
CONTROLLO ESECUTIVO, AUTOMATISMO E RILATERALIZZAZIONE NELLA CURA
DELLA BALBUZIE: I GESTI DI REGOLAZIONE DELLA SCRITTURA

Mario D'Ambrosio

Per citazioni:

D'Ambrosio, M. (2017). Controllo esecutivo, automatismo e rilateralizzazione nella cura della balbuzie: i gesti di regolazione della scrittura. *I care*, 42(2), 56-63.

Introduzione

La balbuzie è un disturbo del neurosviluppo con sintomi che interessano il ritmo e la fluidità dell'eloquio, con la manifestazione di alcune irregolarità come ripetizioni, prolungamenti e blocchi (A.P.A., 2013). Gli studi sui correlati neurofunzionali e strutturali della fluidità e/o della disfluenza, confermano l'ipotesi di una diversità neurolinguistica delle persone con balbuzie (PCB), rispetto ai normofluenti. I primi studi in argomento risalgono all'opera di Orton (1927) e Travis (1931), ancora incerti sul piano metodologico, ma pionieristici per le intuizioni sottostanti, in quanto per primi iniziavano a rapportare la balbuzie all'organizzazione emisferica a partire dalla correlazione col mancino. Da quegli anni in poi, prima di arrivare alle più moderne e raffinate tecniche di neuroimaging attuali, gli studiosi hanno condotto diverse ricerche su come la specializzazione emisferica si caratterizzi nella disfluenza. Allo scopo sono stati impegnati diversi paradigmi sperimentali, tra cui l'ascolto dicotico di stimoli verbali (per es., Curry e Gregory, 1969), l'interferenza intermanuale (per es., Webster, 1986, 1988), l'amytal test (per es., Jones, 1966), la soppressione del ritmo alfa (per es., Moore e Lang, 1977). Tutti questi studi hanno indirizzato nella maggior parte dei casi, verso l'idea di una diversa organizzazione neurolinguistica delle PCB, rispetto ai normofluenti, individuabile in una minore efficienza o specializzazione dell'emisfero sinistro nel controllo delle funzioni verbali. Naturalmente, le conferme più importanti sono poi venute dalle ricerche più recenti, sviluppate con le più moderne tecniche. Sappiamo ora, attraverso la misurazione della risposta emodinamica della corteccia uditiva (Sato e colleghi, 2011) che i pattern di attivazione cerebrale atipici sono presenti a partire dall'età prescolare. Altri esperimenti condotti con l'aiuto della tomografia ad emissione di positroni (PET) oltre che a confermare la diversità dei pattern di attivazione delle PCB impegnati in compiti di lettura, hanno dimostrato anche che con l'impiego di tecniche di facilitazione della fluenza, gli schemi di attivazione corticale e subcorticale si modificano decisamente (De Nill e colleghi, 2000; De Nill e colleghi, 2003, Stager e colleghi, 2003). In particolare è stato evidenziato un ruolo compensativo dell'emisfero sinistro nel linguaggio fluido (Stager e colleghi, 2003), nonché la normalizzazione duratura dei pattern di attivazione (De Nill e colleghi (2003).

Le differenze tra PCB e normofluenti in studi di neuroimaging vanno ben oltre i limiti della sola funzionalità, coinvolgendo aspetti più strettamente strutturali. Il primo riscontro lo si è avuto con Foundas e colleghi (2001) che hanno individuato alcune differenze anatomiche tra PCB e soggetti normalmente fluenti, nella fessura perisilviana. Subito dopo, Sommer e colleghi (2002), hanno evidenziato nelle PCB una differenza nella qualità di conduzione del segnale nervoso in alcune specifiche aree. Questi, studiando le scansioni encefaliche di 15 persone affette da balbuzie di diversa gravità, hanno potuto constatare una minore connettività nell'area cerebrale dell'operculum di

