

BARBARA GILI FIVELA, SONIA D'APOLITO, ANNA CHIARA PAGLIARO

## Tra economia dello sforzo e accuratezza del parlato nella disartria ipocinetica

Between economy of effort and speech accuracy  
in hypokinetic dysarthria

This paper aims at observing if dysarthric speakers affected by Parkinson's disease maintain phonological distinctions (/s/ vs. /t/) and sociophonetic features ([t<sup>h</sup>]), since they both require a precise control of fine gestures though have a different impact on communication. Acoustic data collected on speech corpora representing different speech styles were analysed with regard to the duration of consonants and to the COG in fricatives as well as in the VOT interval identified in plosives. Results show that pathological speakers distinguish plosives from fricatives even though with an overall shorter duration in comparison with controls. Moreover, data suggest that aspiration as a sociolinguistic marker may be not preserved through compensatory strategies as much as the difference between phonologically relevant segments.

*Keywords:* dysarthria in Parkinson's disease, plosives, fricatives, aspiration, sociophonetic markers.

### *Introduzione*

L'ipocinesia e la bradicinesia caratterizzano la disartria ipocinetica, che spesso colpisce i soggetti affetti dalla malattia di Parkinson (Ackermann, Ziegler, 1991; Duffy, 2005). Le conseguenze principali relativamente alla produzione di vocali e consonanti consistono nella distorsione delle vocali e nell'imprecisa articolazione delle consonanti, benché le distinzioni fonologiche vengano preservate il più a lungo possibile (Duffy, 2005), grazie a strategie di compensazione. Benché l'accuratezza del parlato sia, quindi, limitata, bisogna considerare che segmenti differenti richiedono sforzi articolatori diversi.

La produzione delle occlusive, ad esempio, è articolatoriamente più semplice di quella delle fricative, come mostrato dalla letteratura sull'argomento, in quanto realizzare una collisione richiede meno precisione che produrre e mantenere una posizione che implichi una stretta diaframmatica e la realizzazione di una costrizione (Fuchs, Perrie, Geng & Mooshammer, 2006). Da questo punto di vista, il controllo dell'ampiezza dei gesti, ad esempio, è di cruciale importanza. Se poi si valutano le caratteristiche delle consonanti occlusive aspirate, si osservano casi nei quali le consonanti sono caratterizzate da una coordinazione temporale dei gesti sopralaringei e glottidali che differisce da quella tipica delle altre occlusive (Best, 1995; Browman, Goldstein, 1986; Kent, Weismer, Kent & Rosebek, 1989; Forrest, Weismer, Turner, 1989). Oltre al controllo fine delle variazioni di ampiezza, per l'aspirazione è chia-

ramente necessario, quindi, un accurato controllo dell'organizzazione temporale dei gesti articolatori.

Al di là degli aspetti prettamente fonetici, per la produzione dei segmenti consonantici appena menzionati può essere rilevante anche lo status fonologico o allofonico del segmento, dato il diverso impatto che l'accuratezza nella produzione di fonemi e allofoni può avere dal punto di vista comunicativo per via del ruolo distintivo dei fonemi e non degli allofoni. In italiano, le occlusive e le fricative sono fonologicamente rilevanti, mentre le occlusive aspirate rappresentano varianti allofoniche solo in alcune varietà e dialetti, come nei dialetti parlati nell'area di Cosenza, nel dialetto e nell'italiano regionale dell'area di Lecce e in alcuni dialetti toscani. In particolare, a Lecce, dove sono stati raccolti i dati analizzati in questo studio, l'aspirazione si osserva maggiormente all'interno di parola e soprattutto in posizione post-tonica (Rohlf's, 1966; Sobrero, Romanello, 1981).

L'accuratezza nella produzione di fricative e occlusive, nonché di occlusive aspirate e non, quindi, è garantita da diversi vincoli di tipo fonetico e veicola informazioni differenti anche dal punto di vista linguistico.

Si consideri, inoltre, che l'accuratezza nella produzione di un qualsiasi segmento, consonantico o vocalico, varia in base al contesto comunicativo. È noto che i parlanti modificano le caratteristiche dell'eloquio nella direzione dell'iper- o dell'ipo-articolazione a seconda delle esigenze comunicative (H&H Theory di Lindblom, 1990). Ad esempio, l'accuratezza può cambiare in contesti nei quali il parlante stimi che i destinatari del messaggio abbiano difficoltà nel sentire e comprendere il parlato prodotto, o in contesti nei quali sia richiesto un maggior sforzo per la pianificazione della produzione. Compiti sperimentali diversi, quindi, che implicino la produzione di parlato letto o semispontaneo (Picheny, Durlach & Braidà, 1986), rappresentano condizioni potenzialmente funzionali alla modificazione dell'accuratezza nel parlato.

La costante modulazione delle caratteristiche di produzione tipica del parlato normofasico rappresenta una sfida per il parlante patologico, in particolare per il paziente disartrico, che deve superare difficoltà nella gestione della sincronizzazione e dell'ampiezza dei suoi gesti articolatori. L'analisi del parlato di soggetti disartrici affetti da Parkinson ha mostrato, infatti, che le difficoltà possono riguardare la realizzazione della chiusura diaframmatica nelle occlusive (Antolik, Fougeron, 2013 per il francese), ma anche il mantenimento della stretta nel caso delle fricative (Logemann, Fisher, 1981 per l'inglese). Per quanto riguarda l'aspirazione, inoltre, alcune indagini hanno messo in evidenza la presenza di occlusive e di intervalli di *Voice Onset Time* (VOT) di durata maggiore nei soggetti affetti da disartria rispetto ai soggetti di controllo (cfr. discussione in Kent et al., 1989). Non ci risulta che le indagini abbiano però valutato gli aspetti suddetti in stili di eloquio diversi e nel caso di una differente produttività funzionale dei segmenti analizzati. Questo studio rappresenta un primo passo volto a migliorare la nostra comprensione delle caratteristiche di produzione di parlato da parte di soggetti disartrici, analizzando la realiz-

zazione di segmenti fonologicamente (occlusive vs. fricative) o socio-foneticamente rilevanti (occlusive aspirate) in contesti comunicativi differenti.

### 1. *Obiettivi e ipotesi*

Il primo obiettivo di questo studio è osservare se i parlanti disartrici siano in grado di distinguere accuratamente le occlusive e le fricative alveolari o se, nonostante il carico funzionale dell'opposizione, siano poco accurati nel produrre occlusive e fricative, mostrando più difficoltà dei soggetti di controllo nel mantenere la stretta necessaria alla produzione delle fricative. Inoltre, nella varietà di italiano qui considerata le occlusive possono essere realizzate con aspirazione, ma, come accennato in §1, dal punto di vista motorio le occlusive aspirate richiedono una precisa coordinazione tra i gesti laringali e sopralaringali, poiché è proprio la differenza in termini di *timing* che permette di distinguere le occlusive non aspirate da quelle aspirate.

