual function in dysarthric speakers with Parkinson's disease: An electromagnetic articulograph study. In *International J. of Speech-Language Pathology*, 12, 414-25.
- WONG, M.N., MURDOCH, B.E. & WHELAN, B.M. (2011). Lingual Kinematics in Dysarthric and Nondysarthric Speakers with Parkinson's Disease. In *Parkinson's Disease*, 1-8.
- XUE, S.A., HAO, G.J. (2003). Changes in the human vocal tract due to aging and the acoustic correlates of speech production: a pilot study. In *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 46, 3, 689-701.
- ZMARICH, C., GILI FIVELA, B. (2005). "Consonanti scempie e geminate in italiano: studio cinematografico e percettivo dell'articolazione bilabiale e lebiodontale". In *Atti del Convegno Nazionale AISV "Misura dei parametri"*, Padova, 2-4 dicembre 2004. Torriana (RN): EDK, 429-448.
- ZMARICH, C., GILI FIVELA, B., PERRIER, P., SAVARIAUX, C. & TISATO, G. (2007). Consonanti scempie e geminate in italiano: studio acustico e cinematografico dell'articolazione linguale e bilabiale. In *Atti del Convegno Nazionale AISV "Scienze vocali e del linguaggio. Metodologie di valutazione e risorse linguistiche"*, Povo di Trento, 29-30 novembre-1 dicembre 2006. Torriana (RN): EDK, 151-163.
- ZMARICH, C., GILI FIVELA, B., PERRIER, P., SAVARIAUX, C. & TISATO, G. (2009). L'organizzazione temporale dei gesti vocalici e consonantici nelle consonanti scempie e geminate dell'Italiano. In ROMITO, L., GALATÀ, V., *La Fonetica Sperimentale: Metodo e Applicazioni. Atti del 4° Convegno AISV*. Torriana: EDK, 89-104.
- ZMARICH, C., GILI FIVELA, B., PERRIER, P., SAVARIAUX, C. & TISATO, G. (2011). "Speech timing organization for the phonological length contrast in Italian consonants". In COSI, P., DE MORI, R., DI FABBRIZIO, G. & PIERACCINI, R. (Eds.), *Proceedings of InterSpeech 2011*, Florence, 28-31 August 2011, 401-404.