

Test delle matrici

DANIELA SOI,² UMBERTO AMBROSETTI^{1, 2}

RIASSUNTO: **Test delle matrici.**

DANIELA SOI, UMBERTO AMBROSETTI

Il Matrix Sentence Test (MST) è un test di audiometria vocale adattiva che consente la misurazione della soglia di percezione in presenza di un rumore di competizione Speech Reception Threshold (SRT). Rispetto alle audiometrie vocali con stimoli costanti il MST presenta una limitata variabilità, una elevata ripetibilità ed una piccola deviazione standard, che lo rende un valido strumento nell'evidenziare le difficoltà percettivo-uditive del soggetto sordo in ambiente rumoroso. Il materiale vocale è rappresentato da frasi composte da parole derivanti da una matrice di 50 parole classificate fra nomi, verbi, quantità, oggetti e aggettivi. Le frasi mostrano la stessa distribuzione fonemica della lingua italiana parlata, hanno tutte la stessa struttura grammaticale, sono sintatticamente corrette ma semanticamente imprevedibili. L'intensità dello stimolo vocale proposto varia in modo adattivo in base alle risposte date dal soggetto in esame: se le risposte del soggetto sono corrette l'intensità del segnale vocale tende a diminuire, se le risposte non sono corrette l'intensità dello stimolo tende ad aumentare fino ad arrivare a quel Rapporto Segnale/Rumore (SNR) in grado di evocare il 50% di intelligibilità. Il MST è utile sia in fase diagnostica che in fase riabilitativa in quanto facilita il monitoraggio dei progressi percettivo-uditivi dei soggetti portatori di apparecchi acustici ed impianto cocleare.

SUMMARY: **Matrix tests.**

DANIELA SOI, UMBERTO AMBROSETTI

Matrix sentence test (MST) is a speech audiometry adaptive test that allows to measure the Speech Reception Threshold when a masking noise is present. MST is a valid tool able to highlight auditory-perceptive difficulties in deaf patient within a noisy environment because it shows a limited variability, a high reproducibility and a small standard deviation compared to constant stimuli speech audiometry. The vocal items are sentences composed by words chosen from a matrix of 50 words classified in nouns, verbs, quantity, objects and adjectives. Sentences show the same phonemic distribution of Italian spoken language, all showing the same grammatical structure; they are syntactically correct but are semantically unpredictable. The intensity of the proposed vocal stimulus changes in an adaptive way according to the subject's responses: if the subject's responses are correct the vocal signal intensity decreases, while if they are not, the stimulus intensity tends to increase until it reaches Signal/noise Ratio able to recall the 50% of intelligibility. MST is useful for the diagnostic and the rehabilitation phase since it helps monitoring auditory perceptive improvements in patients with hearing aids and cochlear implants.

KEY WORDS: Matrix Sentence Test - Speech Reception Threshold - Rapporto Segnale/Rumore.
Matrix Sentence Test - Speech Reception Threshold -Signal/Noise Ratio.

Introduzione

Gli Apparecchi Acustici (AA) ed in particolare gli Impianti Cocleari (IC) restituiscono al soggetto sordo la capacità di superare gli ostacoli percettivo-uditivi garantendo un normale sviluppo di tutte le abilità comunicative. Ciò nonostante la difficoltà di comunicare in contesti rumorosi non è stata ancora risolta e spesso può essere maggiore di quello che ci si aspetterebbe sulla base degli esami audiometrici standard (1). Infatti, l'audiometria tonale e l'audiometria vocale effettuata nel silenzio, non sono in grado di evidenziare la reale difficoltà di discriminazione del messaggio verbale del soggetto ipoacusico in contesti rumorosi quali la scuola e l'ambiente di lavoro. Per questo motivo le prove vocali con com-

petizione sono le più indicate non solo in ambito diagnostico ma anche riabilitativo, al fine di far risaltare e quantizzare questa disabilità. Numerosi test di audiometria vocale sono stati sviluppati in molti paesi ed in differenti lingue (2-8) differendo sulla base del materiale vocale utilizzato (parole bisillabiche e monosillabiche, logotomi, frasi). In Italia il materiale vocale maggiormente utilizzato è rappresentato dalle parole bisillabiche a senso compiuto di Bocca e Pellegrini (1950) (3) o di Turrini et al. (1993) (4) distribuite in liste composte da 10-20 parole ognuna presentata al paziente ad una determinata intensità, in cuffia o in campo libero (8). Il paziente deve ripetere le parole o le frasi, mentre le risposte, corrette dall'esaminatore, sono espresse in percentuale di risposte corrette. I risultati ottenuti permettono di definire una curva dall'andamento sigmoidale all'interno della quale si ricavano la *soglia d'intellezione* (intensità minima corrispondente al 100%); la *soglia di percezione* (intensità corrispondente al 50%) e la *soglia di detezione* (intensità massima corrispondente allo 0%). Queste audiometrie, cosiddette a stimoli costanti, presentano un'eccessiva variabilità ed un'accuratezza