Rolando dell'emisfero sinistro. Nei soggetti normofluenti, quest'area presenta una maggior quantità di materia bianca, suggerendo quindi una superiore connettività nel circuito. A partire da questi primi studi, fino al lavoro più recente di Cai e colleghi (2014), si è evidenziato sempre di più in letteratura, la presenza di alterazioni nella connettività cerebrale (con differenziazioni emisferiche) che coinvolge la materia bianca. E sebbene negli studi condotti su adulti, ci si può chiedere se le differenze siano esse stesse causa di balbuzie o semplicemente un effetto secondario di tale condizione consolidato negli anni, resta il fatto che le differenze riscontrate, comunque interessano aspetti strutturali del sistema nervoso. Nondimeno recenti indagini tendono a confermare il riscontro di lievi differenze anatomiche anche in età evolutiva. Gli studi di neuroimaging di Chang e Zhu (2013), hanno esaminato l'attività delle aree coinvolte nella produzione del linguaggio e la connettività strutturale della materia bianca interessata, individuando differenze significative tra bambini con balbuzie di età tra i 3 e i 9 anni e coetanei normofluenti. Altre differenze sono state individuate da Mock e colleghi (2012) in 11 su 14 soggetti destrimani con balbuzie, di età compresa tra 8-13 anni, i quali confrontati con un gruppo di pari età, hanno riportato asimmetrie atipiche nei volumi dei lobi prefrontali e dei lobi parieto-occipitali. Un'ulteriore e significativa differenza riportata in letteratura, è, per le PCB, la comprovata ipertrofia di alcune parti del corpo calloso (Choo e colleghi, 2011), ma essendo un fenomeno limitato solo all'età adulta si ipotizza un suo sviluppo anche come possibile conseguenza del disturbo (Choo e colleghi, 2012), mentre invece altre differenze, relative alle traiettorie di sviluppo della materia grigia in alcune zone dell'area di Broca, sono presenti già a partire dall'età evolutiva (Beal e colleghi, 2015). Infine, non mancano gli studi che riportano differenze anche nell'attività cerebellare (Brown e colleghi, 2005).

Compensazione controlaterale e omolaterale

Come si è visto, le differenze neurofunzionali e strutturali, che caratterizzano le PCB rispetto ai normofluenti, sono ampie e articolate. Teoricamente alcune di esse potrebbero avere carattere primario e quindi rientrare tra le cause del disturbo. Tuttavia, vanno anche considerati gli eventuali effetti che alcune differenze primarie potrebbero avere su altre aree e strutture encefaliche. Sappiamo infatti che, in caso di danno, il cervello può tendere a compensare controlateralmente (per es., Marini e colleghi, 2016) e omolateralmente, i deficit di uno, o parte di uno, degli emisferi (Kell e colleghi, 2009). Nell'ottica delle compensazioni, solo per fare un esempio ipotetico, le alterazioni del corpo calloso potrebbero essere viste come secondarie, cioè come un effetto a lungo termine dell'ampliamento compensativo dei circuiti coinvolti nel controllo della parole a specifiche aree dell'emisfero destro (Choo e colleghi, 2012). C'è da aggiungere inoltre che, ai fini clinici, tra le

diverse compensazioni vanno distinte tutte quelle condizioni che effettivamente a vari gradi migliorano la fluenza e l'adattamento delle PCB, rispetto ai tentativi di compensazione disfunzionali, che pure possono dare origine a correlati neurologici in momenti successivi. Quest'ultima questione, almeno per alcune di tali differenze, è stata affrontata in un loro studio da Kell e colleghi (2009). I ricercatori hanno confrontato le rilevazioni della produzione verbale in fMRI di 13 PCB destrimane, effettuate immediatamente prima e subito dopo un trattamento intensivo di tre settimane. Inoltre, i dati sono stati confrontati anche con le rilevazioni effettuate su altrettanti soggetti con storie di remissione non assistita di balbuzie, insieme ai dati di altrettanti soggetti normalmente fluenti. I confronti hanno dato modo ai ricercatori di osservare che, le alterazioni strettamente correlate alla patologia in fase attiva, riguardavano la regione frontale anteriore sinistra e i gangli della base. Le alterazioni consistevano in alcune anomalie funzionali, intese come minore attività in aree (insula anteriore sinistra, regione della corteccia motoria primaria dell'articolazione, planum polare) limitrofe all'area BA 44 dove, ancora più marcatamente, sussistevano anche differenze anatomiche che, nello studio, covariavano positivamente con la gravità della balbuzie diagnosticata ai soggetti. Secondo gli autori, le anomalie sarebbero alla base di tentativi di controllo della fluenza, con la compensazione controlaterale della giunzione temporo-parietale, la compensazione controlaterale della corteccia prefrontale dorso-laterale, la compensazione controlaterale dell'area BA 47/12 e la compensazione bilaterale di alcune zone della corteccia uditiva. Nella balbuzie in remissione successiva a terapia, i ricercatori hanno rilevato la riduzione della compensazione controlaterale della giunzione temporo-parietale e della compensazione controlaterale della corteccia prefrontale dorso-laterale¹, contestualmente a evidenti effetti di rilateralizzazione, con la riattivazione delle aree dell'insula anteriore sinistra e del planum polare e la normalizzazione dell'attività dei gangli della base, mentre ancora sussistevano la compensazione controlaterale dell'area BA 47/12 e la compensazione bilaterale di alcune zone della corteccia uditiva. Nei soggetti in remissione non assistita, ancora sussistevano la compensazione controlaterale dell'area BA 47/12 e la compensazione bilaterale in alcune zone della corteccia uditiva, ma a queste si è aggiunta la compensazione omolaterale dell'area BA 47/12² dell'emisfero sinistro in un quadro di attivazione più vicino a quello dei normofluenti. Nella remissione non assistita inoltre è stata rilevata anche una tendenza alla normalizzazione di alcuni dati neuroanatomici della materia bianca³. L'interpretazione degli autori è

