

# ACTA GENETICAE MEDICAE ET GEMELLOLOGIAE

---

*Volumen VIII*

*N. 4 - Octobris 1959*

Istituto di Genetica Medica e Gemellologia  
«G. Mendel» - Roma  
(Direttore: Prof. Luigi Gedda)

Istituto di Clinica Otorinolaringoiatrica  
dell'Università di Roma  
(Direttore: Prof. G. Ferreri)

## La voce nei gemelli monoziotici

**L. Gedda, L. Fiori Ratti, G. Bruno**

Lo studio della voce dei gemelli monoziotici (MZ), prima durante e dopo la muta, è stato affrontato con criteri di ricerca diversi, coll'intento, comunque, non solo di dimostrare eventuali analogie, ma anche di separare i fattori di ordine genetico da quelli di ordine ambientale.

Il metodo è stato sia indiretto, attraverso lo studio del generatore laringeo o delle diverse caratteristiche psico-fisiche dei soggetti, sia diretto, per apprezzamento dei diversi attributi di estensione, timbro, altezza tonale e volume della voce cantata e parlata (R. Luchsinger, R. Schilling), confrontando poi intrageminalmente i risultati ottenuti.

Più recentemente L. Gedda, A. Bianchi e L. Bianchi Neroni, hanno seguito un particolare criterio di valutazione globale del fenomeno. Gli AA. hanno registrato la voce dei due cogemelli, e poi, riproducendo i due campioni di voce, hanno invitato successivamente ciascuno dei due a riconoscere la voce dell'altro.

I risultati delle varie ricerche concordano tutti nell'affermazione di una sensibile somiglianza intrageminale sia dell'apparato fonatorio che della voce, e per quest'ultima sia nei riguardi dell'estensione che dell'intonazione media.

Poichè la voce si è riscontrata simile nelle singole coppie, salvo qualche variazione nel periodo della muta, tanto nell'età prepubere che in quella adulta, e poichè d'altra parte è stata affermata una profonda somiglianza del generatore laringeo, si è concluso per una prevalenza dei fattori ereditari su quelli ambientali nella genesi delle analogie della voce constatate nei gemelli MZ. E ciò particolarmente nel confronto parallelamente condotto su coppie diziotiche (DZ).

### Metodo e scopo delle ricerche

A quanto ci risulta non era stato però ancora eseguito uno studio obbiettivo del problema mediante i più moderni metodi di analisi elettroacustica, ai quali la fonetica moderna deve le sue più recenti e valide acquisizioni.

Delle caratteristiche fisiche presentate dalla voce, alcune sono bene apprezzabili dall'orecchio, ma meno si presterebbero ad un'analisi elettroacustica, salvo fare ricorso a particolari apparecchiature destinate a porle in evidenza.

Viceversa tutte le caratteristiche che sono riferibili ai parametri generali della voce possono essere in modo relativamente più facile obbiettivate.

Ogni fenomeno fonetico resta in linea obbiettiva principalmente definito dall'intensità relativa delle frequenze componenti (corrispettivo fisiologico = timbro), dalla frequenza fondamentale dei suoni aventi carattere periodico come ad es. le vocali (corrispettivo fisiologico = altezza tonale), oltrechè dall'intensità del suono, il che viene tradotto abitualmente, dal punto di vista subbiettivo, nel giudizio di voce « forte » o « debole ».

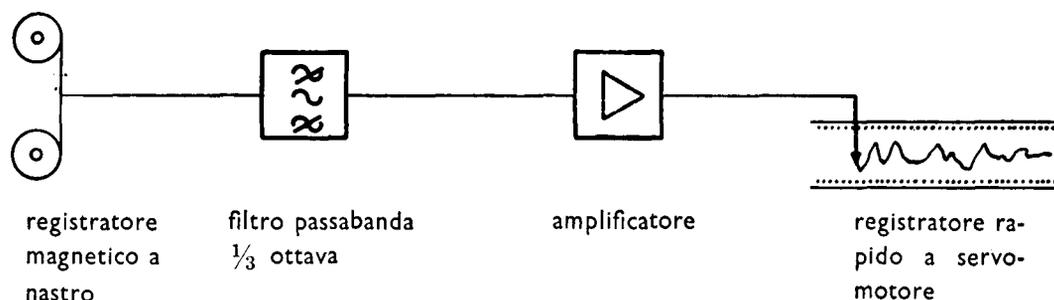


Fig. 1. Schema del dispositivo di misura

Nel nostro caso non si è particolarmente indagato il fattore intensità, che fra le caratteristiche della voce rappresenta quella meno provvista di un significato autonomo e certamente è meno peculiare delle altre due caratteristiche.

L'analisi degli altri due parametri principali, a prima vista agevole, nella pratica non lo è, almeno nelle indagini sulla voce parlata.

Il metodo apparentemente più semplice, quello di tradurre il fenomeno fonetico in un oscillogramma successivamente analizzabile con gli usuali procedimenti matematici, è d'impiego relativamente utile in ricerche concernenti un singolo tono, ad es. una nota tenuta nella voce cantata, ma non si presta ad indagini sulla voce parlata, nella quale sono presenti in grande misura fenomeni transitori.

