

Titolo del test: TMT: Trail Making Test  
Autori del test: psicologi esercito U.S.A. (cfr.Reitan, 1955)  
Edizione: Neuropsychology Press

- Ambito di utilizzo
  - Esame neuropsicologico
  - Ricerca
- Modello teorico di riferimento

#### TRAIL MAKING TEST (TMT)

Il Trail Making Test (TMT) è comparso per la prima volta nel 1938 come “Partington’s Pothways” o “Divided Attention Test” e faceva parte dell’ ”Army Individual Test Battery” (1944). In un secondo momento il test fu inserito nell’ ”Halstead Battery” di Reitan. Essendo stato sviluppato dagli psicologi dell’esercito USA è di dominio pubblico e può essere riprodotto senza permesso. Il test può essere acquistato dal “Reitan Neuropsychology Laboratory, 2220 South 4th Ave., South Tucson, AZ 85713-4819. I manuale e 100 copie della parte A e della parte B per adulti costano \$40 US; la versione per bambini costa sempre \$40 US. La versione orale del Trail Making Test non richiede materiale particolare (Spreen & Strauss, 1991).

Il TMT richiede di unire in ordine crescente con una linea venticinque numeri cerchiati disposti casualmente su di un foglio (parte a) e di ordinare venticinque numeri e venticinque lettere cerchiati in ordine crescente e alternato (parte b). Questo test, originariamente parte della Army Individual Test Battery (1944) ha goduto di ampio uso, in quanto è un test facilmente somministrabile per misurare il tracking visuo-motorio e visuo-concettuale.

Il TMT è uno dei test neuropsicologici più frequentemente usati per la sua semplicità di somministrazione e sensibilità nel rilievo del danno cerebrale. Può essere somministrato a soggetti con deficit attentivi dai 15 anni fino ad oltre i 70, con il presupposto che conoscano l’ordine numerico ed alfabetico. Esiste anche una versione orale del TMT sviluppata appositamente per essere usata con pazienti che presentano deficit visivi o motori (Abraham et al., 1996).

La parte B in particolar modo indaga la capacità di spostarsi tra set di stimoli diversi (in questo caso lettere e numeri) e le funzioni esecutive. Questo è un test che richiede scansione visiva complessa con una componente motoria (Shum et al. 1990), e con una forte influenza della velocità e agilità motoria sulla prestazione (Schear e Sato 1989). Come la maggior parte dei test che comportano velocità motoria e funzioni attentive, il Trail Making Test è molto sensibile agli effetti del danno cerebrale (Armitage, 1946; Reitan, 1958; Spreen e Benton, 1965). Il TMT è

conosciuto come strumento di misurazione sensibile alle funzioni esecutive ed è comunemente utilizzato per la documentazione di disfunzioni cerebrali nei traumatizzati cranici, nelle differenti diagnosi di demenza e nell'individuare deficit attentivi e di concentrazione in adulti e bambini.

- Costrutto misurato

Il TMT misura vari aspetti dell'attenzione, il tracking visuo-motorio e visuo-concettuale.

- Kit del test

- Manuale
- Protocollo delle prove

- Somministrazione

- Qualifica del somministratore del test
  - Operatore qualificato non psicologo
- Qualifica del valutatore del test
  - Operatore qualificato non psicologo
- Destinatari - Fasce d'età:
  - Adulti
  - Bambini
- Livello culturale:
  - cultura inferiore
- Tempi di somministrazione:
  - dai cinque ai dieci minuti per prova
- Tempi di correzione:
  - meno di cinque minuti
- Modalità di somministrazione:
  - individuale
- Modalità di presentazione degli stimoli:
  - computerizzata
  - carta-matita
- Materiale di stimolo e risposta:
  - Scheda di Registrazione
  - Protocollo delle prove (vedi allegati)
- Modalità di correzione:
  - manuale (vedi allegati)
- Modalità di risposta:
  - Il TMT comprende due parti.

- Nella prima (**parte A**) gli stimoli sono una serie di numeri da 1 a 25 cerchiati e stampati in ordine sparso su un foglio formato A4 che il soggetto deve collegare con una linea in modo crescente, il più velocemente possibile, senza commettere errori ed evitando di alzare la penna dal foglio; il numero 1 corrisponde all ' inizio della prova, il 25 alla fine.
- Nella seconda (**parte B**) gli stimoli sono formati sia da numeri che da lettere; il numero 1 corrisponde all'inizio e il 13 alla fine della prova, le lettere vanno dalla A alla N. Anche in questo caso il soggetto deve collegare in modo crescente i numeri alternandoli però con le lettere.

Ciascuna delle due parti (A e B) è preceduta da una prova di comprensione che servirà al soggetto per chiarire eventuali dubbi sul compito da svolgere.

- Forme:

- Parallele
- Eventuali connessioni

Il test ha due versioni: una per adulti e l'altra per bambini.

La versione per bambini è usata con soggetti dai 9 ai 14 anni. In questa versione vengono usati quindici stimoli al posto di venticinque.

Si conoscono diverse versioni alternative del test:

- **Franzen (1992)** costruì una versione alternativa della parte a e di quella b invertendo semplicemente l'ordine delle sequenze usate qualora fosse necessario ripetere il test.
- **Lewis e Renick (1979)** presentarono quattro versioni alternative.
- **Ricker e Axelord (1994, Abraham et al., 1996; Ricker et al., 1996)** consigliarono l'aggiunta di una versione orale del TMT nella quale ai soggetti viene chiesto solamente di contare da 1 a 25 (parte a), e alternare i numeri alle lettere fino al 13 (parte b). Venne riscontrata una versione confrontabile tra la versione scritta e quella orale e così proposero di usarla in alternativa con soggetti con deficit agli arti superiori.

- Caratteristiche psicometriche

- Attendibilità:

Il metodo per l'attribuzione del punteggio introdotto da Reitan (dove si prende nota del tempo impiegato dai soggetti per completare le singole prove "parte A e B" ed il numero di errori commessi) è quello più usato oggi. In ogni caso, l'uso di un sistema semplificato per l'attribuzione del punteggio può essere meno affidabile, dato che il tempo considerato include il tempo di reazione dell'esaminatore (nel notare gli errori), la velocità nell'indicarli, e la velocità con cui il paziente capisce e compie la correzione. Questo metodo penalizza, in modo indiretto, gli errori, ma non verifica le differenze nei tempi di risposta e negli stili di correzione, che possono plausibilmente provocare errori sistematici nel tempo ottenuto da esaminatori diversi (si veda Snow, 1987b). In genere, i coefficienti di affidabilità variano considerevolmente, con la maggior parte di essi sopra 0,60, ma parecchi intorno a 0,90 e la maggior parte intorno a 0,80 (Spreen e Strass, 1991). Un coefficiente di bassa affidabilità ( $r = 0,36$ ) viene dai pazienti schizofrenici nella parte A; un coefficiente molto alto ( $r = 0,94$ ), anche nella parte A, è stato ottenuto da un gruppo di pazienti neuropsichiatrici con disturbi vascolari (Goldstein e Watson 1989).