¹ Secondo gli autori la riduzione della sovrattivazione di queste aree suggerisce che i tentativi di compensazione coinvolgono il controllo attentivo-esecutivo.

² Le aree BA 47/12 sono entrambe collegate al controllo top-down sui processi di integrazione di feedback uditivo e programmazione motoria, tuttavia, nel compito specifico, si riconosce a quella di sinistra una maggiore efficienza (Wildgruber e colleghi, 2006, cit. da Kell e colleghi, 2009).

³ Si tenga conto che per ovvie ragioni (selezione di soggetti con comprovata e prolungata remissione della disfluenza) l'età media del campione con balbuzie in remissione era significativamente più alta rispetto agli altri gruppi. In questa

che la balbuzie è associata ad anomalie strutturali della regione frontale inferiore dell'emisfero sinistro e con una disfunzione (secondaria) dei gangli della base. I tentativi di compensazione con controllo esecutivo coinvolgono l'emisfero controlaterale (destro), ma non compensano sufficientemente i sintomi, probabilmente a causa della modesta specializzazione dell'emisfero destro, relativamente alle attività linguistiche, e/o per i problemi di temporizzazione collegati ad una connettività meno economica, data dalla distanza dei centri coinvolti. In un quadro di tendenziale normalizzazione funzionale, la terapia induce il ripristino di una rete di controllo esecutivo della produzione vocale nell'emisfero sinistro contestualmente alla riduzione del coinvolgimento delle aree della giunzione temporo-parietale destra e della corteccia prefrontale dorso-laterale destra, con effetti di miglioramento della fluenza. Tuttavia, solo con il recupero completo di lunga durata, si associa alla normalizzazione della fluenza anche una tendenziale normalizzazione anatomica relativamente alla connettività.

Controllo, automatismo e modularità gerarchica

Come si è visto, nel processo di strutturazione della fluenza nelle PCB adulte, i passaggi del *controllo esecutivo* della fluenza e la concomitante *attivazione* dell'emisfero sinistro, anticipano le *rilateralizzazioni* funzionali e/o strutturali, che nel tempo andranno a sostenere gli *automatismi* del linguaggio. Controllo esecutivo, attivazione dell'emisfero sinistro, rilateralizzazione e automatismo sono quindi i processi cognitivi e neuropsicologici che mediano, in tempi diversi e a vari livelli, l'incremento della fluenza nelle PCB. La gestione diretta di questi processi, ancora non sufficientemente considerata dai programmi di cura, può diventare un obiettivo esplicito del trattamento della balbuzie, pertanto sarà necessario chiarire il quadro teorico di riferimento che può sostenere un tale obiettivo.

Alcuni modelli teorici descrivono il *controllo* e l'*automatismo* come due percorsi computazionali differenziati e integrati. Secondo questo punto di vista, gli automatismi sono sostenuti da processi di elaborazione parallela, mentre i controlli sono sostenuti da processi di elaborazione sequenziale (Schneider e Shiffrin, 1977; Shiffrin e Schneider, 1977; Schneider e Chein, 2003). Entrambe le modalità di elaborazione hanno valore adattivo e la buona performance sarà quindi il risultato dell'equilibrio armonico tra l'azione dei due sistemi.

discussione, quindi, nella determinazione della variazione anatomica si ritiene ammissibile il contributo di fattori collegati alla plasticità cerebrale e alla lunga pratica della fluenza, oltre la considerazione di eventuali fattori di predisposizione.