¹ Dipartimento di Scienze Cliniche e di Comunità, Università degli Studi di Milano, Italia

² UOD di Audiologia, Fondazione IRCCS Ca' Granda-Ospedale Maggiore Policlinico di Milano, Italia

Autore per la corrispondenza: Daniela Soi, e-mail: danisoi@yahoo.it

limitata legata al numero ridotto di items pertanto richiedono che ogni stimolo venga presentato svariate volte per ogni livello di intensità, al fine di ridurre la variabilità e la deviazione standard. Per superare questi limiti un'alternativa è l'utilizzo di test vocali adattivi in cui lo stimolo (rappresentato da frasi o da parole bisillabiche) varia di intensità in funzione delle risposte fornite dal soggetto: tende ad aumentare di intensità se le risposte sono sbagliate, mentre diminuisce se le risposte sono corrette fino ad un'intensità a cui corrisponde la soglia di percezione, cioè il 50% di risposte corrette. Il materiale vocale utilizzato è lo stesso utilizzato nelle audiometrie a stimoli costanti: frasi o parole bisillabiche. Su un grafico vengono rappresentate le risposte fornite sotto forma di picchi e valli corrispondenti alle variazioni di intensità. La soglia di percezione è calcolata come la media dei punti mediani fra ogni picco e valle. La variazione di intensità dello stimolo è pari a 2 dB (9). Le audiometrie con stimoli adattivi data la loro minore variabilità e la maggiore accuratezza rappresentano un valido aiuto per la valutazione della disabilità del paziente sordo in presenza di rumore.

Matrix Sentence Test o Test delle Matrici

Il *Matrix Sentence Test* (MST) è un test di audiometria vocale adattiva con rumore di competizione. Misura la *Speech Reception Threshold* (SRT) o Soglia di Percezione quindi il *Signal to Noise Ratio* (SNR) in grado di evocare il 50% dell'intelligibilità. Nasce dall'esigenza di disporre di un test audiometrico vocale che consenta d'identificare velocemente le difficoltà del paziente ipoacusico nel rumore, di convergere velocemente su un target (SRT 50%), che presenti una ripetibilità elevata, un veloce flusso di integrazione ma che sia poco influenzato dalla *short memory* e dal *training effect*. Il MST è standardizzato in 22 paesi europei per cui è disponibile in molte lingue. Il software di riferimento è l'*Oldenburg Measurement Applications* (OMA), sviluppato dal Dipartimento di Fisica Medica e Acustica dell'Università di Oldenburg (Germania) (7). La standardizzazione in lingua Italiana è stata effettuata da Puglisi G.E. del Dipartimento Energia del Politecnico di Torino su un campione di 55 soggetti di lingua madre italiana (9, 10). Il materiale vocale del MST è rap-

presentato da una matrice di 50 parole foneticamente bilanciate da cui derivano 100.000 possibili frasi caratterizzate da una ripetibilità illimitata e relative alla vita di tutti i giorni. Queste frasi presentano una struttura grammaticale identica, sono sintatticamente corrette e semanticamente imprevedibili. Ogni frase è costituita da cinque parole che presentano la stessa distribuzione fonemica del linguaggio italiano parlato (nome, verbo, quantità, oggetto e aggettivo. Es.: "Sofia prende due tavole azzurre") (Tabella 1). Questo materiale vocale è presentato contemporaneamente ad un rumore di competizione, ottenuto dalla sovrapposizione casuale da parte del sistema di 100 delle frasi normalmente utilizzate durante il test, la cui intensità di default è pari a 65 dB HL. Accanto a questa versione "estesa" del MST esiste una "versione semplificata" costituita da una sottomatrice di 21 delle 50 parole normalmente utilizzate. Le frasi in questo caso sono costituite solo da tre parole. La versione semplificata si utilizza preferibilmente in ambito pediatrico. Il MST può essere effettuato in campo libero o in cuffia; in modalità "Open set" o "Closet set". Nella modalità "Closet set" il soggetto è invitato a digitare su un tablet le parole che crede di aver sentito. Questa modalità è utile quando si ha a che fare con soggetti stranieri che non conoscono l'italiano mostra valori di normalità tendenzialmente migliori ad indicare che il supporto della vista facilita la discriminazione vocale. La modalità che utilizziamo più frequentemente presso l'U.O.D. di Audiologia della Fondazione I.R.C.C.S. Ca' Granda Ospedale Policlinico di Milano è quella "Open set" in campo libero. Il soggetto in esame è posto ad un metro da una cassa acustica frontale (da cui provengono contemporaneamente sia il materiale vocale che il rumore) viene invitato a ripetere le parole/frasi che crede di aver sentito. Il test prevede la presentazione di una lista di venti (modalità pediatrica) o trenta frasi nell'adulto, dura all'incirca una decina di minuti, allungandosi nell'età pediatrica e nell'età avanzata. Ogni test è preceduto dalla presentazione di una lista di training. Il risultato mostra graficamente i due parametri principali di riferimento:

- 1) *SRT50: Speech Reception Threshold*, soglia di percezione o (50% dell'intelligibilità) i cui valori di normalità sono:
 - Open set: $v_n = 6.7 \pm 0.7$ dB SNR
 - Closet set: $v_n = 7.3 \pm 0.8$ dB SNR (Figura 1)

Tabella 1 - Matrice di parole.

Nome	Verbo	Quantità	Oggetto	Aggettivo
Sofia	compra	due	scatole	azzurre
Marco	vuole	poche	matite	piccole
Anna	prende	quattro	tazze	normali
Sara	dipinge	cinque	pietre	nuove
Chiara	vede	molte	tavole	belle
Maria	cerca	sette	palle	bianche
Luca	trascina	otto	macchine	bianche
Andrea	regala	nove	sedie	utili
Matteo	possiede	dieci	bottiglie	nere
Simone	manda	venti	porte	rosse

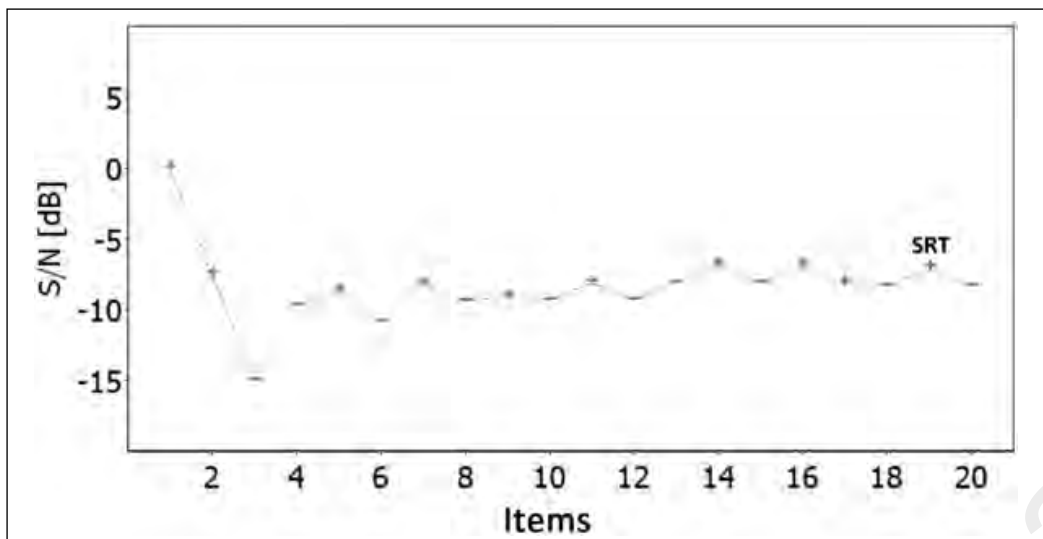


Figura 1 - Speech Reception Threshold.