Il secondo obiettivo riguarda il confronto diretto tra parlanti affetti da disartria e soggetti di controllo nella realizzazione di segmenti utili a fornire informazioni fonologicamente o socio-foneticamente rilevanti. In particolare, si intende osservare se i soggetti disartrici mostrino maggiori difficoltà dei soggetti di controllo nel mantenere le opposizioni fonologiche e il tratto sociolinguistico ([t<sup>h</sup>]) o se, ad esempio, lo sacrificino con maggior facilità rispetto ai soggetti di controllo, dato che non è utile a veicolare significati dal punto di vista strettamente linguistico.

Sulla base della letteratura scientifica sull'argomento (cfr. §1), si ipotizza che i parlanti disartrici cerchino di mantenere il più possibile la distinzione tra /s/ e /t/, ma che, nonostante le difficoltà nella realizzazione della chiusura nelle occlusive, il controllo motorio relativo alla distanza tra lingua e parete fissa, utile a creare turbolenza necessaria per la produzione di fricative, possa essere più difficile rispetto alla realizzazione della collisione funzionale alla produzione delle occlusive. Per quanto riguarda le occlusive aspirate, ci si aspetta una maggiore durata della fase di occlusione e del VOT nelle produzioni dei parlanti affetti da disartria rispetto a quelle dei soggetti di controllo, dato che la durata dell'aspirazione o frizione può essere correlata allo stato dell'aspirazione stessa, così come le caratteristiche di concentrazione del rumore nella fase di aspirazione o frizione possono fornire indicazioni circa il luogo di articolazione (§3); in questo senso, oltre alla maggior durata, ci si potrebbe aspettare un luogo leggermente più arretrato nei disartrici, per via di un possibile *target undershoot* dovuto all'attesa ipoarticolazione. Circa l'opposizione fonologica (/s/ vs. /t/) e la realizzazione degli allofoni ([t], [t<sup>h</sup>]), ci si aspetta una maggiore stabilità nella realizzazione dell'opposizione fonologica e, di conseguenza, delle differenze maggiori per l'opposizione sociolinguistica tra parlanti disartrici e di controllo<sup>1</sup>. Relativamente all'aspirazione, in base alla letteratura ci si aspetta inoltre una maggior durata in sillaba post-tonica.

<sup>1</sup> Come osservato da un revisore, l'analisi sincronica effettuata in questo studio potrebbe non garantire che un soggetto disartrico abbia modificato una marca presente nel suo idioletto o che il suo idioletto

Come anticipato, la distinzione tra occlusive, con e senza aspirazione, e fricative, viene analizzata proponendo due diversi contesti comunicativi, che nel nostro caso si riferiscono a due diversi disegni sperimentali, nei quali varia lo stile d'eloquio. In particolare, un compito sperimentale prevede la produzione di parlato letto controllato, mentre l'altro richiede la produzione di parlato semispontaneo, elicitato grazie a Map Task e a compiti di descrizione di immagini. Si tratta di materiali differenti, che prendiamo in esame per acquisire diversi punti di osservazione sugli effetti della disartria, ma che, in questa fase, non analizziamo per effettuare un confronto diretto degli effetti dello stile di eloquio sui fenomeni indagati. Sulla base dei materiali descritti in questo articolo, infatti, non siamo in grado di effettuare un'analisi comparativa diretta tra i dati ricavati nei due compiti sperimentali, parlato controllato e semispontaneo, poiché sono stati raccolti grazie a parlanti diversi (anche in termini di genere). Peraltro, l'analisi di parlato semispontaneo rende impossibile garantire un numero specifico di osservazioni per ogni segmento studiato. I risultati del secondo esperimento forniranno quindi solo osservazioni aggiuntive rispetto a quanto sarà discusso in relazione al primo studio. Tuttavia, riteniamo che l'accuratezza nella produzione dei soggetti disartrici possa diminuire in modo evidente nel parlato semispontaneo, per via della richiesta di maggiori risorse cognitive per lo svolgimento del compito sperimentale. Pur non potendo effettivamente verificare alcuna ipotesi relativa all'impatto dovuto allo stile d'eloquio, quindi, intendiamo comunque descrivere il comportamento dei parlanti disartrici nel parlato semispontaneo, pensando che questo possa chiarire la direzione di un andamento magari solo intuibile nel parlato letto.

## 2. Metodo

In questo studio abbiamo realizzato due diversi compiti sperimentali per la raccolta di parlato controllato e semispontaneo.

Nel primo, la fricativa /s/ e l'occlusiva /t/ sono state elicitate in posizione iniziale e in sillaba tonica e in posizione mediana in sillaba post-tonica, all'interno della stessa parola. In tutti i casi, i segmenti bersaglio sono stati inseriti in pseudo-parole e nel contesto vocalico /a/-/a/ ed elicitate come scempie (*sasa, tata*) all'interno di una frase cornice (es. *La sasa blu*). Hanno preso parte all'esperimento 5 parlanti di sesso maschile, affetti da disartria e provenienti da Lecce o zone limitrofe (età media 71.6). I parlanti disartrici sono stati inclusi nello studio in quanto affetti da

---

abbia mai incluso tale marca. Tuttavia, l'analisi qui presentata è parte di un progetto più ampio nel quale la propensione verso il polo dialettale, e quindi l'incidenza di marche dialettali, è stimata sulla base di un profilo sociofonetico individuato tramite apposito questionario e di analisi relative anche a tratti inerenti al vocalismo e alle caratteristiche intonative. Ne consegue che lo studio qui presentato è volutamente ristretto all'aspirazione delle occlusive, ma gli altri dati in nostro possesso garantiscono la presenza di marche complessive di natura sociofonetica. Non potendo attualmente effettuare un'analisi longitudinale, si assume, quindi, che l'analisi dei dati qui presentati fornisca parte dell'informazione relativa alle suddette marche.

Parkinson e disartria ipocinetica (*Activities of Daily Living*: tra 4 e 6, *Instrumental Activities of Daily Living*: tra 4 e 8; *Robertson Dysarthria profile* punteggio medio per quesito: 1-2). In base alle caratteristiche dei soggetti affetti da disartria, sono stati individuati 4 soggetti di controllo, non affetti da patologie note, di sesso maschile e provenienti da Lecce o zone limitrofe (età media 69.75). Sono stati registrati simultaneamente dati acustici e articolatori grazie ad Articolografia Elettromagnetica – EMA (AG501) e per i soggetti disartrici la registrazione è avvenuta in fase ON. Il corpus di stimoli è stato letto da un minimo di 5 a un massimo di 7 volte e in questa sede saranno riportati solo dati acustici (cfr. Gili Fivela, d’Apolito & Pagliaro, 2023, per un’analisi di dati articolatori).