L'equilibrio tra processi centrali, generali, e automatismi specifici, è un lungo capitolo di discussione in psicologia cognitiva e in neuropsicologia, tuttora aperto. Per esempio, l'integrazione dell'azione di sistemi "stupidi" ma veloci con sistemi lenti ma "intelligenti" è stata alla base della concezione di *mente modulare* di Fodor (1983). Tuttavia il termine *modulo* è qui inteso nella più moderna evoluzione del concetto per rappresentare sistemi di elaborazione di specifiche funzioni differenziabili, che tendono ad essere associati a specifiche strutture nervose (Barrett e Kurzban, 2006). In quest'ottica, un modulo è potenzialmente aperto a elaborazioni condivise con altre strutture (Moscovitch e Umiltà, 1990; Barrett e Kurzban, 2006), così come viene anche confermato da recenti ricerche (Stanley e colleghi, 2014).

Specificamente nel controllo della fluenza, sono stati ipotizzati modelli esplicativi di ispirazione *gerarchico-modulare* (D'Ambrosio, 2012; D'Ambrosio, 2017; D'Ambrosio e colleghi, 2016) per descrivere l'interazione tra *sistema attentivo-esecutivo* (Mc Cabe e colleghi, 2010; Petersen e Posner, 2012; Engle e Kane, 2004) e *funzionamenti modulari gerarchicamente organizzati* (Moscovitch e Umiltà, 1990; Meunier e colleghi, 2010). Secondo D'Ambrosio (2017), ai fini della regolazione della fluenza, possiamo considerare un numero di "ordini gerarchici dei moduli in modo non esaustivo. Assieme alla modularità del linguaggio, si ammettono organizzazioni modulari che includono in parte o in toto il linguaggio (per es. funzionamenti modulari della letto-scrittura), in un numero di ordini non definito, che si possono complessivamente indicare come *modularità sopra-ordinata al linguaggio*, accanto a organizzazioni modulari incluse dal linguaggio (per esempio, movimenti semplici, il riconoscimento della voce ecc.) in un numero di ordini non definito, che si possono indicare complessivamente come *modularità sotto-ordinata al linguaggio*" (p. 70). In questa prospettiva, l'accesso del controllo esecutivo al singolo sistema modulare è direttamente proporzionale al suo livello gerarchico, per cui modularità gerarchicamente alte, sebbene sostenute da automatismi molto strutturati, all'occorrenza rientreranno più facilmente sotto il controllo attentivo-esecutivo, mentre per gli ordini inferiori il controllo sarà minore.

Il training dei Gestì di Regolazione della Scrittura

Il training dei Gestì di Regolazione della Scrittura (GRS) è un programma particolarmente facilitante per la fluenza (D'Ambrosio, 2000, 2001, 2005, 2017). Esso attiva in modo coordinato e simultaneo abilità elaborate e regolate prevalentemente nell'emisfero sinistro (linguaggio, lettura e scrittura)⁴.

⁴ Un esempio di evidenza sperimentale del collegamento sussistente tra scrittura e lettura, lo si può trovare in uno studio di Pagliarini e colleghi (2015). Una descrizione dell'anatomia funzionale della scrittura con la mano dominante, supportata da dati rilevati in fMRI, la si può trovare in uno studio di Horovitz e colleghi (2013).

Secondo Shallice (1988) le risorse impegnate in una performance, corrispondono al numero medio di neuroni che funzionano normalmente nel sottosistema necessario per produrre un determinato livello di prestazione. Assumendo questo punto di vista, possiamo ipotizzare che l'incremento di fluenzia dato dagli esercizi di GRS⁵ sia collegato al numero maggiore di neuroni attivati in modo integrato. Inoltre, nell'ipotesi gerarchico-modulare lettura e scrittura sono considerate modularità gerarchicamente sopra-ordinate al linguaggio, pertanto meno incapsulate. Essendo quindi più accessibili al controllo, in percorsi top-down di attività coordinate con l'eloquio, i gesti della scrittura possono mediare la regolazione della fluenzia a opera del sistema attentivo ed esecutivo, anche grazie a processi di elaborazione sequenziali maggiormente presenti nella scrittura rispetto al linguaggio. Tutti questi elementi, possono aprire molto rapidamente la strada all'esperienza della fluenzia e favorirne l'apprendimento attraverso il *controllo attentivo ed esecutivo*, contestuale alla *maggior attivazione dell'emisfero sinistro*, i primi due dei quattro processi di incremento della fluenzia precedentemente indicati.