L'affidabilità della differenza dei punteggi B - A ( $r = 0,71$ ) va un po' al di sotto del valore medio della gamma dei coefficienti di affidabilità per le due parti del test (Snow et al., 1988). Mentre l'affidabilità della parte A, misurata con il coefficiente di concordanza, rimaneva alta nelle tre somministrazioni dei 19 soggetti di controllo normali esaminati con intervalli di 6 e 12 mesi ( $W = 0,78$ ), era in qualche modo più bassa ( $W = 0,67$ ) nella forma B (Lezak 1982d). Tuttavia in questo stesso studio un effetto cumulativo della pratica di 5,63 secondi nella parte A era statisticamente significativo nella terza somministrazione ( $p < .0001$ ), anche se i punteggi medi dei tempi della parte B non diminuivano in modo significativo. Tipicamente nel retest vengono registrati miglioramenti per entrambe le parti del TMT, tuttavia è probabile che solo il miglioramento nella parte A raggiunga la significatività statistica perché la varianza di gruppo per il TMT-B tende a essere molto ampia (si veda, ad esempio, Bornstein et al., 1987; Leininger et al., 1990). Comunque con tre esami successivi condotti a intervalli

che andavano da una settimana a tre mesi, il TMT-B ha mostrato significativi effetti della pratica, anche se i guadagni avuti nella terza somministrazione sono stati perduti tre mesi dopo con la quarta prova (McCaffrey et al., 1993).

Interpretazioni delle prestazioni nel TMT si sono basate sull'assunzione che la disposizione circolare dei simboli nelle due versioni del test richiami modelli di risposta di difficoltà equivalente. Al contrario Fossum et al. (1989, 1992) hanno mostrato che le disposizioni spaziali della parte B sono più difficili; i tempi di risposta diventano più lenti nella parte B anche se i simboli sono gli stessi della parte A.

Questo studio ha anche dimostrato che il sistema simbolico duale (lettere e numeri) della parte B contribuisce enormemente sugli indici di risposta più lenti della parte B.

- Validità predittiva:

Un'analisi di più di 300 casi, che includono molti e differenti tipi e aree di danno cerebrale, "non riuscirono a sostenere l'idea che il rapporto tra la parte A e la parte B è un indicatore utile della lateralità della lesione" (Wedding, 1979).

Questo studio ha ricevuto conferma da un recente studio su pazienti colpiti da **ictus** (Home e Reitan, 1990). Sia la parte A che B sono molto sensibili al progressivo declino cognitivo dei **pazienti con demenza** (Greenleaf et al., 1985), così che Storandt e colleghi (1984) hanno scoperto che la parte A da sola contribuisce, in modo significativo, alla differenziazione dei pazienti dementi dai soggetti di controllo e che attesta il progressivo deterioramento, anche nei primi stadi della malattia (1985; Botwinick et al., 1988). Entrambe le parti del test sono altamente correlate (per la parte A  $r = 0,72$ , per la parte B  $r = 0,80$ ) con l'atrofia del nucleo caudato in pazienti con la **malattia di Huntington** (Starkstein et al., 1988).

Le prestazioni al TMT in pazienti con **trauma cranico** lieve sono più lente di quelle dei soggetti di controllo, e la lentezza aumenta con la gravità del danno (Leininger et al., 1990). Comunque, la grande varianza nel TMT-B non permette, ad evidenti differenze dei gruppi, di raggiungere la significatività statistica (ad esempio, 16 o più secondi nel TMT-B tra i pazienti con trauma lieve e più grave nello studio di Leininger et al. (1990); la stessa differenza tra pazienti con trauma lieve e soggetti di controllo nello studio di Stuss et al., 1989).

Misure elettrofisiologiche che sembrano essere indice del funzionamento fronto-talamico - i primi stadi della Contingent Negative Variation - correlano in maniera significativa sia con TMT-A e TMT-B, portando sostegno alle ipotesi di un collegamento del TMT con l'attivazione frontale (Segalowitz et al., 1992). Sia TMT-A che TMT-B contribuiscono, in modo significativo, alla previsione degli esiti comportamentali, intesi come grado d'indipendenza nelle situazioni quotidiane, di un gruppo di pazienti con trauma cranico moderato e grave (Acker e Davis, 1989). Anche il tipo di errori può fornire informazioni utili. Tra i pazienti con trauma cranico possono verificarsi sia gli errori di impulsività (ad esempio, il più tipico è il salto da 12 a 13 nel TMT-B, omettendo la lettera "L", in una prestazione altrimenti corretta) sia gli errori perseverativi (quando, ad esempio, il paziente ha difficoltà a spostarsi dai numeri alle lettere) (Lezak, 1989b). McCaffrey et al. (1989) trovarono questi due tipi di errore in tossicodipendenti che assumevano diverse droghe sette giorni dopo la disintossicazione, ma pochi di questi pazienti continuarono a commettere questi errori dopo un altro periodo di 7/10 giorni di astinenza.

I pazienti con **disturbi emotivi**, come indicato dal Minnesota Multiphasic Personality Inventory (MMPI), tendono ad avere una prestazione peggiore delle persone emozionalmente stabili (Gass e Daniel, 1990). Nessuna differenza nei punteggi del TMT è evidente tra **schizofrenici e depressi**, anche se le prestazioni dei pazienti, con o senza danni cerebrali (Crockett et al., 1988), o tra pazienti neurologicamente deficitari e pazienti psichiatrici (Norton, 1978) sono chiaramente distinte. Nel TMT-B la depressione ha l'effetto di rallentare la prestazione che interagisce con il rallentamento tipico dell'invecchiamento, tanto che i pazienti anziani depressi richiedono un maggiore lasso di tempo per completare il test di soggetti anziani emozionalmente stabili o depressi più giovani (King et al., 1993). D'altro canto l'efficacia diagnostica del TMT nel differenziare i pazienti psichiatrici da quelli con danni cerebrali è apparsa piuttosto inconsistente (Heaton et al., 1978; Spreen e Benton, 1965; Zimet e Fishman, 1970) tanto che Norton (1978) suggerisce di non usarlo per diagnosi differenziali. Il valore clinico del TMT va al di là della sua capacità diagnostica. Dalla prestazione al test possono emergere problemi di scansione visiva e di tracking che possono dare all'esaminatore una buona idea di come effettivamente il paziente risponde a un insieme visivo di una certa complessità, di come segue, mentalmente, una sequenza, di come tratta più di uno stimolo o pensiero per volta (Eson et al., 1978), o di quanto è flessibile nello spostare il corso di un'azione (Pontius e Yudowitz, 1980).