Nel secondo esperimento, il parlato semispontaneo è stato elicitato grazie a Map Task e a compiti di descrizioni di immagini realizzati in forma dialogica tra un soggetto sperimentale e uno sperimentatore; all’interno di questo materiale i segmenti (/s/, /t/) sono stati osservati in posizione iniziale di parole reali (*sana, tana*), dalla struttura simile a quella delle pseudoparole considerate nell’esperimento precedente, ma estrapolate da frasi semplici o complesse. Le registrazioni acustiche hanno coinvolto due soggetti affetti da disartria (età media 65.6; *Nijmegen Dysarthria Scale Therapy Outcomes Measures – DiSTOM 3-4*) e due di controllo (età media 63.8). Tutti i parlanti sono di sesso femminile e provengono da Lecce o zone limitrofe.

I dati acustici sono stati analizzati in PRAAT (Boersma, Weenink, 2022) individuando i confini di tutti i segmenti della frase cornice per il primo task e della sola parola *target* per il secondo task. Per ciascun segmento è stata calcolata la durata complessiva, utilizzata anche per il calcolo della velocità articolatoria (numero di sillabe/durata totale della frase), e per le occlusive è stata calcolata anche la durata del VOT, individuato come l’intervallo tra il rilascio dell’occlusiva e l’inizio della vocale successiva. Le durate sono state considerate come assolute e normalizzate in base alla durata della parola. Inoltre, è stato calcolato anche il Centro di Gravità (COG) per osservare se le frequenze alle quali si osserva la concentrazione di energia possa differire tra i parlanti affetti da disartria e i soggetti di controllo, indicando differenze nel luogo di articolazione tra disartrici e controlli nella realizzazione delle fricative o nel rilascio delle occlusive. Pur non essendoci un solo parametro acustico correlato al luogo di articolazione di fricative e affricate (Jongman, Wayland & Wong, 2000), infatti, il COG è stato individuato come uno dei cinque (di nove) parametri utili a distinguere i tre luoghi di articolazione delle affricate del mandarino (Li, Gu, 2015, insieme ad ampiezza normalizzata, picco, dispersione e skewness). Nel nostro studio, il COG è stato quindi considerato in un primo tentativo di individuare se esistano differenze nel luogo di articolazione tra soggetti disartrici e di controllo (a parità di contesto intervocalico); la durata è stata invece considerata come indicativa dell’entità dell’aspirazione (lo stato di aspirazione in Li, Gu 2015, benché gli autori mettano in relazione la diminuzione di COG anche con la presenza di aspirazione).

I risultati statistici sono stati ottenuti applicando modelli misti grazie al software R (R Core Team 2015) e il pacchetto *lme4* (Bates, Machler, Bolker & Walker, 2015).

Per quanto il numero di dati sia esiguo, abbiamo infatti preferito adottare lo stesso metodo già usato per l'analisi di altre porzioni dello stesso corpus, confidando nei risultati statistici solo al fine di descrivere differenze degne di nota e non per individuare risultati necessariamente generalizzabili su larga scala. I valori di significatività sono stati ottenuti attraverso i test del chi-quadro implementato nella funzione *Anova*. Nelle analisi relative al primo compito sperimentale (§3.1), i fattori fissi considerati sono stati: 1) gruppo (soggetti disartrici vs soggetti di controllo); 2) costrizione (fricativa vs occlusiva); 3) posizione (iniziale vs mediana) e 4) numero delle ripetizioni. Al fine di tener conto della variabilità intra-parlante, i parlanti sono stati considerati come *random slope*. Per il secondo *task* (§3.2), si forniscono informazioni quantitative ma non si fa riferimento a modelli misti, dato il numero particolarmente limitato di osservazioni, mentre per il controllo effettuato (§3.3) in merito alla durata del VOT (solo occlusive) e al COG separatamente per fricative e occlusive è stato effettuato un t-test a campioni indipendenti dal momento che l'unico fattore indagato è stato il gruppo (infatti, non è stato considerato il fattore costrizione).

### 3. Risultati

#### 3.1 Esperimento I – parlato letto controllato

Come riportato in letteratura e menzionato in §1, i parlanti con disartria possono realizzare le consonanti in maniera imprecisa, ad esempio con una chiusura incompleta nel caso delle occlusive. La tabella 1 riassume i casi in cui i parlanti, sia disartrici che di controllo, realizzano o meno la chiusura completa nell'occlusiva /t/ in sillaba tonica e in post-tonica. Come si può osservare, l'occlusiva è prodotta in modo accurato e presenta uno scoppio individuabile in tutte le produzioni dei controlli; al contrario, nei parlanti affetti da disartria lo scoppio è stato realizzato nel 57,57% e nel 54,54% dei casi in sillaba tonica e post-tonica rispettivamente. In particolare, i parlanti PD2 e PD5 mostrano le maggiori difficoltà.

I risultati statistici relativi alle misure acustiche suggeriscono che la durata della consonante, sia normalizzata che assoluta, varia in base alla posizione (assoluta:  $\chi^2(1)=27,44$   $p=,000$ ; normalizzata:  $\chi^2(1)=32,19$   $p=,000$ ) ed è maggiore per la consonante in sillaba tonica (assoluta:  $10,24\text{ms} \pm 1,89$  S.E.; normalizzata:  $2,34\% \pm 0,39$  S.E.). Inoltre, la durata assoluta differisce in modo significativo in base al gruppo ( $\chi^2(1)=4,81$   $p=,02$ ) e alla costrizione ( $\chi^2(1)=14,34$   $p=,000$ ). La durata, infatti, risulta essere più breve nei parlanti affetti da disartria rispetto ai controlli ( $-2,89\text{ms} \pm 1,14$  S.E.) e nelle occlusive rispetto alle fricative ( $-7,36\text{ms} \pm 1,91$  S.E.) – Fig. 1 e 2. Le interazioni non risultano significative.