I successivi due processi, *rilateralizzazione* e *automatismo*, sono il frutto del continuo e prolungato allenamento. La buona pratica clinica, partendo dal controllo della fluenzia, deve favorirne l'esercizio con veri e propri programmi di lunga prospettiva. Mirando a questo scopo, il training GRS prevede una progressione di esercizi in lettura, monologo e conversazione, per complessivi 13 step. Per gli esercizi di lettura si utilizzano brani stampati con spazio a sufficienza sotto ogni parola, per poterla trascrivere o accennarne la scrittura. I primi esercizi sono svolti in *autodettato*. In pratica, il soggetto è istruito a leggere ad alta voce e scrivere in modo simultaneo. Nella parte superiore dell'immagine in fig. 1 si vede un esempio di autodettato effettuato da un ventiduenne affetto da balbuzie gravissima. Idealmente, ogni parola letta deve iniziare e finire contemporaneamente alla sua scrittura. Generalmente questa semplice esperienza riduce fortemente la frequenza delle disfluenze.

Fig. 1 - esempio di training dei gesti di regolazione della scrittura applicato a un soggetto ventiduenne con balbuzie grave (step lettura 1 nella parte superiore dell'immagine e step lettura 4 nella parte inferiore). Fonte: D'Ambrosio M. (2017) Balbuzie e cluttering. Le nuove prospettive, Franco Angeli, Milano..

⁵ In alcuni soggetti può essere immediato e vicino al 100% delle parole pronunciate (D'Ambrosio, 2005).

anche che e vice si sentiva assalito da tali sintomi eccessi di vertigine, che sapeva a pena che si facesse; e poi Giorgio disse che vertigine, che sapeva a pena che si facesse; e poi Giorgio disse che anche lui era assalito da accessi di vertigine e appena sapeva anche anche lui era assalito da accessi di vertigine e appena sapeva anche lui che si facesse. Io poi avevo il fegato ammalato. Sapevo di avere lui che si facesse. Io poi avevo il fegato ammalato. Sapevo di avere il fegato ammalato, perché avevo appunto letto un annuncio di il fegato ammalato, perché avevo appunto letto un annuncio di pillole brevettate nel quale si specificavano minutamente i vari pillole brevettate nel quale si specificavano minutamente i vari sintomi dai quali il lettore poteva arguire d'aver il fegato malato. sintomi dai quali il lettore poteva arguire d'aver il fegato malato. Io li avevo tutti. Io li avevo tutti.

È strano, ma non mi avviene mai di leggere un annuncio di specialità brevettate, senza sentirmi tratto alla conclusione d'essere affetto dalla peculiare malattia — nella sua forma più virulenta —

Nel programma si prosegue con l'applicazione dell'autodettato in esercizi di eloquio autoprodotta (monologo e conversazione), continuando a pianificare una parola per volta, con la progressiva riduzione dell'attività grafica (per es., cancellando le parole – fig. 2 -, segnandole con un puntino – fig. 3-) mantenendo sempre la simultaneità tra il gesto e la parola detta. Tuttavia, anche negli step più avanzati, quando la parola da leggere sarà riconosciuta anticipatamente come ad alta probabilità di disfluenza, la si potrà comunque scrivere accuratamente, come nel primo step (fig. 3 – quinto rigo). Le fasi finali del training prevedono l'abolizione dell'attività grafica, che sarà mantenuta solo occasionalmente finché ci saranno parole a rischio. Questi passaggi, estesi anche all'eloquio autoprodotta, permettono un discorso più rapido e la progressiva reintroduzione degli automatismi nell'articolazione della parola; ma in caso di necessità resta ancora possibile per la persona esercitare il maggiore controllo esecutivo e l'elaborazione sequenziale, grazie alla maggiore flessibilità raggiunta.