Quando i pazienti hanno difficoltà ad eseguire questo test, osservazioni attente del tipo d'errori che fanno possono fornire utili indizi sulla natura delle loro disabilità neuropsicologiche.

- Campioni normativi:

Molti dei dati normativi esistenti non precisano quali sono i range riguardanti l'età, l'educazione e l'intelligenza per il TMT. Alcuni dati relativi a 24 studi normativi contenuti nel *"Handbook of Normative Data for Neuropsychological Assessment"* (Mitrushina et al., 1999) hanno rivelato che la maggior parte di quelli presentati riguardano un piccolo numero di individui con un range limitato per quanto riguarda l'età e l'educazione. Solamente due studi hanno presentato i dati di individui cognitivamente sani con un range d'età che va dai 20 ai 69 anni (Borstein, 1985; Stuss, Stethem & Pelchat, 1988). Altre due ricerche usarono un range d'età che andava dai 20 ai 79 anni (Davies, 1986; Heaton, Grant, & Matthews, 1991). Anche Spreen e Strauss (1988) presentarono dei dati che riguardavano un campione di 267 soggetti con un'età compresa tra i 20 e gli 85 anni. Borstein (1985) e Stuss et al. (1988) nelle loro ricerche presentarono solamente le medie e le deviazioni standard. Risultò, in questo modo, molto difficile trasformare accuratamente questi dati in punteggi percentili, soprattutto in assenza di informazioni sufficienti riguardo della distribuzione normale dei punteggi. Solamente uno studio ha presentato i percentili basati sull'età, l'educazione e il genere (Heaton et al., 1991). I dati riguardavano un campione di 486 soggetti, suddivisi in due gruppi per quanto riguardava il genere, dieci riguardanti l'età e 6 gruppi che indicavano gli anni di scolarità.

Tom N. Tombaugh (2003) ha presentato uno studio con 911 soggetti di notevole importanza. La maggior utilità clinica di questo studio è stata quella di riuscire a creare un set di norme che possono servire ai neuropsicologici a determinare più precisamente il grado con cui i punteggi nel TMT A e nel TMT B riflettono prestazioni influenzate in modo negativo dalla variazione dell'età e degli anni di scolarità. Questi dati normativi si basano sui risultati di ricerche che mostrano chiaramente che la prestazione della parte A e della B sono influenzate dall'età,

dall'educazione ma non dal genere. Come si può vedere dalla fig.1 aumentando l'età e diminuendo gli anni di scolarità, diminuisce significativamente il rendimento in entrambe le prove.

Nello studio dei dati normativi si può notare come l'influenza dell'età e degli anni di scolarità non sia la stessa nel TMT A e nel TMT B. Nella parte A (dove viene richiesto di unire con una linea i numeri dall'1 al 25 in ordine progressivo) la prestazione diminuisce chiaramente con l'età ma non con il livello di scolarità. Il dato per il TMT B non è altrettanto chiaro soprattutto con soggetti con più di 54 anni. Concludendo dopo aver condotto un'analisi delle regressioni è emerso che l'età ha più influenza del livello di scolarità.

- Dati normativi:

Studi normativi mostrano che i tempi di prestazione aumentano significativamente per ogni decade successiva (si veda Ernst et al., 1987; Stanton et al., 1984; Stuss et al., 1987). Nell'unico studio che non ha riportato questa tendenza, il livello medio di scolarità del gruppo di controllo dai 45 anni in su, era di quasi 15 anni, mentre quello dei soggetti tra i 15 e i 44 anni non era neppure di 10 anni e mezzo (Boll e Reitan, 1973). Così anche la scolarità gioca un ruolo importante in questo test (Bornstein, 1985; Ernst, 1987; Finlayson et al., 1977; Stanton et al., 1984).

Questi effetti sono più evidenti nella parte B che nella A (Bornstein, 1985; Stuss et al., 1989). Bornstein e Suga (1988) documentarono le maggiori differenze tra soggetti con una scolarità di 10 anni o meno, e quelli con 11 anni o più di istruzione formale.

Diversi studi riportano piccole o nessuna differenza di prestazione tra uomini e donne (Campbell et al., 1989; Sellers, 1990), anche se secondo altri le donne completavano la parte B più lentamente (Bornstein, 1985), in particolare le donne più anziane (Ernst, 1987).

#### Trail Making Test: dati normativi di 287 adulti normali italiani

Giovagnoli et al. (1996) esaminarono 287 soggetti adulti italiani. Il campione comprendeva tutti soggetti senza sintomi psichiatrici o neurologici, con un'età media di  $42.2 \pm 15.4$  (con un range di 15-79), con un livello di scolarità di  $11.4 \pm 4.7$  anni (con un range di 3-17) e con dei punteggi medi alle Matrici Progressive di Raven Colorate di 24.8 (con un range di 14-36). La tavola 1 è riassuntiva della situazione.

	ETA'							
Livello di scolarità	> 20	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	TOT
1	0	1	3	14	18	20	7	63
2	8	8	12	9	11	6	2	56
3	0	8	7	11	2	1	0	29
4	3	37	15	12	12	6	0	85
5	0	3	4	1	3	0	1	12
6	0	9	16	5	6	6	0	42
TOT	11	66	57	52	52	39	10	287

1: primary school, 2: secondary school, 3: trade school, 4: high school, 5: para-university course, 6: university

TAV. 1= Caratteristiche demografiche del campione.

In questo studio è stato utilizzato il format di Reitan R.M.(1955, 1958).

I punteggi del TMT sono stati elaborati in modo da ottenere i limiti di tolleranza ed una standardizzazione con il metodo dei Punteggi Equivalenti.

La media dei punteggi della parte A, B e B-A sono rispettivamente, 47.3  $\pm$  24.91, 116.2  $\pm$  85.8, e 68.9  $\pm$  69.1. Nella tabella 2 vengono riportati i punteggi nella parte A, nella parte B e per (B-A) differenziati per età, educazione e genere.