Tabella 1 - Numero di burst realizzati per gruppo

Parlante	Posizione	Occlusive		
		N	Burst realizzato	%
CTR	Tonica	27	27	100
	Post-tonica	27	27	100
PD	Tonica	33	19	57,57
	Post-tonica	33	18	54,54

Figura 1 - Grafico a scatole per la durata non normalizzata della consonante rispetto alla costrizione (CTR = bianco; PD = grigio; a sinistra le fricative e a destra le occlusive)

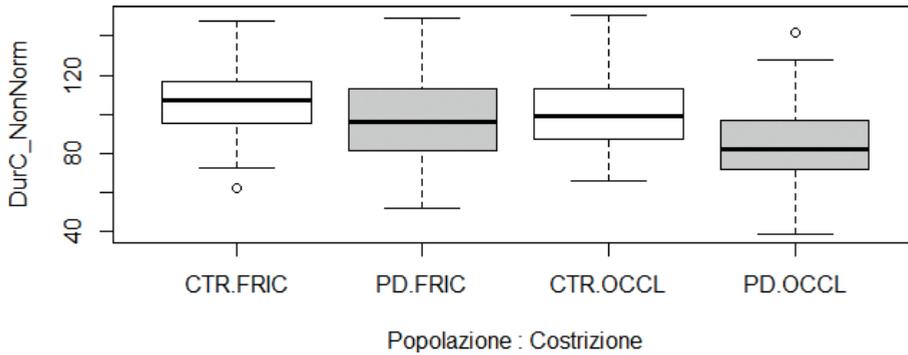
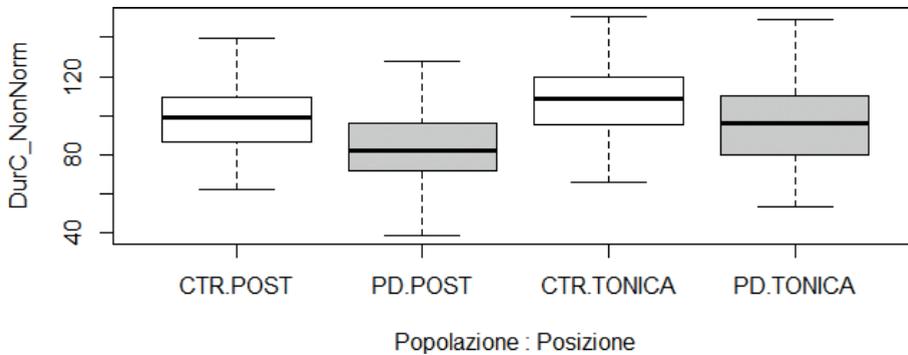
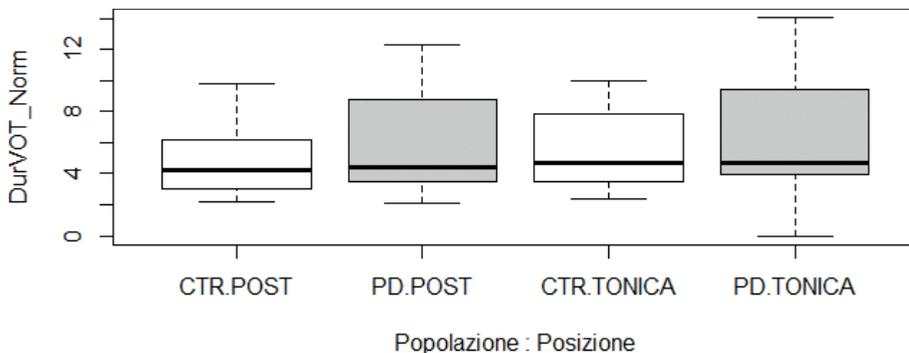


Figura 2 - Grafico a scatole per la durata non normalizzata della consonante rispetto alla posizione (CTR = bianco; PD = grigio; a sinistra la sillaba post-tonica e a destra la sillaba tonica)



La durata del VOT differisce in modo significativo solo in base alla posizione (assoluta:  $\chi^2(1)=6,65$   $p=,009$ ; normalizzata:  $\chi^2(1)=7,62$   $p=,005$ ), ed è più lunga per la sillaba tonica iniziale (assoluta:  $3,83\text{ms} \pm 1,45$  S.E.; normalizzata:  $1,09\% \pm 0,38$  S.E.) – Fig. 3. Anche per la durata del VOT non si riscontrano interazioni significative.

Figura 3 - Grafico a scatole per la durata normalizzata del VOT rispetto alla posizione (CTR = bianco; PD = grigio; a sinistra la sillaba post-tonica e a destra la sillabatonica)



Al fine di gettare luce sulle misure assolute di durata, è stata considerata anche la velocità di articolazione (numero di sillabe/durata totale della frase) - Tab. 2). Le analisi statistiche non mostrano alcuna differenza significativa né rispetto alla popolazione né rispetto alla costrizione. In generale, la velocità di articolazione è leggermente maggiore nei parlanti disartrici (4,54 d.s. 0,78) rispetto ai controlli (4,49, d.s. 0,65) ed è caratterizzata anche da deviazione standard più elevata. Osservando meglio i valori medi, si riscontra che la velocità di articolazione nei parlanti disartrici risulta leggermente superiore nelle frasi con occlusiva, mentre è leggermente inferiore nelle frasi con fricativa.

Tabella 2 - Media e deviazione standard per la velocità di articolazione (sill/sec)

Parlante	Costrizione	Media	Dev. st.
CTR	Occlusive	4,45	0,67
	Fricative	4,53	0,65
PD	Occlusive	4,66	0,77
	Fricative	4,40	0,78

Il centro di gravità (COG) è stato calcolato per le fricative e per la fase di rilascio delle occlusive, poiché è una misurazione relativa alla concentrazione di energia che potrebbe dare indicazioni sul luogo di articolazione del segmento consonantico. Le analisi statistiche sono state effettuate separatamente per le fricative e la fase di rilascio delle occlusive.

Per quanto riguarda le occlusive, il COG risulta significativamente maggiore in posizione di sillaba tonica ( $\chi^2(1)=42,67$   $p=,000$ ;  $932,07\text{Hz} \pm 124,53$  S.E.) - Fig. 4 - e varia significativamente anche in base alla ripetizione ( $\chi^2(6)=13,76$   $p=,03$ ). Anche per le fricative il COG varia significativamente in base alla posizione ( $\chi^2(1)=60,92$   $p=,000$ ) e, come per il VOT, risulta essere maggiore quando /s/ compare in posizione iniziale di sillaba tonica ( $776,12\text{Hz} \pm 84,34$  S.E.) - Fig. 5.