Per la determinazione della composizione spettrale più opportuno si appalesa un altro metodo che è stato adottato nella presente ricerca. Tempo preliminare è la registrazione su nastro magnetico delle voci da analizzare; dalla registrazione si deriva un fonomontaggio di singoli brani di discorso o parole che, da un lato, possano essere rappresentative dell'intero fenomeno fonetico, e dall'altro si prestino ad un'analisi da parte degli strumenti di misura, e perciò ad un comparativo giudizio metrico con omologhi fonomontaggi di soggetti diversi. La registrazione su nastro è stata successivamente analizzata con un voltmetro selettivo per bande passanti contigue della larghezza di un terzo di ottava. L'analisi delle frequenze presenti, compiuta per ogni singola gamma, permette di rilevare l'importanza energetica delle

singole bande e quindi lo spettro tonale della voce. Ogni singola determinazione dà luogo a grafici in funzione del tempo del tipo rappresentato in fig. 2. Questo, insieme agli altri 20 grafici analitici che per ogni singolo individuo coprono l'intera gamma da 100 Hz a 8000 Hz, consente di realizzare un grafico dei valori della composizione spettrale della voce di ogni singolo individuo.

Perchè le misure effettuate potessero assumere valore ed applicazione generale era naturalmente necessaria una particolare scelta del materiale da fare oggetto di analisi.

Mentre da un lato era chiaramente necessario allo scopo di ottenere una sufficiente uniformità d'incidenza statistica dei vari fonemi, ci sembrò d'altra parte altrettanto necessario di evitare sia la lettura dei testi prefissati (nei soggetti nei quali per età tale modalità sarebbe stata possibile), sia la ripetizione di frasi suggerite. E ciò perchè

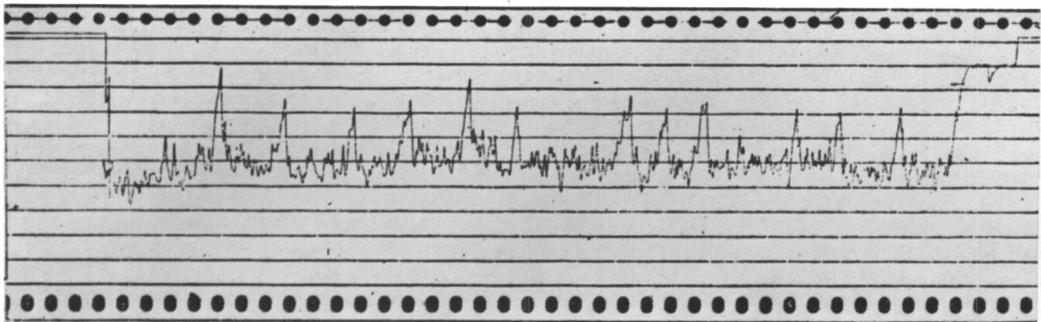


Fig. 2. Andamento dell'intensità vocale nella banda da 250 Hz in uno dei soggetti presi in esame

si sarebbe inevitabilmente indotta una condizione di mancanza di spontaneità del linguaggio o introdotta una variabile emotiva e culturale diversa da soggetto a soggetto. Quanto in queste condizioni registrato, non avrebbe potuto in alcun modo aspirare a costituire materiale per un'indagine sulla reale voce parlata dei singoli soggetti sottoposti ad esame.

Ci è sembrato pertanto utile ricorrere all'artificio di una serie di domande a risposta quasi obbligata sulle elementari consuetudini di vita di ciascun individuo, evitando domande che potessero avere un contenuto emotivo particolare.

ad es.:

- 1) che cosa mangi a colazione?
- 2) come si chiama la città dove abiti?
- 3) quali sono i tuoi giochi preferiti?
- 4) dove vai tutte le mattine?

Le risposte fornite erano pressappoco queste:

- 1) tutte le mattine faccio colazione con latte e caffè
- 2) la città dove abito si chiama Roma
- 3) preferisco giocare al pallone e a fare la guerra
- 4) tutte le mattine vado a scuola con mio fratello.

Si aveva cura che i piccoli acquistassero consuetudine coll'ambiente nel quale le registrazioni venivano effettuate. Tale ambiente era naturalmente fonoisolato e moderatamente assorbente. Essi venivano accompagnati dalla madre o dagli abituali accompagnatori, e si aveva cura che non avessero sentore dell'effettuazione della registrazione.

Un'altra ricerca da noi eseguita, ha avuto un duplice obbiettivo.

Da un lato la determinazione della frequenza fondamentale della voce dei soggetti, il che peraltro sarebbe stato ottenibile con maggiore facilità da una comune analisi esercitata sulla registrazione delle voci effettuata, dall'altro, ed è questa la ragione fondamentale per la quale si è fatto ricorso ad un particolare metodo che più sotto esporremo, ci siamo posti l'obbiettivo di chiarire, se possibile, quanto delle analogie o variazioni dello spettro vocale fosse imputabile ad eventi laringei.

Abbiamo cioè cercato di risolvere in sede funzionale ed analitica quel problema di analogia dei generatori laringei che le precedenti ricerche avevano potuto affrontare solo su un piano morfologico, necessariamente solo in modo indiretto correlato al problema funzionale.