Fig. 2 - esempio di training dei gesti di regolazione della scrittura applicato a un soggetto ventiduenne con balbuzie grave (step lettura 4). Fonte da D'Ambrosio M. (2017) Balbuzie e cluttering. Le nuove prospettive, Franco Angeli, Milano

fondo, cominciai per ordine alfabetico — lessi della malaria e appresi che ne ero affetto e che la fase acuta sarebbe cominciata fra una quindicina circa. Mi consolai trovando che l'albuminuria l'avevo soltanto in forma attenuata, e che quindi, per quel che mi riguardava, sarei potuto vivere ancora anni e anni. Avevo il colera con gravi complicazioni; e sembra che con la difterite ci fossi nato. Percorsi faticosamente e coscienziosamente tutte quante le lettere dell'alfabeto, e potei concludere che l'unica malattia che non avessi era il ginocchio della lavandaia.

Fig. 3 – Esercizio step lettura 5. Come si vede al quinto rigo della prova, il soggetto, anticipando in pianificazione la difficoltà esecutiva di un pezzo di enunciato, ha compensato la potenziale disfluenza con la trascrizione completa della parola. Fonte: D'Ambrosio M. (2017) Balbuzie e cluttering: le nuove prospettive, Franco Angeli, Milano

ginocchio della lavandaia? Perché questa oltraggiosa distinzione? Dopo un poco, però, prevalsero dei sentimenti meno esclusivi. Pensai che avevo tutte le malattie note in farmacologia, e divenni meno egoista, e risolsi di fare a meno del ginocchio della lavandaia.

Pareva che la ^{gotta} gotta, nella sua fase più maligna, mi avesse invaso senza che me ne fossi accorto; e che avessi sofferto di zona fin dall'infanzia. Non v'erano altre malattie dopo la zona; e così conclusi che non avevo altro.

Conclusioni

Il ricorso ai training neuropsicologici può coprire solo una delle molteplici aree della cura della balbuzie - si considerino per esempio tutti gli aspetti più strettamente psicoemotivi - (D'Ambrosio, 2017). Ciononostante, soprattutto nell'ambito di attività professionali non psicoterapeutiche, la scelta dei training resta un elemento centrale della terapia sia per l'apprendimento della fluenza in sé e sia per gli effetti che può ottenere sulla riorganizzazione neuropsicolinguistica della PCB. Proprio in quest'area con gli studi più recenti si è giunti alla descrizione di quali sono gli effetti dei tentativi di compensazione spontanea e soprattutto degli effetti conseguenti al trattamento. Questi effetti sono descrivibili complessivamente come una *maggiore attivazione dell'emisfero sinistro in concomitanza con la produzione delle parole fluenti gestito con controlli esecutivi*. Addirittura, nelle condizioni di remissione persistente tali effetti sono descrivibili in sintesi come *ripristino di una rete di controllo della produzione vocale nell'emisfero sinistro maggiormente automatizzata, con rilateralizzazioni funzionali e/o strutturali* (Kell e colleghi, 2009). Alla luce di queste evidenze, in questa discussione è stata sostenuta una visione che considera il controllo attentivo ed esecutivo della fluenza, l'attivazione emisferica sinistra che si associa al recupero della fluenza e la progressiva automatizzazione della stessa, come veri e propri obiettivi in sé, anziché come dei semplici correlati. In quest'ottica, oltre che possibile, è anche raccomandabile puntare direttamente al controllo esecutivo e alla regolazione dell'attivazione emisferica con appositi esercizi e con programmi diretti a produrre quella lunga pratica della fluenza. Solo con la lunga pratica si ottiene il ripristino di una rete di controllo della produzione vocale nell'emisfero sinistro, con rilateralizzazioni funzionali e/o strutturali, i processi che si riconoscono tra gli esiti di un trattamento, quando questi approdano a una fluenza maggiormente automatizzata (De Nil e colleghi, 2003, Kell, 2009). Il training dei GSR (D'Ambrosio, 2000, 2001, 2005, 2017) è stato qui proposto quale esempio di programma strutturato per stimolare specificamente tali conseguenze auspicate. Infatti, il training GSR punta in sequenza al *controllo attentivo ed esecutivo* della fluenza (dato dal maggior accesso al controllo attentivo ed esecutivo della lettura e della scrittura rispetto al linguaggio), contestuale alla *maggiore attivazione dell'emisfero sinistro* (data dalla elaborazione e regolazione della letto-scrittura prevalentemente effettuate nell'emisfero sinistro); nelle fasi successive, essendo strutturato in step, il training GSR favorisce la pratica di adattare gli esercizi ai livelli richiesti proporzionando il controllo attentivo esecutivo alla facilità con la quale la PCB produce parole. In tal modo si indirizza il controllo verso i successivi processi di *rilateralizzazione e automatizzazione* auspicate, attraverso la lunga pratica della fluenza.