Figura 4 - Grafico a scatole per il COG per la fase di rilascio dell'occlusiva rispetto alla posizione (CTR = bianco; PD = grigio; a sinistra la sillaba post-tonica e a destra la sillaba tonica)

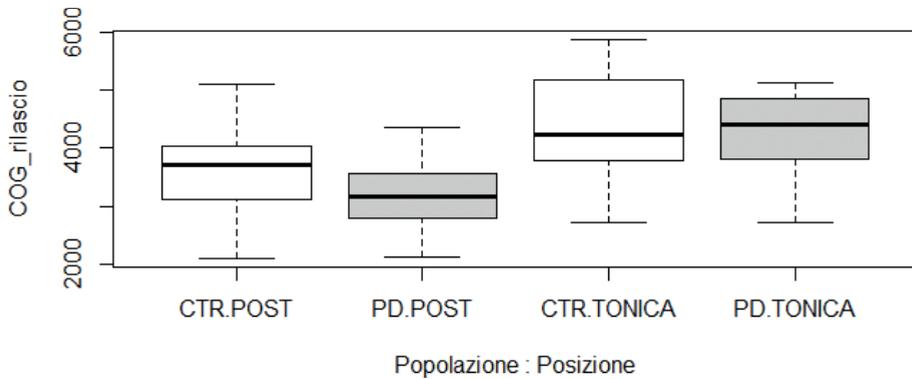
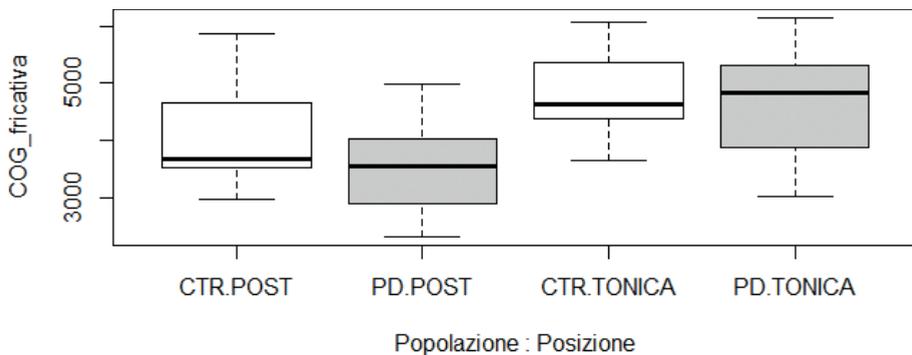


Figura 5 - Grafico a scatole per il COG delle fricative rispetto alla posizione (CTR = bianco; PD = grigio; a sinistra la sillaba post-tonica e a destra la sillaba tonica)



Quindi, nel parlato letto il tipico scoppio delle occlusive manca in circa la metà delle produzioni dei soggetti affetti da disartria. I risultati delle misurazioni acustiche mostrano che le durate, delle consonanti e del VOT, e il COG hanno valori maggiori nel caso in cui la sillaba sia tonica. Inoltre, le occlusive hanno una durata più breve rispetto alle fricative e, in generale, le durate consonantiche in valori assoluti hanno una durata minore per i parlanti disartrici rispetto ai controlli.

### 3.2 Esperimento II – parlato semispontaneo

Ricordiamo che per il parlato semispontaneo sono state analizzate parole reali in cui /s/ o /t/ compaiono solo in sillaba tonica in posizione iniziale di parola, all'interno di dialoghi Map Task o in descrizioni di immagini. Anche in questo caso per le occlusive si è cercato di individuare il rilascio e, come si può osservare dalla tabella 3, i parlanti affetti da disartria non mostrano difficoltà nella sua realizzazione.

Tabella 3 - Numero di burst realizzati per gruppo

Parlante	Posizione	Occlusive		
		N	Burst realizzato	%
CTR	Tonica	6	6	100
PD	Tonica	8	7	87,5

In linea con i risultati del primo esperimento, le durate sono in generale più brevi per i parlanti affetti da disartria (assoluta:  $-46,41\text{ms} \pm 8,53$ ; normalizzata:  $-7,92\%$ ) e per le occlusive rispetto alle fricative (assoluta:  $-44,59\text{ms}$ ; normalizzata:  $-7,42\%$ ) – Fig. 6. Per quanto il VOT, la durata assoluta della fase di rilascio delle occlusive è tendenzialmente più breve nei parlanti affetti da disartria ( $-18,71\text{ms}$ ) che nei soggetti di controllo (media  $25,6\text{ms}$ ) – Fig. 7.

Figura 6 - Grafico a scatole per la durata normalizzata della consonante rispetto alla costrizione (CTR = bianco; PD = grigio; a sinistra la fricativa e a destra l'occlusiva)

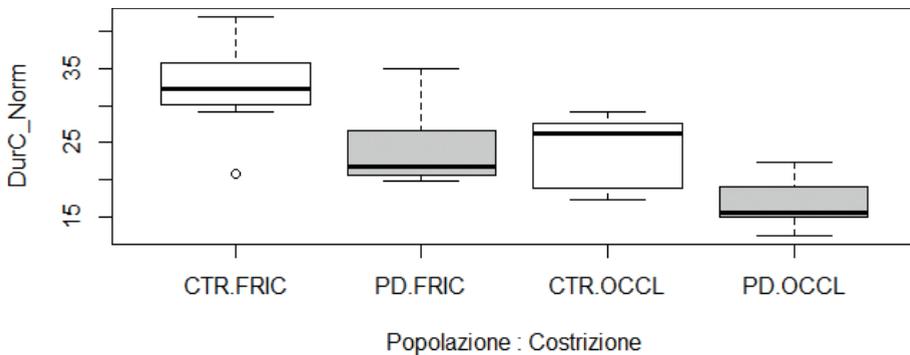
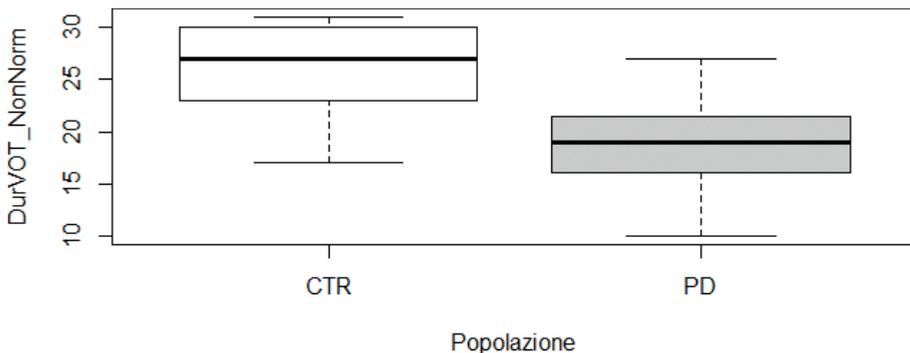


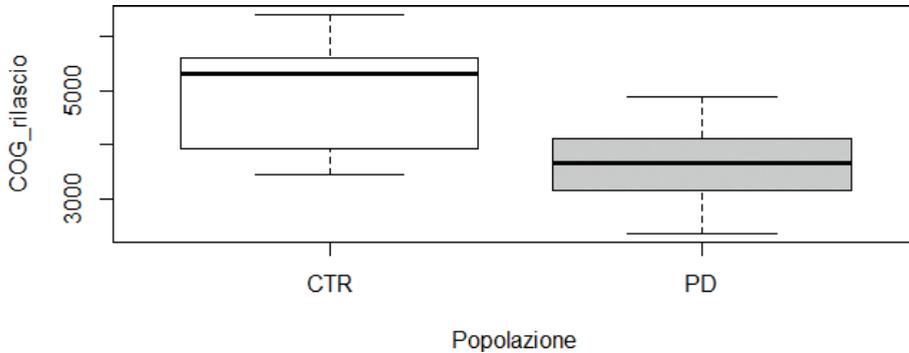
Figura 7 - Grafico a scatole per la durata non normalizzata del VOT rispetto al gruppo (CTR = bianco; PD = grigio)



Infine, il COG nella fase di rilascio delle occlusive presenta valori minori nelle produzioni dei parlanti affetti da disartria ( $3645,80\text{Hz}$ ) rispetto a quelle del gruppo di

controllo (4995,10Hz) – Fig. 8. La stessa tendenza si riscontra per le fricative (media PD: 6508.17Hz; CTR: 7327,80Hz).