Tale obbiettivo è stato raggiunto attraverso un'analitica determinazione della fondamentale, derivata a livello della laringe. Tale metodica inizialmente proposta da A. Gemelli, G. Bellussi e G. Sacerdote e già adottata con alcune modificazioni in precedenti indagini sullo studio della voce senile (G. Ferreri, L. Fiori Ratti; vedi anche G. Benassi), è fondata sulla constatazione che con una opportuna applicazione del laringofono a livello della laringe le vibrazioni sinusoidali delle corde vocali che si generano durante l'emissione di vocali si trasmettono al laringofono in maniera poco diversa da quella originale.

Il sistema di filtraggio predisposto con un filtro passabasso che elimini la maggior parte delle armoniche, consente una determinazione della fondamentale laringea estremamente corretta.

A dimostrazione riassuntiva vale la constatazione che le diverse vocali così rilevate danno luogo ad oscillazioni praticamente non differenziate, come dimostrano gli oscillogrammi risultanti dall'emissione delle diverse vocali da parte di uno stesso soggetto.

Una terza ricerca ha avuto infine lo scopo di dirimere anch'essa per altra via il quesito circa i fattori che intervengono in linea prevalente a determinare le analogie della voce osservate nei gemelli MZ. Allo scopo di escludere fattori di ordine mimetico o ambientale abbiamo pensato di agire sull'autocontrollo acustico della voce, via attraverso la quale detti fenomeni mimetici o ambientali obbligatoriamente debbono esplicarsi. Perciò, una volta eseguite sui singoli soggetti le registrazioni di cui abbiamo detto, abbiamo introdotto una variante di valore critico, consistente nell'applicazione agli orecchi di un tono assordante (rumore bianco).

Il confronto delle analisi delle registrazioni ottenute alla prova colloquiale con quelle effettuate durante l'assordamento, doveva essere dimostrativo circa il problema più volte accennato della genesi delle analogie.

Con tali metodi sono state sottoposte ad indagine 20 coppie MZ, in età prepubere (fra i 6 e gli 11 anni), scelte fra la popolazione gemellare che frequenta l'Istituto Mendel, nel quale sono fatte oggetto di ogni possibile indagine analitica ed osservazione.

Le coppie erano per metà di sesso femminile e per metà di sesso maschile. Per quanto attiene particolarmente ai nostri fini si ebbe cura di accertare un perfetto stato di normalità fisica e psichica dei soggetti in esame, e ciò attraverso un accurato esame clinico e psicologico. Ciascuna coppia sottoposta ad indagine aveva vissuto sempre nello stesso ambiente. Tale dato che garantiva sotto questo punto di vista una omogeneità dei soggetti, è stato da noi voluto in quanto il quesito della possibile responsabilità dei fenomeni ambientali nella genesi di analogie vocali eventualmente rilevate, era stato da noi impostato e doveva essere risolto, sia con lo studio della fondamentale laringea (2<sup>a</sup> ricerca) sia attraverso la constatazione delle eventuali variazioni dello spettro vocale causate dall'esclusione del controllo acustico della voce.

Il materiale di confronto, sulla base di quanto già eseguito dai precedenti AA., era costituito dalla esecuzione delle identiche indagini su 4 coppie di gemelli DZ.

I dati ottenuti nei gemelli MZ, per assumere valore, debbono ovviamente essere posti a confronto con quelli ottenuti in una popolazione non MZ nella quale peraltro possano essere costituite delle coppie che rendano, per qualche aspetto almeno, i soggetti omologhi fra loro.

A verifica ulteriore, nel corso delle esperienze, abbiamo proceduto al confronto fra i dati ottenuti nelle singole coppie di gemelli MZ e coppie arbitrariamente costituite con individui di famiglie diverse, aventi però spiccate caratteristiche di analogia dal punto di vista dell'età e dal punto di vista morfo-ponderale.

I dati derivanti da questo confronto, ricalcano le linee generali delle coppie DZ. Talchè di essi non verrà fatta menzione specifica, sottolineando però che resta anche per questa via convalidato il metodo di confronto con gemelli DZ comunemente adottato dai vari AA.

Riportiamo in linea schematica la progressione dei singoli tempi d'indagine:

1. anamnesi foniatrica
2. esame otorinolaringoiatrico
3. esame foniatrico
4. registrazione per successiva analisi spettroacustica
5. registrazione della fondamentale laringea per successiva analisi
6. registrazioni di cui ai numeri 4 e 5 coll'introduzione dell'assordamento.

#### Discussione dei risultati

L'analisi delle curve che dimostrano l'andamento dello spettro acustico della voce alle varie frequenze per ogni singola coppia di gemelli MZ, rivela in linea di massima per ciascuna coppia un andamento dei grafici estremamente concordante (fig. 3).