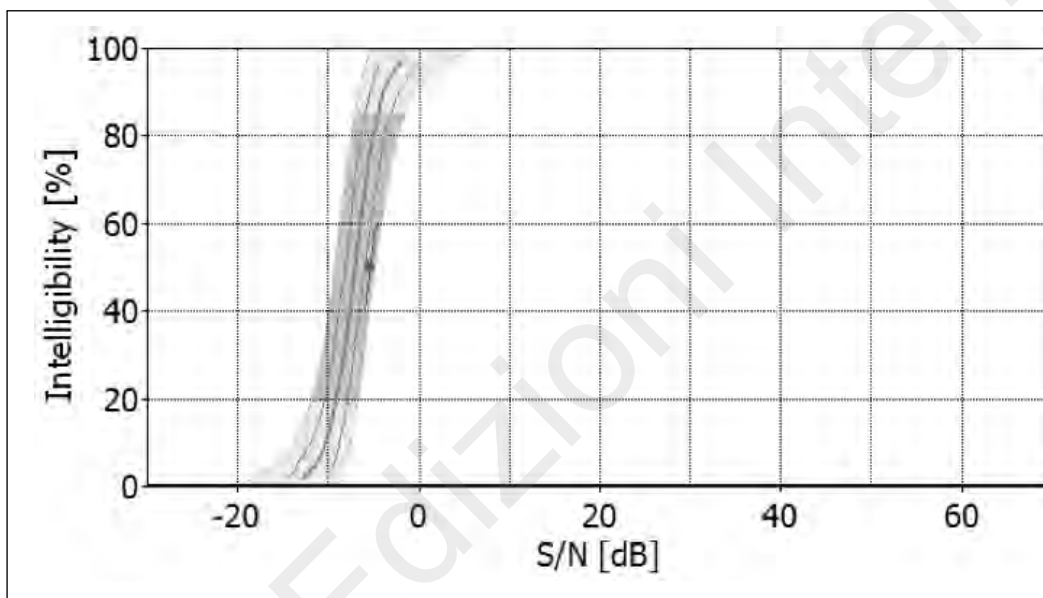


Figura 2 - Slope.

2) *Slope* (S_{50}): "Slope₅₀" rappresenta la pendenza della curva ed indica l'accuratezza del test (Figura 2); $v_n = 14.3 \pm 1.2\%/dB$.

Questo valore viene calcolato automaticamente dall'apparecchiatura al termine dell'esame.

Nel MST a differenza delle altre audiometrie vocali non si ragiona più in termini di percentuale di intelligibilità, ma in termini di "dB" con valori *positivi* o *negativi*. Più il valore è negativo, migliore è la discriminazione del parlato nel rumore.

Indicazioni

In ambito diagnostico: ha il vantaggio di poter essere utilizzato in tutte le fasce di età (bambini, giovani adulti e anziani) nella fase diagnostica pre-applicazione di AA e IC, di poter essere utilizzato in differenti lingue e quindi con la versione closet test anche con soggetti stranieri che non conoscono l'italiano.

In ambito riabilitativo: nella fase successiva all'IC o all'applicazione degli AA. In questa fase consente di monitorare i progressi riabilitativi e di individuare e inquadrare la disabilità uditiva del soggetto sordo in condizioni di rumore che spesso sfugge con le comuni audiometrie vocali.

Dichiarazione del conflitto di interesse

Tutti gli Autori negano qualsiasi conflitto di interessi. Non vi è nessun interesse finanziario per il supporto in questo lavoro.

Bibliografia

1. Smoorenburg GF. Speech reception in quiet and in noisy conditions by individuals with noise-induced hearing loss in relation to their tone audiogram. *J Acoust Soc Am.* 1992;91:421-437.

2. Plomp R, Mimpen AM. Improving the reliability of testing the speech reception threshold for sentences. *Audiology*. 1979;18:43-52.
3. Bocca E, Pellegrini A. Statistical study of the phonetic composition of the Italian language and its practical application to audiometry of words. *Arch Ital Otol Rinol Laringol*. 1950 Sep;61(Suppl.5):116-141.
4. Turrini M, Cutugno F, Maturi P, Prosser S, Leoni FA, Arslan E. Bisyllabic words for speech audiometry: a new Italian material. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 1993 Jan-Feb;13(1):63-77.
5. Hagerman B. Sentences for testing speech intelligibility in noise. *Scand Audiol*. 1982;11:79-87.
6. Kollmeier B, Wesselkamp M. Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment. *J Acoust Soc Am*. 1997;102:2412-2421.
7. Wagener K, Brand T, Kollmeier B. Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache. Design, Optimierung, Evaluation des Oldenburger Satztests (teil 1-3). *Z Audiol*. 1999;38:4-15;44-56;86-95.
8. Hochmuth S, Brand T, Zokoll MA, Castro FZ, Wardenga N, Kollmeier B. A Spanish Matrix Sentence Test for assessing speech reception thresholds in noise. *Int J Audiol*. 2012;51:536-544.
9. Puglisi GE, Warzybok A, Hochmuth S, Visentin C, Astol A, Prodi N, Kollmeier B. An Italian Matrix Sentence Test for the evaluation of speech intelligibility in noise. *International Journal of Audiology*. 2015;54:44-50.
10. Prosser S, Martini A. *Argomenti di Audiologia*. Omega Edizioni. Torino, 2007.