Figura 8 - Grafico a scatole per il COG nel VOT rispetto al gruppo (CTR = bianco; PD = grigio)



I risultati del secondo task mostrano, quindi, che i parlanti affetti da disartria si comportano come i controlli per quanto riguarda la realizzazione del *burst* delle occlusive, ma producono segmenti consonantici più brevi sia nel caso di occlusive che nel caso di fricative. I soggetti disartrici differiscono anche per quanto riguarda il VOT, che risulta più breve di quello prodotto dai controlli e con COG minore, ad indicare un luogo di articolazione più arretrato che nel caso dei parlanti disartrici (benché Li, Gu 2015, per il Mandarino, mettano in relazione la diminuzione di COG anche con la presenza di aspirazione). La stessa tendenza ad una diminuzione del COG nelle produzioni dei soggetti affetti da disartrias osserva nell'analisi delle fricative. Questi risultati differiscono da quelli ottenuti per il corpus raccolto nel primo esperimento, nel quale, tuttavia, le consonanti in esame comparivano sia in sillaba tonica iniziale che in atona post-tonica. Per comprendere a pieno se i risultati relativi al COG possano effettivamente differire per via dello stile di eloquio del parlato analizzato, è stata quindi effettuata una verifica sulle misure di COG ricavate nel primo corpus, effettuando l'analisi relativa al parlato letto separatamente in base alla posizione della consonante.

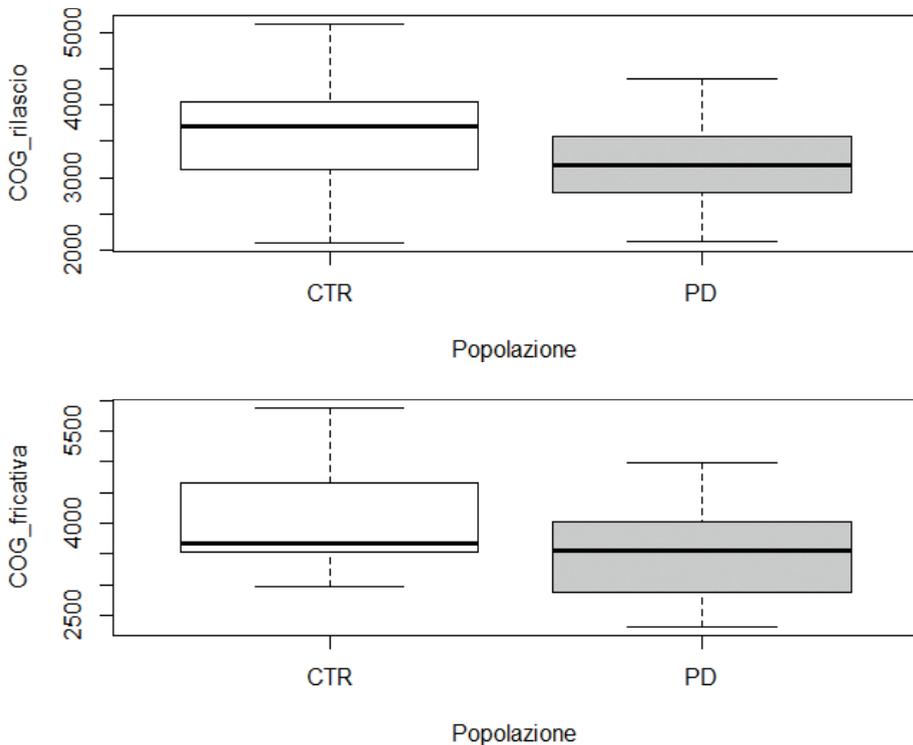
### 3.3 Verifica sulle occlusive e fricative prodotte nel parlato letto

I risultati del t-test effettuato separando i dati in base alla posizione indicano che per le occlusive in posizione tonica iniziale il gruppo non differisce in modo significativo ( $p=0.7$ ), con valori di COG medi di 4283,29Hz (d.s. 692,89Hz) nei PD e di 4344,83Hz (d.s. 824,25Hz) nei CTR. Al contrario, il t-test mostra una differenza significativa nei dati relativi alla posizione post-tonica ( $t(1)=2.42$   $p=,02$ ) con i PD ai quali corrispondono valori più bassi (3133,45Hz, d.s. 576,29Hz) rispetto ai quelli dei controlli (3604,14Hz, d.s. 724,24Hz) – Figura 9, in alto.

Il t-test per /s/ in sillaba tonica non è significativo ( $p=,30$ ), con il COG nelle produzioni dei PD e dei CTR che corrisponde a valori medi di 4626,80Hz (d.s.

846,77Hz) e 4832,52Hz (d.s. 608,01Hz) rispettivamente. In sillaba post-tonica, il test è invece significativo ( $t(1)=3,08$   $p=,003$ ), con valori medi minori nei soggetti disartrici (3448,76Hz, d.s. 684,29Hz) rispetto ai soggetti di controllo (4026,01Hz, d.s. 719,20Hz)– Fig. 9, in basso.

Figura 9 - Grafico a scatole relativo al COG nel VOT (alto) e nella fricativa (basso) in sillaba post-tonica (CTR = bianco; PD = grigio)



Il controllo effettuato sui dati di parlato letto conferma, quindi, che i valori di COG in posizione post-tonica sono minori per i soggetti disartrici che per i soggetti di controllo e in modo significativo sia per le occlusive che per le fricative.

#### 4. *Discussione e conclusioni*

I due esperimenti descritti in questo articolo sono stati effettuati per studiare le modificazioni nell'accuratezza del parlato disartrico nel caso della produzione di segmenti fonologicamente diversi (occlusive vs. fricative) o socio-foneticamente marcati (occlusive aspirate), effettuando l'analisi acustica di parlato prodotto in contesti comunicativi differenti, nei quali sono previsti cambiamenti nello stile d'eloquio. Si tratta di materiali presi in esame per osservare gli effetti della disartria in "contesti" diversi, peraltro anche al variare del genere del parlante, e non per effettuare un confronto diretto degli effetti dello stile di eloquio (o del genere) sui fenomeni indagati.