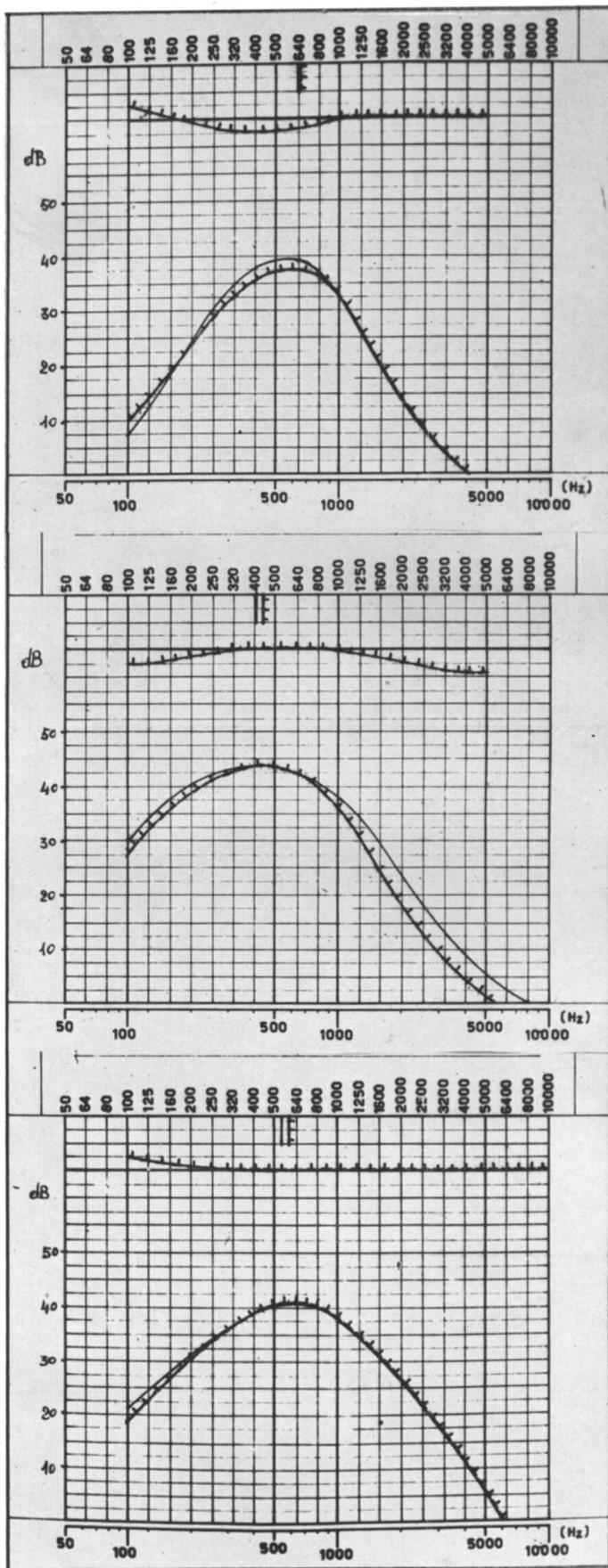


Fig. 3. Tre esempi di spettri vocali in coppie di gemelli MZ: in ciascun diagramma in basso sono tracciati gli spettri vocali effettivi, in alto gli scostamenti di una delle due curve rispetto all'altra rettificata. I tratti verticali in alto indicano le frequenze fondamentali.