La correlazione tra la parte A e la parte B è risultata di 0.75, tra parte A e (B-A) di 0.571, e tra parte B e (B-A) di 0.971.

ETÀ	20	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79
A	32.54 + -9.99	33.45 + -13.3	38.75 + -16.40	48.90 + -23.58	53.83 + -26.30	67.26 + -28.69	84.60 + -23.76
B	63.09 + -16.77	78.06 + -33.69	86.24 + - 34.39	111.77 + -53.98	134.50 + -80.06	164.54 + -97.41	336.80 + -197.80
B-A	30.55 + -16.14	44.61 + -27.75	47.49 + -28.15	62.87 + -37.07	80.67 + -63.23	97.28 + -80.03	252.20 + -180.12
EDUCAZ.	1	2	3	4	5	6	
A	70.03 + -9.99	44.89 + -15.02	46.07 + -17.46	37.52 + -14.82	42.50 + -21.22	38.69 + -18.90	
B	63.09 + -16.77	106.27 + -41.80	97.93 + -38.81	83.61 + -42.60	102.08 + -36.65	74.67 + -25.24	
B-A	30.55 + -16.14	61.38 + -33.54	51.86 + -31.70	46.09 + -33.99	59.58 + -25.15	35.98 + -18.73	

1: primary school, 2: secondary school, 3: trade school, 4: high school, 5: para-university course, 6: university

GENERE	MASCHI	FEMMINE	TOTALE
A	43.81 $\pm$ 23.15	50.38 $\pm$ 26.11	47.34 $\pm$ 24.96
B	109.33 $\pm$ 79.73	122.16 $\pm$ 90.55	116.21 $\pm$ 95.80
B-A	65.52 $\pm$ 65.06	71.77 $\pm$ 72.43	68.87 $\pm$ 69.06

PARTE A												
	ETA'											
EDUCAZIONE	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
3	2	-1	-4	-8	-11	-14	-17	-21	-24	-27	-30	-34
5	5	2	-2	-5	-8	-11	-15	-18	-21	-24	-27	-31
8	9	6	3	0	-4	-7	-10	-13	-17	-20	-23	-26
13	17	13	10	7	4	0	-3	-6	-9	-13	-16	-19

17	23	19	16	13	10	6	3	0	-3	-7	-10	-13
----	----	----	----	----	----	---	---	---	----	----	-----	-----

I punteggi dei test sono risultati influenzati dall'età, scolarità e capacità intellettiva (espressa dalle Matrici Progressive Colorate di Raven). Le femmine hanno mostrato punteggi leggermente peggiori dei maschi solo nella parte A. Il confronto test-retest ha mostrato un'elevata attendibilità per ogni punteggio del test.

TABELLA DI CORREZIONE DEI PUNTEGGI

PARTE B												
	ETA'											
EDUCAZIONE	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
3	-8	-18	-28	-38	-48	-59	-69	-79	-89	-99	-109	-119
5	5	-5	-16	-26	-36	-46	-56	-66	-76	-87	-97	-107
8	23	13	3	-7	-17	-27	-37	-48	-58	-68	-78	-88
13	55	45	34	24	14	4	-6	-16	-26	-37	-47	-57
17	80	70	59	49	39	29	19	9	-1	-12	-22	-32

PARTE B-A												
	ETA'											
EDUCAZIONE	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
3	-10	-17	-24	-31	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79	-85
5	0	-7	-14	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-76
8	14	7	0	-7	-14	-20	-27	-34	-41	-48	-55	-61
13	38	31	24	17	10	4	-3	-10	-17	-24	-31	-38
17	57	50	43	36	30	23	16	9	2	-5	-12	-18