Bibliografia

- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition, DSM-5™*. American Psychiatric Publishing, Arlington, VA. In italiano (2014) *DSM-V Manuale Diagnostico e Statistico dei Disturbi Mentali*. Raffaello Cortina Editore, Milano.
- Barrett, H. C, Kurzban, R. (2006). Modularity in cognition: framing the debate. *Psychological Review*, 113, 628-647.
- Beal, D. S., Lerch, J. P., Cameron, B., Henderson, R., Gracco, V. L., De Nil, L. F. (2015). The trajectory of gray matter development in Broca's area is abnormal in people who stutter. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9:89. doi: 10.3389/fnhum.2015.00089.
- Brown, S., Ingham, R. J., Ingham, J. C., Laird, A. R., Fox, P. T. (2005). Stuttered and fluent speech production: An ALE meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, 25, 105–117.
- Cai, S., Tourville, J. A., Beal, D. S., Perkell, J. S., Guenther, F. H., Gosh, S. S. (2014). Diffusion imaging of cerebral white matter in persons who stutter: evidence for network-level anomalies. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8:54. doi: 10.3389/fnhum.2014.00054
- Chang, S-E., Zhu, D. C. (2013). Neural network connectivity differences in children who stutter. *Brain*, 136, 3709–3726.
- Choo, A. L., Kraft, S. J., Olivero, W., Ambrose, N. G., Sharma, H., Chang, S-E., et al.(2011) Corpus callosum differences associated with persistent stuttering in adults. *Journal of Communication Disorders*, 44(4):470–477.
- Choo, A. L., Chang, S-E., Zengin-Bolatkale, H., Ambrose, N. G., Loucks, T. M. (2012). Corpus callosum morphology in children who stutter. *Journal Communication Disorders*, 45(4): 279–289.
- Curry F., Gregory, H. (1969). The performance of the stutterers on dichotic listening tasks thought to reflect cerebral dominance. *Journal of Speech and Hearing Research*, 12, 78-82.
- D'Ambrosio, M. (2000). La facilitazione della fluenza verbale del balbuziente nel contesto della psicoterapia Cognitivo-Comportamentale: presentazione di un caso. *I care*, 25(1), 30-33.
- D'Ambrosio M. (2001). La scrittura simulata - una tecnica di facilitazione della fluenza verbale in soggetti balbuzienti. *I Care*, 26(1), 18-23.
- D'Ambrosio, M. (2005). *Balbuzie. Percorsi teorici e clinici integrati*. McGraw-Hill. Milano.
- D'Ambrosio, M. (2012). *Scacco alla balbuzie in sette mosse*. Franco Angeli. Milano.
- D'Ambrosio, M., (2017). *Balbuzie e cluttering: le nuove prospettive*. Franco Angeli. Milano.
- D'Ambrosio, M., Bracco, F., Benso, F. (2016). Misurazioni di fluenza in persone con balbuzie in doppi compiti complessi automatizzati e non automatizzati. *Sistemi Intelligenti*, 28(1), 81-101.
- De Nil, L. F., Kroll, R. M., Lafaille, S., Houle, S. (2003). A positron emission tomography study of short- and long-term treatment effects on functional brain activation in adults who stutter. *Journal of Fluency Disorders*, 28, 357-379.