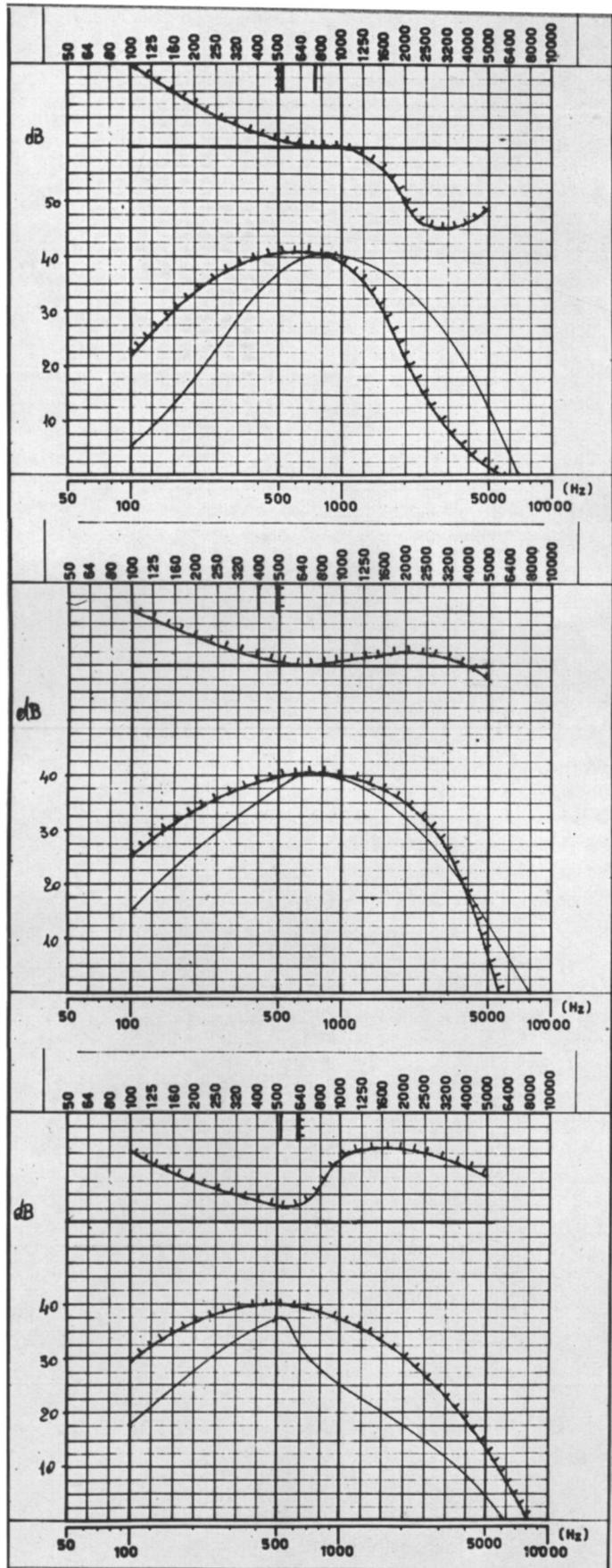


Fig. 4. Tre esempi di spettri vocali in coppie di gemelli DZ: in ciascun diagramma in basso sono tracciati gli spettri vocali effettivi, in alto gli scostamenti di una delle due curve rispetto all'altra rettificata. I tratti verticali in alto indicano le frequenze fondamentali.

Tale concordanza si manifesta e nell'andamento generale dei grafici descrittivi dello spettro acustico della voce, e nei valori che ogni singolo punto della curva assume.

Le variazioni eventualmente osservate nel confronto fra le due curve rappresentative dello spettro vocale per ogni singola coppia, interessano, quando presenti, soprattutto le zone estreme dello spettro dove, per evidenti ragioni, debbono ritenersi meno significative.

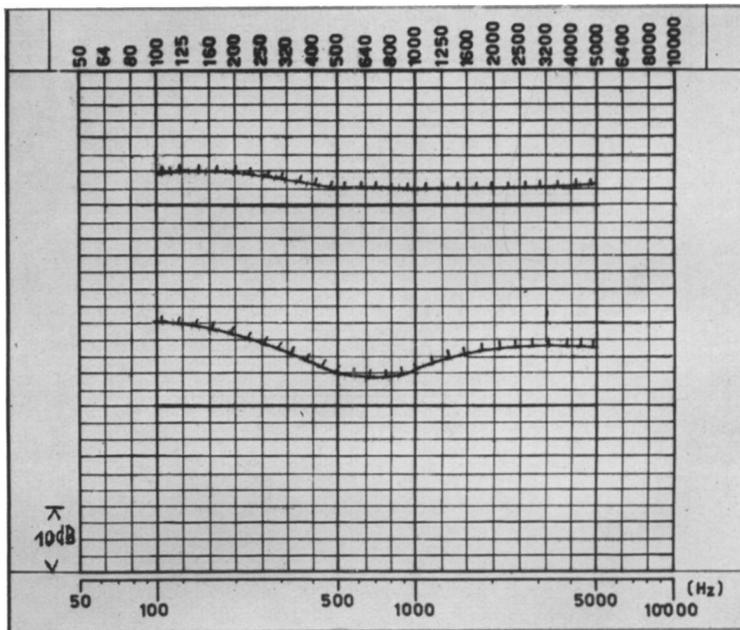


Fig. 5. Grafici che indicano la media aritmetica dei valori assoluti delle differenze tra gli spettri vocali in coppie di gemelli: in alto, grafico relativo a 20 coppie MZ; in basso, grafico relativo a 4 coppie DZ

Una particolare coincidenza dei valori, che praticamente induce ad una sovrapposizione di una curva sull'altra, è evidente in quella zona nella quale le successive determinazioni hanno dimostrato trovarsi dislocata la frequenza fondamentale della voce di ogni singolo soggetto.

E poichè è questa la zona nella quale, per ovvie ragioni, si trova concentrata la maggior potenza vocale, restano indirettamente ed ulteriormente avvalorati i fattori di analogia che l'analisi dei grafici permette di constatare.

Abbiamo inoltre predisposto un metodo sinteticamente descrittivo delle variazioni che si rilevano nel confronto fra i due componenti la coppia MZ, realizzando grafici (fig. 5) che esprimono gli scostamenti di una delle due curve rispetto all'altra

convenzionalmente rettificata. L'esame dei detti grafici conduce alle stesse conclusioni.

La constatazione di spiccate analogie metriche nell'analisi dello spettro vocale dei singoli soggetti costituenti le coppie MZ, non esauriva però lo scopo della nostra ricerca.