- Bibliografia

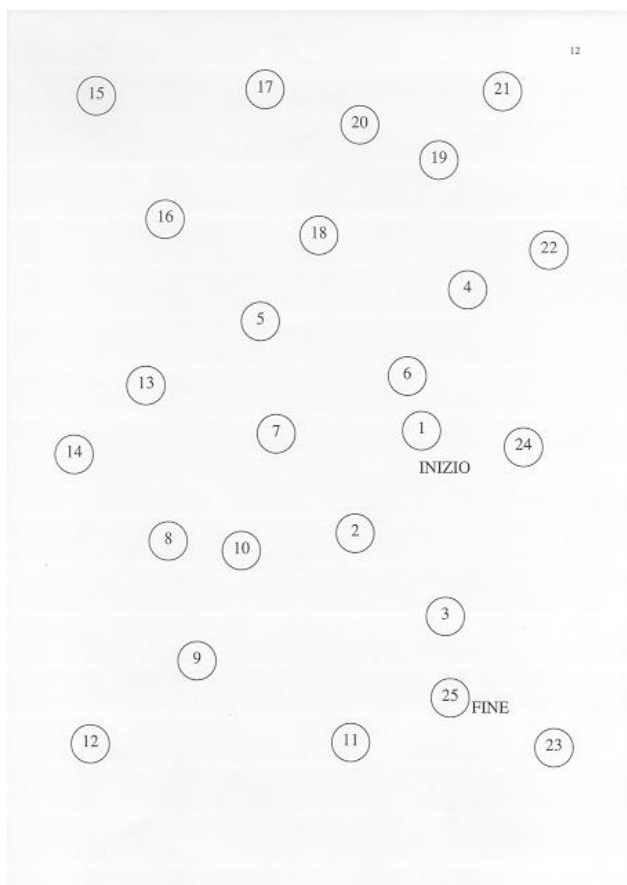
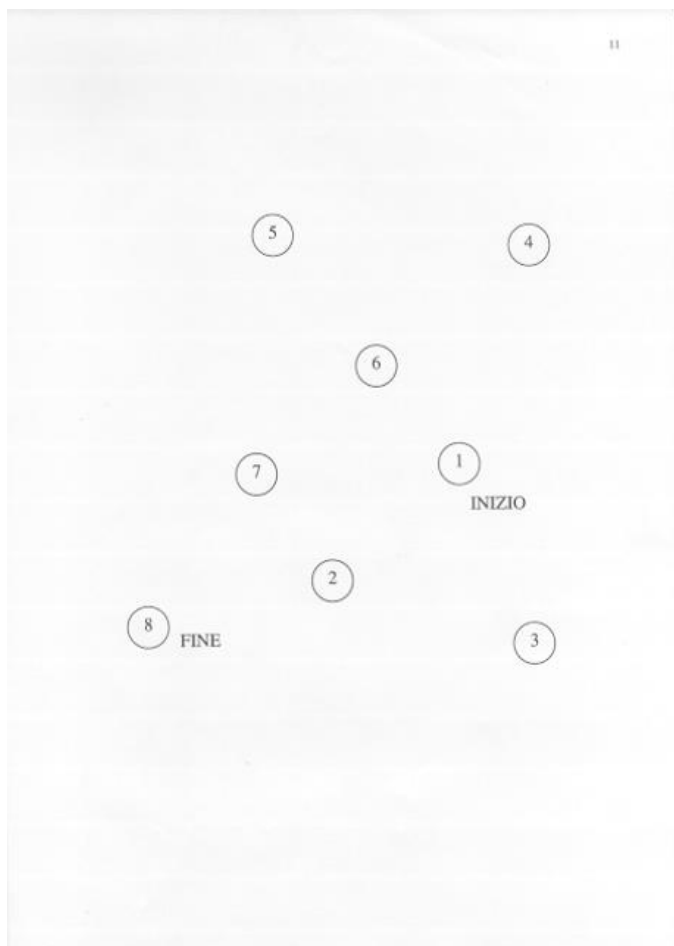
- Acker, M.B. & Davis, J.R. (1989). Psychology test scores associated with late outcome in head injury. *Neuropsychology*, 3, 1-10.
- Armitage, S.G. (1946). An analysis of certain psychological tests used for the evaluation of brain injury. *Psychology Monographs*, 60, (Whole No. 277).
- Boll, T.J. & Reitan, R.M. (1973). Effect of age on performance of the Trail Making Test. *Perceptual and Motor Skills*, 36, 691-694.
- Bornstein, R.A. (1985). Normative data on selected neuropsychological measures from a non clinical sample. *Journal of Clinical Psychology*, 41, 651-659.
- Bornstein, R.A., Paniak, C., & O'Brien, W. (1987). Preliminary data on classification of normal and brain-damaged elderly subjects. *The Clinical Neuropsychologist*, 1, 315-323.
- Bornstein, R.A. & Suga, L.J. (1988). Educational level and neuropsychological performance in healthy elderly subjects. *Developmental Neuropsychology*, 4, 17-22.
- Botwinick, J., Storandt, M., Berg, L., & Boland, S. (1988). Senile dementia of the Alzheimer type: subject attrition and testability in research. *Archives of Neurology*, 45, 493-496.
- Campbell, M.L., Drobos, D.J., & Horn, R. (1989). Young adults norms, predictive validity, and relationship between Halstead-Reitan tests and WAIS-R scores. Paper presented at the 9th annual meeting of the National Academy of Neuropsychologists, Washington, D.C.

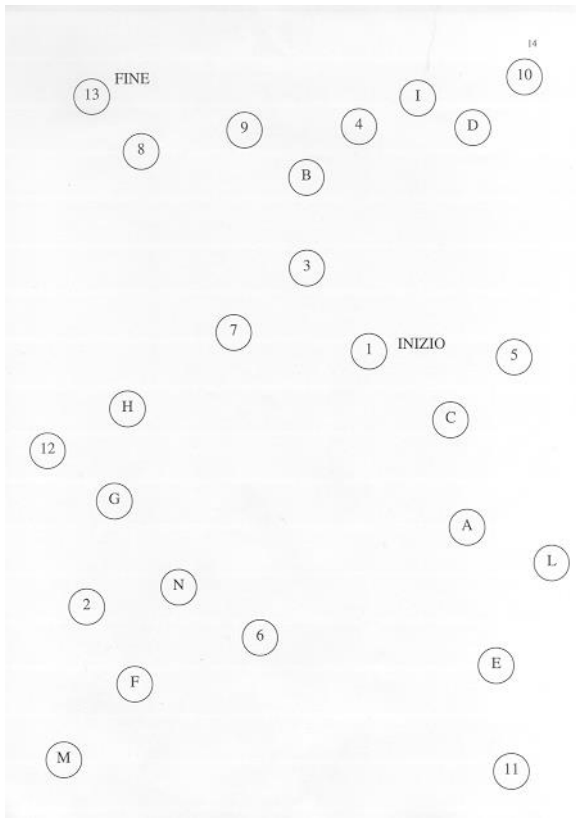
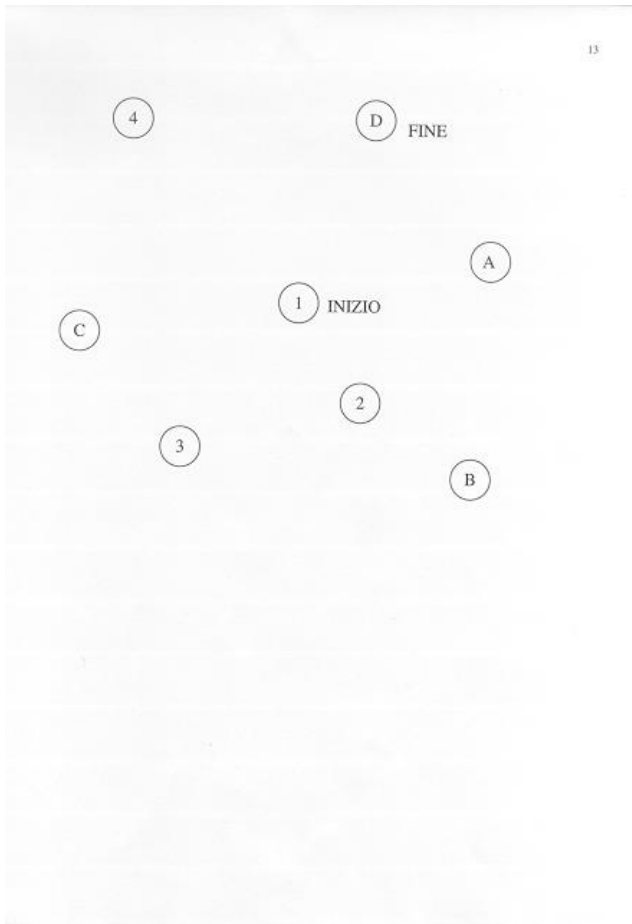