Nel primo esperimento, è stato elicitato parlato letto, nel quale si è osservato che i soggetti disartrici realizzano il tipico scoppio delle occlusive in circa la metà dei casi rispetto ai soggetti di controllo. I parlanti affetti da disartria, tuttavia, sembrano differenziare occlusive e fricative, benché le durate assolute delle consonanti che producono sia inferiore rispetto alla durata delle consonanti realizzate dai parlanti di controllo. Per entrambe le popolazioni, le occlusive hanno durata inferiore a quella delle fricative e, in generale, la presenza della consonante in sillaba tonica implica valori maggiori di durata, VOT e COG. La presenza dello scoppio in un minor numero di occlusive conferma la ridotta pressione e forza articolatoria nelle produzioni dei soggetti disartrici, e la minor durata assoluta delle loro consonanti sembra dovuta alla velocità di articolazione, visto che quest'ultima risulta maggiore soprattutto nelle frasi che includono occlusive per alcuni soggetti affetti da disartria (su velocità di articolazione e di eloquio, si veda anche Gili Fivela, Pagliaro, d'Apolito, Sallustio, Fiorella, in stampa). Inoltre, VOT e COG variano in modo analogo in controlli e disartrici, ma sono influenzati dalla condizione accentuale della sillaba piuttosto che da variazioni sociolinguistiche, per le quali era attesa una differenza in base alla posizione e allo status accentuale della sillaba (es. durata maggiore in sillaba post-tonica). Le misure acustiche sui dati di parlato letto, quindi, suggeriscono che i soggetti disartrici differenzino fricative e occlusive, nonostante variazioni relative alla durata e, ad esempio, al numero di *burst* realizzati nelle occlusive; tuttavia, almeno sulla base delle prime analisi effettuate sul parlato letto, i disartrici non differiscono in modo statisticamente significativo dai controlli nella realizzazione dell'aspirazione.

I risultati del secondo esperimento mostrano che i parlanti affetti da disartria si comportano in modo analogo ai controlli per quanto riguarda la realizzazione del *burst* delle occlusive, diversamente da quanto ci si potrebbe aspettare in un compito cognitivamente complesso (e, per quanto non si effettui un confronto diretto, diversamente da quanto osservato nel primo esperimento). In ogni caso, producono segmenti consonantici più brevi, sia nel caso delle occlusive che nel caso delle fricative, mantenendo la differenza tra le due classi di consonanti. Tuttavia, per quanto riguarda le occlusive, dal secondo esperimento risulta che nelle produzioni dei soggetti affetti da disartria il VOT sia più breve e il COG (misurato nel VOT) corrisponda a valori minori di quello ricavato nel VOT dei controlli (coerentemente con quanto osservato anche nelle fricative), ad indicare un luogo di articolazione più arretrato nelle produzioni dei soggetti disartrici<sup>2</sup>.

L'analisi aggiuntiva inerente alle misure di COG ricavate nel primo corpus, effettuata considerando separatamente le misure relative alle diverse posizioni della consonante (§3.3), conferma che i parlanti disartrici possono presentare valori di COG minori rispetto ai controlli, sia per la fase di rilascio delle occlusive che per le fricative. Nel caso di quest'analisi, però, il possibile arretramento del luogo di

<sup>2</sup> Si noti che Li e Gu (2015) mettono in relazione la diminuzione di COG con la variazione di luogo, ma anche, secondariamente, con la presenza di aspirazione; nel nostro caso, la diminuzione riguarda anche le fricative, che non sono aspirate ma possono variare in termini di luogo di articolazione.

articolazione nei soggetti affetti da disartria riguarda la sola posizione post-tonica. Questi risultati confermano che la fase di aspirazione è più breve nei parlanti disartrici che nei parlanti di controllo, ed è realizzata in posizione leggermente arretrata nei soggetti affetti da disartria, benché allo stato attuale dell'analisi non sia chiaro il perché questo accada in sillaba tonica iniziale in un esperimento (il secondo) e nella post-tonica mediana nell'altro (il primo). Tuttavia, è interessante notare che, rispetto alle ipotesi relative al tratto sociolinguistico atteso nella varietà, i risultati del primo e del secondo esperimento suggeriscono tendenze diverse, ma comunque illuminanti. Il primo esperimento suggerisce che i parlanti disartrici si comportino come i controlli, con un incremento del VOT e del COG in sillaba tonica, mentre il secondo esperimento e l'analisi effettuata scorporando i dati relativi alla posizione del primo esperimento suggeriscono che i parlanti affetti da disartria modifichino l'articolazione della fase di aspirazione in sillaba post-tonica (con arretramento del luogo di articolazione, che suggerisce una realizzazione ipoarticolata), andando a modificare la realizzazione dell'aspirazione proprio nella posizione in cui la sua presenza dovrebbe rappresentare il tratto sociofonetico più marcato (cfr. §1).

Per quanto riguarda gli obiettivi della ricerca, possiamo quindi concludere che 1) i parlanti disartrici distinguono le occlusive e le fricative (alveolari), benché la durata dei segmenti consonantici prodotti sia complessivamente ridotta. Relativamente alle 1a) possibili difficoltà nella realizzazione delle fricative rispetto alle occlusive, osserviamo che la durata è ridotta sia nelle prime che nelle seconde e, quindi, le durate non permettono di identificare difficoltà specifiche che dipendano dalla modalità di articolazione. Peraltro, nel produrre le consonanti i disartrici sembrano realizzare l'occlusione o la stretta diaframmatica in un luogo articolatorio leggermente arretrato (cfr. COG), almeno nel secondo esperimento, mentre nel primo realizzano un minor numero di *burst*, e quindi occlusive sorde articolate con un rilascio repentino, caratterizzato da una forte dispersione di energia. Anche considerando correlati acustici più chiaramente attribuibili a caratteristiche articolatorie, quindi, non sembrano emergere chiari indici della presenza di difficoltà specifiche in relazione alle fricative piuttosto che alle occlusive.

Circa la possibilità che 1b) i disartrici siano poco precisi nella coordinazione tra gesti sopra-laringei e laringei in una varietà di italiano in cui le occlusive sono aspirate, i dati offrono spunti di riflessione interessanti. Solo i risultati del secondo esperimento suggeriscono che il VOT possa essere effettivamente più breve nei disartrici, con COG inferiore (luogo di articolazione arretrato) nelle sillabe toniche iniziali, mentre nel primo esperimento l'arretramento risulta riguardare le post-toniche atone.