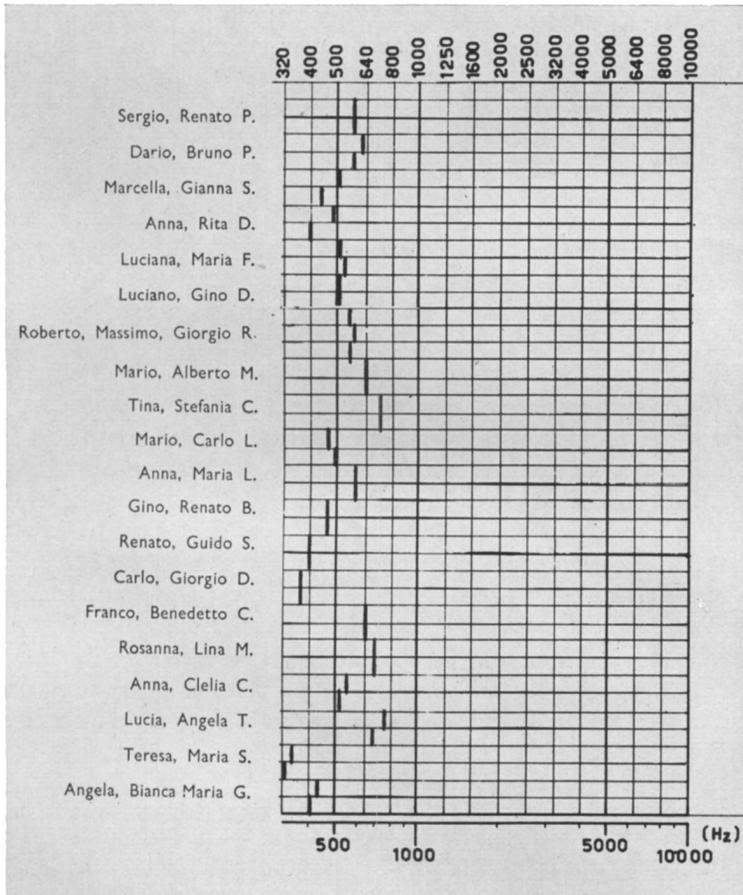


Fig. 6. Frequenze fondamentali della voce di 19 coppie e di una terna di gemelli MZ

Come già detto, perchè tali dati potessero assumere un loro reale significato, dovevano essere posti a confronto con dati rilevati con lo stesso procedimento in individui che costituissero una coppia però non MZ. Pertanto con lo stesso metodo sono state studiate 4 coppie di gemelli DZ.

Già il confronto dell'andamento delle curve di spettro vocale nei due soggetti

costituenti una singola coppia DZ, mostra che le analogie sono in questo secondo caso molto meno spiccate.

Procedendo anche per i gemelli DZ a confronto intrageminale con il sistema più su esposto (fig. 4), l'andamento dello spettro vocale nei due soggetti costituenti la coppia DZ mostra variazioni ben più significative dal punto di vista quantitativo e di quello della dislocazione delle variazioni, di quanto non sia nelle coppie MZ.

Infine si sono realizzati grafici riassuntivi dai quali è possibile dedurre per ogni singola frequenza le variazioni medie osservate per ciascuno dei due lotti di soggetti, dall'un lato le 20 coppie MZ, e dall'altro le 4 coppie DZ (fig. 5).

Ciò consente di documentare in modo riassuntivo quella differenza di comportamento che il riportare ciascun valore metrico analitico avrebbe più scarsamente dimostrato.

Circa la seconda ricerca, la determinazione della fondamentale a livello della laringe ha mostrato per la massima parte dei gemelli MZ, una dislocazione della fondamentale così strettamente vicina per i singoli componenti la coppia, da permettere di non ritenere significative le minime variazioni rilevate.

In quelle coppie nelle quali le fondamentali mostrano una variazione fra un cogenello e l'altro (fig. 6), tali variazioni sono minime.

Il che costituisce una condizione di strettissima analogia dei valori, dalla quale è possibile derivare la conclusione che la fondamentale laringea dei singoli costituenti ogni coppia MZ è praticamente uguale.

Tale analogia assume maggiore valore se confrontata con le variazioni della fondamentale laringea presenti invece nelle coppie di gemelli DZ. In tali coppie è costantemente presente una differenza, ed essa è di ordine maggiore, in linea generale, di quella che è presente in quelle poche coppie MZ nelle quali i valori non coincidono in modo assoluto. Tale comportamento, sulla base di quanto esposto nella introduzione alla nostra ricerca, permette di affermare che nelle coppie MZ vi è una stretta analogia funzionale del generatore laringeo, alla quale, salvo le verifiche di cui alla ricerca successiva, va ascritta la causale delle analogie di spettro vocale documentate dalla prima ricerca.

L'analisi delle registrazioni compiute coll'introduzione nelle coppie MZ di una variante critica costituita dall'assordamento, ha mostrato che lo spettro vocale non subiva, per l'introduzione di questo nuovo fattore, variazioni sensibili. In particolare le condizioni di analogia di spettro vocale fra i costituenti una coppia non subivano coll'introduzione dell'assordamento variazioni significative.

Analoghi i risultati ottenuti con la determinazione della fondamentale laringea dopo introduzione di assordamento. Le uniche variazioni osservate in tal caso consistevano in un leggero slittamento della fondamentale verso l'alto per entrambi i soggetti (in media 20 Hz).

Tali risultanze ulteriormente convalidano quanto già la 2<sup>a</sup> ricerca aveva dimostrato, e che cioè le analogie della voce nelle coppie di gemelli MZ più che da fattori di ordine mimetico o ambientale, traggano origine da una analogia funzionale laringea

direttamente dimostrata attraverso lo studio della fondamentale laringea. Inoltre l'introduzione dell'assordamento e con esso l'esclusione dell'autocontrollo acustico della voce, non avrebbe mancato d'interferire in qualche misura sulle analogie stesse se queste avessero avuto, invece che una base morfo-funzionale, una base psicologica nell'ambito dei fenomeni mimetici.

### Riassunto

Viene descritta una metodologia d'indagine analitica elettroacustica, condotta sulla voce parlata di gemelli MZ in età prepubere.