- Crockett, D., Tallman, K., Hurwitz, T., & Kozak, J. (1988). Neuropsychological performance in psychiatric patients with or without documented brain dysfunction. *International Journal of Neuroscience*, 41, 71-79.
- Corrigan, J.D., & Hinkeldey, N.S. (1987). Relationship between Parts A and B of the Trail Making Test. *Journal of Clinical Psychology*, 43, 402-408.
- Das, J.P., & Heemsberger, D.B., (1983). Planning as a factor in the assessment of cognitive processes. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 1, 1-15.
- D'Elia, L.F., Boone, K.B., & Mistrushina, A.M. (1995). *Handbook of normative data for neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press.
- Ernst, J. (1987). Neuropsychological problem-solving skills in the elderly. *Psychology and Aging*, 2, 363-365.
- Eson, M.E., Yen, J.K., & Bourke, R.S. (1978). Assessment of recovery from serious head injury. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 41, 1036-1042.
- Finlayson, M.A.J., Johnson, K.A., & Reitan, R.M. (1977). Relationship of level of education to neuropsychological measures in brain-damaged and non-brain-damaged adults. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 45, 536-542.
- Fossum, B., Holmberg, H., & Reinvang, I. (1992). Spatial and symbolic factors in performance on the Trail Making Test. *Neuropsychology*, 6, 71-75.
- Gass, C.S., & Daniel, S.K. (1990). Emotional impact on Trail Making Test performance. *Psychological Reports*, 67, 435-438.
- Goldstein, G., & Watson, J.R. (1989). Test-retest reliability of the Halstead-Reitan Battery and the WAIS in a neuropsychiatric population. *The Clinical Neuropsychologist*, 3, 265-272.
- Heaton, R.K., Grant, I., & Matthews, C.G. (1991). *Comprehensive norms for an expanded Halstead-Reitan battery: Demographic corrections, research findings, and clinical applications*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Kelland, D.Z., Lewis, R., & Gurevitch, D. (1992). Evaluation of the Repeatable Cognitive-Perceptual-Motor Battery: Reability, validity and sensitivity to Diazepam. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 14, 65 (abstract).
- Lewis, R.F. & Rennick, P.M. (1979). *Manual for the Repeatable Cognitive-Perceptual-Motor Battery*. Clinton Township, MI: Ronald F. Lewis.
- Leininger, B.E., Gramling, S.E., Farrell, A.D., et al. (1990). Neuropsychological deficits in symptomatic minor head injury patients after concussion and mild concussion. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatric*, 53, 293-296.
- Maj, M., D'Elia, L., Satz, P., et al. (1993). Evaluation to two new neuropsychological tests designed to minimize cultural bias in the assessment of HIV-1 sieropositive persons: A WHO study. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 8, 123-135.
- McCaffrey, R.J., Ortega, A & Haase, R.F. (1993). Effects of repeated neuropsychological assessments. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 8, 519-524.
- Norton, J.C., (1978). The Trail Making Test and Bender Background Interference Procedure as screening devices. *Journal of Clinical Psychology*, 34, 916-922.
- Pontius, A.A. & Yudowitz, B.S. (1980). Frontal lobe system dysfunction in some criminal actions as shown in the narratives test. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 168, 111-117.
- Reitan, R.M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Perceptual and Motor Skill*, 8, 271-276.
- Sellers, A.H. (1990). Norms for the Halstead-Retain Battery throgh a meta-analysis. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 12, 60 (abstract).
- Sellers, A.H. (1990). Norms for the Halstead-Retain Battery throgh a meta-analysis. *Journal of Clinical Neuropsychology*, 12, 60 (abstract).
- Shear, Y.M. & Sato, S.D. (1989). Effect of visual acuty and visual motor speed and dexterity on cognitive test performance. *Archives of Clinical neurosychology*, 4, 25-32.
- Segalowitz, S.J., Unsal, A., & Dywan, J. (1992). CNV evidence for the distinctiveness of frontal and posterior neural processes in a traumatic brain-injured population. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 14, 545-565.

- Shum, D.H.K., McFarland, K.A., & Bain, J.D. (1990). Construct validity of eight tests of attention : Comparison of normal and closed head injured samples. *The Clinical Neuropsychologist*, 4, 151-162.
- Snow, W.G. & Weinstock, J. (1990). Sex differences among non-brain-damaged adults on the Wechsler Adult Intelligence Scales: A review of the literature. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 12, 873-886.
- Spreen, O. & Strauss, E. (1991). *A compendium of neuropsychological tests*. New York: Oxford University Press.
- Stanton, B.A., Jenkins, C.D., Savageau, J.A., et al. (1984). Age and educational differences on the Trail Making Test and Wechsler Memory Scales. *Perceptual and Motor Skills*, 58, 311-318.
- Stuss, D.T., Stethem, L.L., Hugenholtz, H., et al. (1989). Reaction time after head injury : Fatigue, divided and focused attention, and consistency of performance. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 52, 742-748.
- Stuss, D.T., Stethem, L.L., Hugenholtz, H., et al. (1989). Reaction time after head injury : Fatigue, divided and focused attention, and consistency of performance. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 52, 742-748.
- Wedding, D. (1979). A comparison of statistical, actuarial and clinical models used in predicting presence, lateralization, and type of brain damage in humans. Unpublished doctoral dissertation, University of Hawaii.
- Zimet, C.N. & Fishman, D.B (1970). Psychological deficit in schizophrenia and brain damage. *Annual Review of Psychology*, 21, 113-154.

## ALLEGATI





## PEN COMPUTERS AND ASSESMENT OF BRAIN INJURY.

Fryer, S., Sutton, E., Tiplady, B., Wright, P.

Departments of Psychology and Anaesthetics University of Edinburg, UK.

### *TRAIL MAKING TEST*

Il Trail Making Test (TMT) è uno dei test più popolari e maggiormente usati nella ricerca neuropsicologica e nell'assessment. Tuttavia la mancanza di una vasta presentazione di punteggi standardizzati rende problematico il confronto tra gruppi di pazienti diversi. Noi abbiamo sviluppato una versione computerizzata del test cercando di renderlo di facile amministrazione e con un format standardizzato.