Come discusso in §2, non effettuiamo un confronto diretto dell'effetto dello stile d'eloquio sui fenomeni indagati, ma possiamo osservare che, indipendentemente dai materiali considerati, l'arretramento suggerisce effettivamente una scarsa accuratezza nella produzione delle consonanti aspirate e che l'aspirazione possa essere modificata in tutte le posizioni e condizioni accentuali, verosimilmente per effettive difficoltà nella coordinazione tra gesti sopra-laringei e laringei. Tuttavia, il fatto che la verifica relativa al primo esperimento (§3.3) mostri che l'arretramento

sia significativamente differente solo nelle post-toniche atone suggerisce che la minor accuratezza riguarda proprio la posizione e condizione accentuale nella quale ci si aspetterebbe il tratto sociolinguistico più marcato. Rispetto all'obiettivo 2), quindi, i dati suggeriscono che l'aspirazione in quanto tratto sociolinguistico possa non essere preservata grazie a strategie di compensazione tanto quanto la differenza tra segmenti fonologicamente rilevanti (fricative vs occlusive). Quest'ultima viene mantenuta nonostante la riduzione dei correlati (es. durata), preservando le proporzioni attese (durata delle occlusive minore di quella delle fricative) e, soprattutto nel parlato semispontaneo del secondo esperimento, alcuni tratti caratteristici (come il *burst* nelle occlusive).

I materiali discussi in questo articolo sono parte di un progetto più ampio e solo l'analisi del corpus completo, nel quale saranno gli stessi soggetti ad affrontare diverse situazioni comunicative, permetterà di chiarire tutte le questioni oggetto di riflessione in questa sede. Peraltro, anche un'indagine percettiva accurata inerente alla rilevanza uditiva dei fenomeni indagati è necessaria per fornire un quadro completo della problematica in esame. In ogni caso, l'indagine preliminare presentata in questo articolo ha permesso di sviluppare le prime riflessioni relativamente a ciò che accade alla distinzione fonologicamente rilevante fra occlusive e fricative alveodentali sorde e alla realizzazione di una marca sociofoneticamente rilevante come l'aspirazione delle occlusive in stili di eloquio diversi utilizzati da parlanti disartrici affetti da Parkinson.

### *Ringraziamenti*

Il presente lavoro è finanziato dal Progetto PRIN 2017 – JNKCYZ. Vogliamo ringraziare tutti i parlanti che hanno partecipato a questo studio. Ringraziamo, inoltre, L'Ing. F. Sigona per il suo supporto tecnico, M. Iraci per aver raccolto parte dei materiali audio e per aver effettuato un'analisi preliminare e A. Mazzone per aver segmentato parte dei dati.

### *Bibliografia*

- ACKERMANN, H., ZIEGLER, W. (1991). Articulatory deficits in Parkinsonian dysarthria: an acoustic analysis. In *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 54, 1093–8.
- ANTOLÍK, T., FOUGERON, C. (2013). Consonant distortions in dysarthria due to Parkinson's disease, Amyotrophic Lateral Sclerosis and Cerebellar Ataxia. In *Proceeding of Interspeech 2013*, August, Lyon, France, 2152-2156.
- BATES, D.S., MAECHLER, M., BOLKER & B., WALKER, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. In *Journal of Statistical Software*, 67, 1, 1-48.
- BEST, C.T. (1995). A direct realist view of cross-language speech perception. In STRANGE, W. (Ed.). *Speech perception and linguistic experience: issues in cross-language research*. York Press, 171–204.

- BOERSMA, P. (2002). Praat, a system for doing phonetics by computer. In *Glott International*, 5 no. 9/10, 341-345.
- BROWMAN, C.P., GOLDSTEIN, L. (1986). Articulatory gestures as phonological units. In *Phonology*, 6, 151-206.
- DUFFY, J.R. (2005). *Motor Speech Disorders: Substrates, Differential Diagnosis, and Management*. 2<sup>nd</sup> Ed., Elsevier Mosby.
- FORREST, K., WEISMER, G. & TURNER, G. (1989). Kinematic, acoustic, and perceptual analyses of connected speech produced by Parkinsonian and normal geriatric males. In *Journal of the Acoustical Society of America*, 85, 2608-2622.
- FUCHS, S., PERRIER, P., GENG, C. & MOOSHAMMER, C. (2006). What role does the palate play in speech motorcontrol? Insights from tongue kinematics for German alveolar obstruents. In HARRINGTON, J., TABAIN, M., (Eds.). *Speech Production: Models, Phonetic Processes, and Techniques*, Psychology Press, 149-164.
- GILI FIVELA, B., D'APOLITO, S. & PAGLIARO, A.C. (2023). Phonological and sociophonetic information in dysarthric speech: A first articulatory investigation in Italian. In *Proceeding of ICPHS 2023*, August, Prague, Czech Republic, 3937-3941.
- GILI FIVELA, B., PAGLIARO A.C., D'APOLITO S., SALLUSTIO V. & FIORELLA M. (in stampa). Identità e parlato nella disartria ipocinetica. In DOVETTO, F.M., (Ed.) *Tra medici e linguisti. Parole dentro, parole fuori*.
- JONGMAN, A., WAYLAND, R. & WONG, S. (2000). Acoustic characteristics of English fricatives. In *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125, 3962-3973.
- KENT, R.D., WEISMER, G., KENT, J.F. & ROSENBEK, J.C. (1989). Toward phonetic intelligibility testing in dysarthria. *JSHD*, 54, 482-499.
- LI, S., GU, W. (2015). Acoustic Analysis of Mandarin Affricates. In *Proceeding of Interspeech 2015*, August, Dresden, Germany, 1680-1684.
- LINDBLOM, B. (1990). Explaining phonetic variation: a sketch of the H&H theory. In Chapter in *Speech Production and Speech Modelling*, HARDCASTLE W.J., and MARHCAL A. (Eds). Netherlands: Springer), 403-439.
- LOGEMANN, J.A., FISHER, H.B. (1981). Vocal tract control in Parkinson's Disease: Phonetic feature analysis of misarticulations. In *JSHD*, 46, 348-352.
- PICHENY M.A., DURLACH N.I. & BRAIDA L.D. (1989). Speaking Clearly for the Hard of Hearing III. An Attempt to Determine the Contribution of Speaking Rate to Differences in Intelligibility between Clear and Conversational Speech. In *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 1.
- R CORE TEAM, (2019). R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- ROHLFS, G. (1966). *Grammatica storica della lingua italiana e dei suoi dialetti. Fonetica*. Einaudi, v. 1.
- SOBRERO, A., ROMANELLO, M.T. (1981). *L'italiano come si parla in Salento*. Milella.