La ricerca aveva lo scopo sia di dimostrare eventuali analogie dello spettro vocale nei cogemelli, sia di chiarire in quale misura concorressero fattori di ordine genetico al determinismo di tali analogie. A tal fine si è sottoposto ad analisi elettroacustica materiale di registrazione ottenuto:

- a) in sede di libera conversazione,
- b) con l'applicazione di un laringofono a livello della laringe per il rilievo della frequenza fondamentale laringea,
- c) dopo aver introdotto nei cogemelli una variante critica consistente nell'applicazione agli orecchi di un tono assordante (rumore bianco).

Identiche indagini sono state eseguite su materiale di confronto costituito da coppie DZ e da coppie arbitrariamente costituite con individui di famiglie diverse, aventi però spiccate caratteristiche di analogia dal punto di vista dell'età e da quello morfo-ponderale.

I risultati possono brevemente riassumersi nei seguenti punti:

1. I grafici raffiguranti l'andamento dello spettro acustico della voce alle varie frequenze per ogni singola coppia di gemelli MZ, mostrano una spiccata concordanza sia nell'andamento generale della curva vocale che nei valori che ogni singolo punto della curva assume. Tale concordanza è particolarmente evidente nella zona in cui trovasi dislocata la frequenza fondamentale della voce.

2. La dislocazione della frequenza fondamentale laringea nella massima parte delle coppie di gemelli MZ si è mostrata strettamente vicina, in molti casi addirittura coincidente.

3. L'assordamento non ha modificato in modo significativo nè le condizioni di analogia di spettro vocale nè la dislocazione della frequenza fondamentale.

4. Nel materiale di confronto costituito dalle coppie DZ e da coppie artificialmente costituite con individui con patrimonio genetico diverso, ma presentanti analogie per età e per caratteristiche morfo-ponderali, si è dimostrata una differenza spiccata sia per quanto riguarda l'andamento della curva dello spettro acustico vocale, sia per quel che riguarda la dislocazione della frequenza fondamentale laringea.

Da quanto su esposto si può concludere che esiste un'analogia della voce parlata nelle coppie MZ in età prepubere che hanno formato oggetto della presente ricerca, e che tale analogia va ascritta per la massima parte a caratteri morfo-funzionali di analogia del generatore laringeo, condizionati da fattori genotipici.

Bibliografia

- BENASSI G.: Metodo di rilievo della frequenza fondamentale della voce parlata (Boll. dell'Ist. Superiore delle Telecom., n. 5, 1958).
- FERRERI G., FIORI RATTI I.: Studio elettroacustico della voce senile. Atti del VII Congresso della Società Italiana di Gerontologia, Geriatria. Dic. 1958.
- GEDDA L., BIANCHI A., BIANCHI NERONI L.: La voce dei gemelli. Acta Geneticae Medicae et Gemellologiae, V. IV, 2, 1955.
- LUCHSINGER R.: Die Sprache und Stimme von ein und zweieiigen Zwillingen in Beziehung zur Motorik und zum Erbcharakter. Arch. J. Klauss-Stiftung 15, 3-4, 1940.
- Erbbiologische Untersuchungen an ein- und zweieiigen Zwillingen in Beziehung zur Grosse und Form des Kehlkopfes. Arch. J. Klauss-Stiftung, 24, 1949.
- SCHILLING R.: Ueber die Stimme erbgleicher Zwillinge. Folia Phoniatica V. 2 Fasc. 2, V. 2 Fasc. 3, 1949.

RÉSUMÉ

Une méthodologie d'enquête analytique électroacoustique est décrite, portant sur la voix parlée des jumeaux MZ. d'âge prépubère. Ce travail a pour but de démontrer d'éventuelles analogies du spectre vocal des co-jumeaux ainsi que de démêler dans quelle mesure concourent les facteurs appartenants au génotype par rapport au déterminisme de telles analogies. A de telles fins on a soumis à des analyses électroacoustiques le matériel d'enregistrement ainsi obtenu:

- a) au cours d'une conversation libre;
- b) par l'application d'un laryngophone au niveau du larynx, pour le relevé de la fréquence fondamentale laryngée;
- c) après avoir introduit chez les co-jumeaux une variante critique consistant en l'application aux oreilles d'un ton assourdissant (bruit blanc);

D'identiques enquêtes ont été exécutées sur du matériel de comparaison constitué par des couples DZ. et des couples arbitrairement constitués d'individus de familles différentes, ayant cependant des caractéristiques d'analogie marquantes du point de vue de l'âge et du point de vue morpho-pondéral.

Les résultats peuvent être résumés partant des points suivants:

- 1) les graphiques représentant l'allure du spectre acoustique de la voix aux différentes fréquences, pour chaque couple de jumeaux MZ. en particulier, montrent une concor-

- dance frappante de l'évolution générale de la courbe vocale ainsi que des valeurs assumées par chaque point de la courbe. Une telle concordance est plus particulièrement évidente dans la zone où se trouve disloquée la fréquence fondamentale de la voix;
- 2) la dislocation de la fréquence fondamentale laryngée, dans la majorité des couples des jumeaux MZ., s'est démontrée étroitement proche, dans de nombreux cas parfaitement coïncidente;
  - 3) l'assourdissement n'a pas modifié de façon significative les conditions d'analogie du spectre vocal ni la dislocation de la fréquence fondamentale;
  - 4) dans le matériel de confrontation constitué par les couples DZ. et les couples arbitrairement constitués d'individus ayant un patrimoine génétique différent, mais présentant des analogies d'âge et de caractéristiques morpho-pondérales, une nette différence est apparue par rapport à l'allure de la courbe du spectre acoustique vocal, ainsi que pour la dislocation de la fréquence fondamentale laryngée.