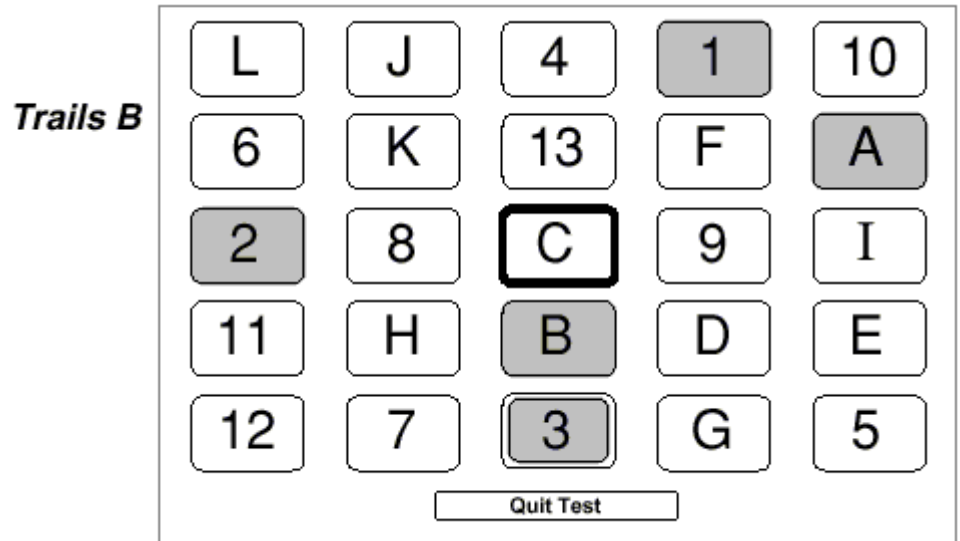
### *IL TEST*

Gli stimoli compaiono sullo schermo di un Apple Message 2000, e i pazienti premono con una penna questi targhet seguendo un preciso ordine e cercando di essere il più veloci possibili. Vengono usate due sequenze di stimoli, semplici numeri (Trails A), e una sequenza alternata di lettere e numeri "1-A-2-B-3-C..." (Trails B), che risulta essere la più difficile.