- De Nil L. F., Kroll R. M., Kapur S., Houle. (2000). A positron emission tomography study of silent and oral single reading in stuttering and nonstuttering adults. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43, 1038-1053.
- Engle, R. W., Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. In Ross, B. (a cura di). *The psychology of learning and motivation*. NY: Elsevier, 145-199.
- Fodor, J. A. (1983). *The Modularity of Mind. An Essay on Faculty Psychology*. Cambridge, MA.: MIT Press. In italiano (1988). *La mente modulare. Saggio di psicologia delle facoltà*. Il Mulino. Bologna.
- Foundas, A. L., Bollich, A. M., Corey, D. M., Hurley, M., & Heilman, K. M. (2001). Anomalous anatomy of speech-language areas in adults with persistent developmental stuttering. *Neurology*, 57, 207–215
- Horovitz, S. G., Gallea, C., ‘Ali Najee-ullah, M., Hallett, M. (2013). Functional Anatomy of Writing with the Dominant Hand. *PLoS ONE* 8(7): e67931. doi:10.1371/journal.pone.0067931
- Jones, R. K. (1966). Observations on stammering after localized cerebral injury. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 29, 192-195.
- Kell, C. A., Neumann, K., von Kriegstein, K., Posenenske, C., von Gudenberg, A. V., Euler, H., Giraud. A. (2009). How the brain repairs stuttering. *Brain*, 132; 2747–2760.
- McCabe, D. P., Roediger, H. L, McDaniel, M. A., Balota, D. A., Hambrick, D. Z. (2010), The relationship between working memory capacity and executive functioning: evidence for a common executive attention construct. *Neuropsychology*, 24(2), 222-243.
- Marini, A., Galetto, V., Tatu, K, Duca, S, Geminiani, G., Sacco, K., Zettin, M, (2016). Recovering two languages with the right hemisphere *Brain and Language*, 159, 35-44.
- Meunier, D., Lambiotte, R., Bullmore, E. T. (2010). Modular and hierarchically modular organization of brain networks. *Frontiers in Neuroscience* 4:200. doi: 10.3389/fnins.2010.00200
- Moore W. H., Lang M. K. (1977). Alpha asymmetry over the right and left hemispheres of stutterers and control subjects preceding massed oral readings: a preliminary investigation. *Perceptual and Motor Skills*, 44, 223-230.
- Mock,, J. R., Zadina, J. N., Corey, D. M., Cohen, J. D., Lemen, L. C., Foundas, .A. L. (2012) Atypical Brain Torque in Boys With Developmental Stuttering. *Developmental Neuropsychology*, 37(5), 434–452.
- Moscovitch, M., Umiltà, C. (1990). Modularity and neuropsychology: Implications for the organization of attention and memory in normal and brain-damaged people. In M.F. Schwartz (a cura di) *Modular Deficits in Alzheimer-Type Dementia*. Cambridge (MA): MIT/Bradford. 1-59.
- Orton, S. T. (1927). Studies in stuttering. *Archives Neurology Psychiatry*, 18, 671-672.
- Pagliarini, E., Guasti, M. T., Toneatto, C., Granocchio, E., Riva, F., Sarti, D., Molteni, B., Stucchi, N. (2015). Dyslexic children fail to comply with the rhythmic constraints of handwriting. *Human Movement Science*, 42, 161–182.
- Petersen, S. E., Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual Review of Neuroscience*, 35, 73–89.
- Sato, Y., Mori, K., Koizumi, T., Minagawa-Kawai, Y., Tanaka, A., Ozawa, E., Wakaba, Y., Mazuka, R. (2011). Functional lateralization of speech processing in adults and children who stutter. *Frontiers in Psychology*, 2:70. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00070.

- Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge: University Press. In italiano (1990): *Neuropsicologia e struttura della mente*. Bologna: Il Mulino.
- Shiffrin, R. M., Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, 84(2), 127-190.
- Schneider, W., Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention, *Psychological Review*, 84(1), 1-66.
- Schneider, W., Chein, J. M. (2003). Controlled & automatic processing: behavior, theory, and biological mechanisms. *Cognitive Science*, 27, 525-559.
- Sommer, M., Koch, M. A, Paulus, W., Weiller, C., Büchel, C.(2002). Disconnection of speech-relevant brain areas in persistent developmental stuttering. *The Lancet*, 360, 380-383.
- Stager, S.V., Jeffries, K.J., Braun, A.R. (2003). Common features of fluency-evoking conditions studied in stuttering subjects and controls: an H(2)15O PET study. *Journal of Fluency Disorders*, 28(4), 319-335.
- Stanley, M. L., Dagenbach, D., Lyday, R. G., Burdette, J. H., Laurienti, P. J. (2014). Changes in global and regional modularity associated with increasing working memory load. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8:954. doi: 10.3389/fnhum.2014.00954 .
- Travis, L. E. (1931). *Speech Pathology*. New York: Appleton- Century-Crofts.
- Webster, W. G. (1986). Neuropsychological models of stuttering: II. Interhemispheric interference. *Neuropsychologia*, 24, 737-741.
- Webster, W. G. (1988). Neural mechanisms underlying stuttering: Evidence from bimanual handwriting performance. *Brain & Language*, 33, 226-244.
- Wildgruber, D., Ackermann, H., Kreifelts, B., Ethofer, T. (2006). Cerebral processing of linguistic and emotional prosody: fMRI studies. *Progress in Brain Research*, 156, 249-68.