On peut donc conclure de ce que nous venons d'exposer qu'il existe une analogie dans la voix parlée chez les couples MZ. d'âge prépubère ayant fait l'objet de la présente étude et qu'une telle analogie s'inclue, pour la plus grande part, aux facteurs morpho-fonctionnels d'analogie du générateur laryngé, s'insérant dans le cadre de la recherche génétique.

### SUMMARY

The Authors describe the methodology of an analytic electroacoustical study of the spoken voice of MZ twins of prepuberal age.

The study was intended to reveal any possible analogies of the vocal spectrum and to ascertain the extent of the genetic conditioning of such analogies. For this purpose the Authors analyzed electroacoustically a recorded material obtained as follows:

- a) during free conversation,
- b) by applying a laryngophone to the larynx in order to identify the fundamental laryngeal frequency,
- c) after introducing in both cotwins a critical variant by application to the ears of a deafening tone.

Identical studies were carried out on a control material including DZ pairs and pairs of random-coupled non-related individuals very similar as to age and build.

The results can be summed up as follows:

1. The curves representing the vocal spectrum at the various frequency for each MZ pair reveal a marked similarity both in the general trend of the vocal curve and in the values at each point of the curve. The similarity is specially marked in the vicinity of the voice's fundamental frequency.
  2. The location of the fundamental laryngeal frequency in the majority of MZ pairs has been found to be very close, and in many cases even coincidental.
  3. Neither the analogies in the vocal spectrum nor the location of the fundamental frequency have been significantly modified by deafening.
  4. The control material (including DZ pairs and random-coupled pairs of individuals having different heredity but similar as to age and build) has revealed marked dissimilarities both in the curves of the vocal spectrum and in the location of the fundamental laryngeal frequency.
- On the basis of these results the Authors conclude that there is a similarity in the spoken voice of MZ pairs of prepuberal age they have examined, and this similarity is to be largely ascribed to morphological and functional factors of similarity of a genetic nature in the laryngeal generator.

## ZUSAMMENFASSUNG

Es wird eine elektroakustische analytische Untersuchungsmethodik beschrieben, die für die Sprechstimme von EZ im Präpubertätsalter angewandt wurde.

Zweck der Untersuchung war erstens, die eventuellen Ähnlichkeiten im Vokalspektrum der Zwillingspartner festzustellen, zweitens ausfindig zu machen, inwieweit genetische Faktoren zur Bildung dieser Ähnlichkeiten beitragen. Dazu wurde eine elektroakustische Analyse angestellt über das bei der Registrierung aufgenommene Material, das auf folgende Weise gewonnen wurde:

- a) während einer freien Unterhaltung,
- b) unter Anbringung eines Laryngophons in Höhe des Kehlkopfes, um die Kehlkopf-Grundfrequenz festzustellen,
- c) nach Einführung einer kritischen Variante bei den Zwillingspartnern, d.h. eines das Gehör ausschaltenden Tones an den Ohren (weisses Geräusch).

Identische Forschungen wurden mit einem Kontrollmaterial ausgeführt, das aus ZZ-Paaren und aus ganz willkürlich zusammengestellten Paaren bestand, wobei für letztere Kinder verschiedener Familien ausgewählt wurden, die jedoch in Bezug auf Alter, Gewicht und Morphologie äusserst ähnlich waren.

Die Ergebnisse lassen sich kurz in den folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Die Kurven für den Verlauf des akustischen Spektrums der Stimme bei den verschiedenen Frequenzen zeigen bei jedem einzelnen EZ-Paar eine klare Konkordanz, sowohl im allgemeinen Verlauf der Vokalkurve, als auch in jedem einzelnen Punkt der Kurve selbst. Diese Konkordanz wird besonders deutlich in der Zone, in der die Grundfrequenz der Stimme verlagert ist.
  2. Die Verlagerung der Kehlkopf-Grundfrequenz befand sich bei den meisten EZ-Paaren in nächster Nähe; in vielen Fällen fiel sie sogar zusammen.
  3. Die Ausschaltung des Gehörs veränderte weder die Ähnlichkeitsverhältnisse des Vokalspektrums noch die Grundfrequenz wesentlich.
  4. Bei dem Kontrollmaterial, das aus ZZ-Paaren bestand und aus künstlich zusammengestellten Paaren, die zwar verschiedenes Erbgut hatten, aber in Bezug auf Alter, Gewicht und Morphologie Ähnlichkeiten aufwiesen, zeigte sich eine deutliche Differenz sowohl im Verlauf der Kurve des akustischen Vokalspektrums, als auch in Bezug auf die Verlagerung der Kehlkopf-Grundfrequenz.
- Aus Vorangegangenem lässt sich schliessen, dass in den in der vorstehenden Untersuchung beobachteten EZ-Paaren im Präpubertätsalter eine Ähnlichkeit der Sprechstimme besteht, die grösstenteils den ins Erbbereich einzufügenden morphologisch-funktionellen Ähnlichkeiten des Kehlkopfgenerators zuzuschreiben ist.