2	7	6	4	11
1	5	17	20	21
9	15	22	16	10
3	24	23	25	13
14	12	18	19	8

**Trails A**

Quit Test

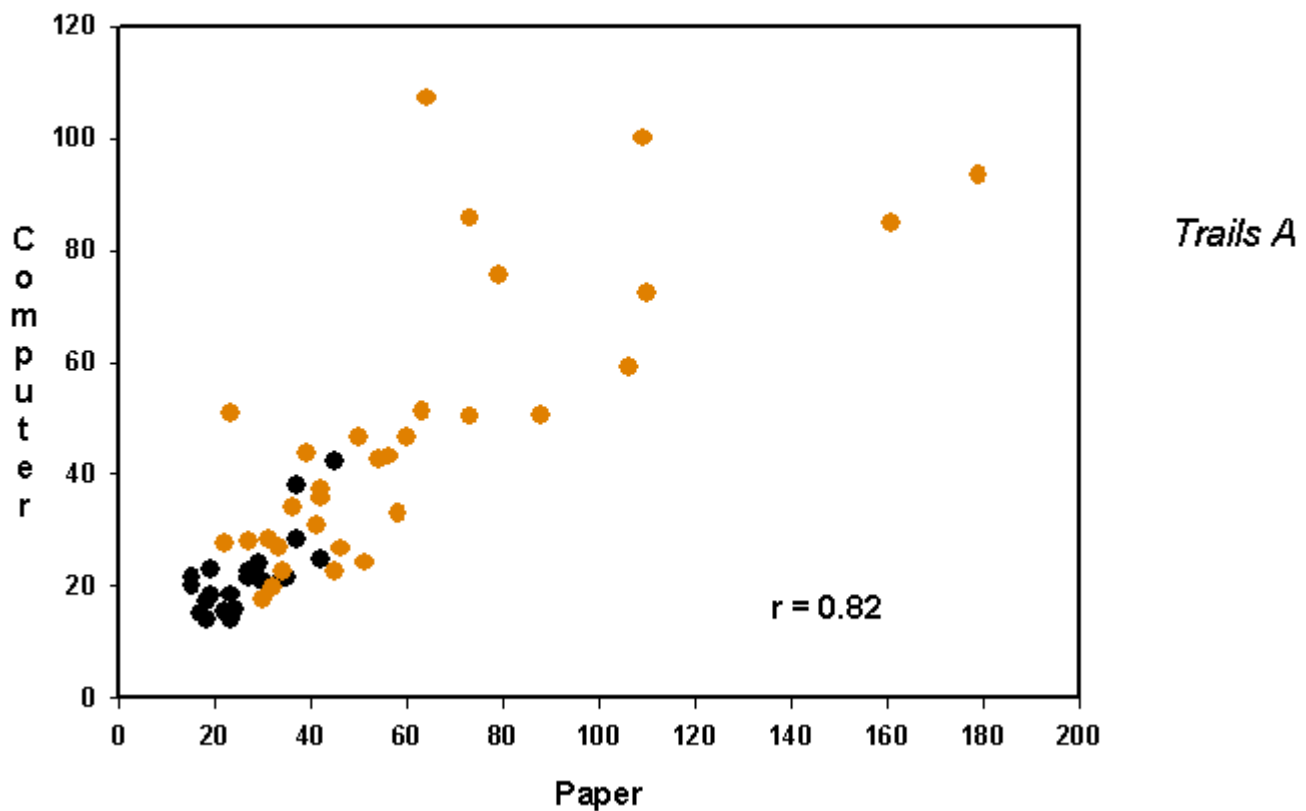


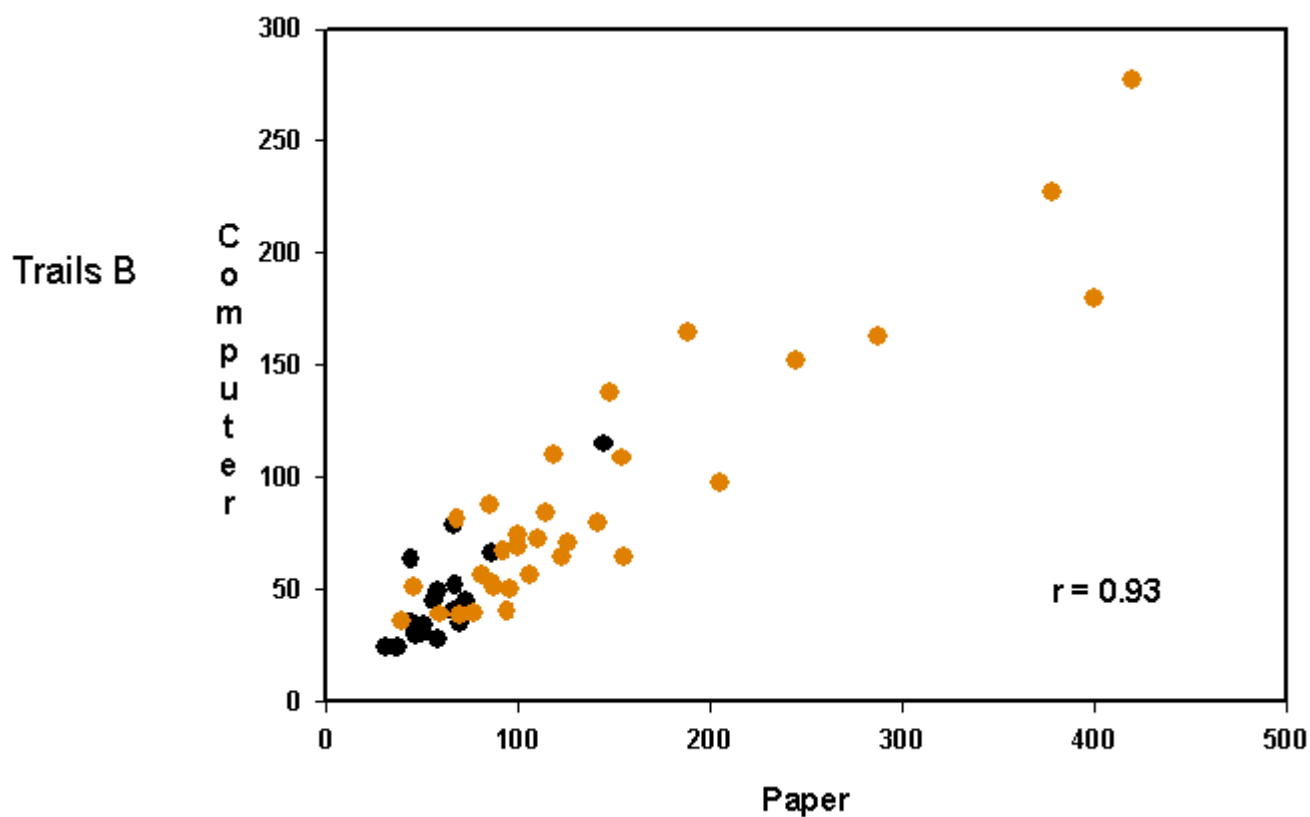
Gli stimoli oscurati indicano i targhet che sono già stati selezionati. La lettera C è l'ultima ad essere stata premuta.

### L'ESPERIMENTO

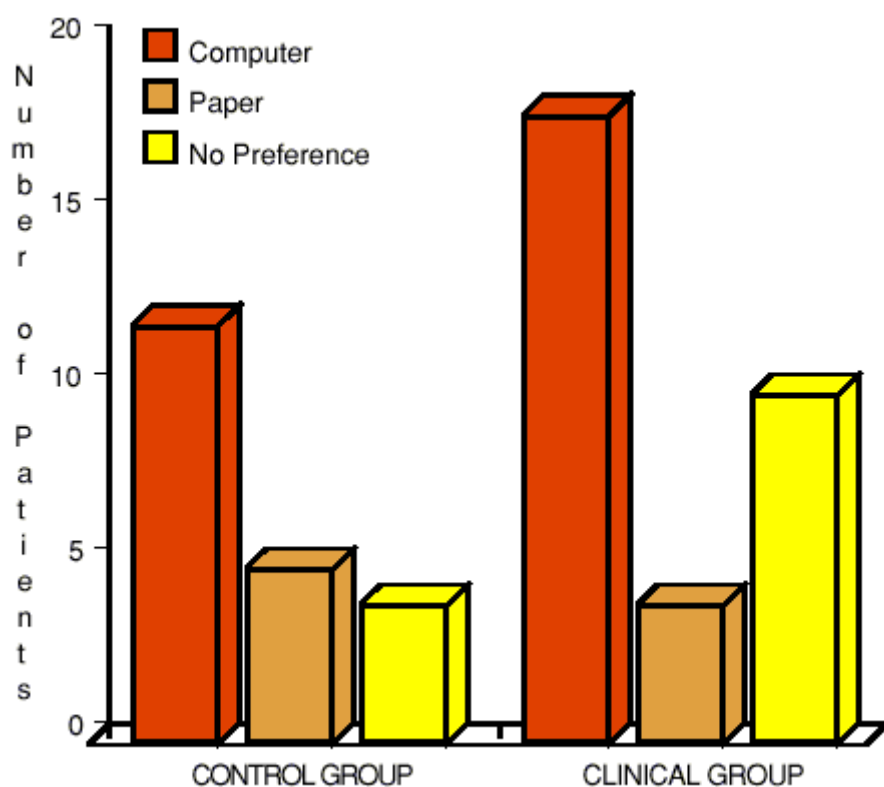
Un gruppo di pazienti traumatizzati (24 maschi, 8 femmine) sono stati comparati con un gruppo di controllo uguale per quanto riguarda l'età (15 maschi, 6 femmine). I partecipanti hanno completato sia la versione carta-matita che quella computerizzata del Trails A e di quello B. Il tempo impiegato da entrambi i gruppi per completare il test è visibile nel grafico sotto.

CERCHI NERI: gruppo di controllo; CERCHI ARANGIONI: gruppo di pazienti.





Il grafico mostra in modo molto chiaro che i punteggi delle due versioni del test sono molto simili tra loro. La versione computerizzata mette in risalto la differenza tra pazienti e gruppo di controllo come la versione carta-matita. Dopo che i soggetti avevano fatto entrambe le versioni del test è stato chiesto ai pazienti quale preferivano. Le preferenze sono visibili nel grafico sotto:



La versione computerizzata del test sembra avere le stesse qualità diagnostiche e di assessment della versione carta-matita del TMT.

Inoltre:

- Può essere facilmente utilizzata, per esempio, anche con pazienti che sono ospedalizzati.
- Molte altre versioni del test possono essere generate, permettendo di verificare i dati già esistenti.
- La procedura di somministrazione è standardizzata. In particolar modo il punteggio degli errori non dipende da chi somministra il test.
- Analisi approfondite, per esempio quando è possibile, guardano il tempo impiegato per ogni singola risposta.

Ai pazienti il test è piaciuto, perché di facile utilizzo.

### *References*

Fryer, S., Sutton, E., Tiplady, B., Wright, P. (2000) Trail making without trails: The use of a pen computer task for assessing effects of brain injury. *Clinical Neuropsychological Assessment* 2:151-165.

Reitan, R.M. (1958) Validity of the trail making test as an indicator of organic brain damage. *Perceptual and Motor Skills* 8, 271-271.

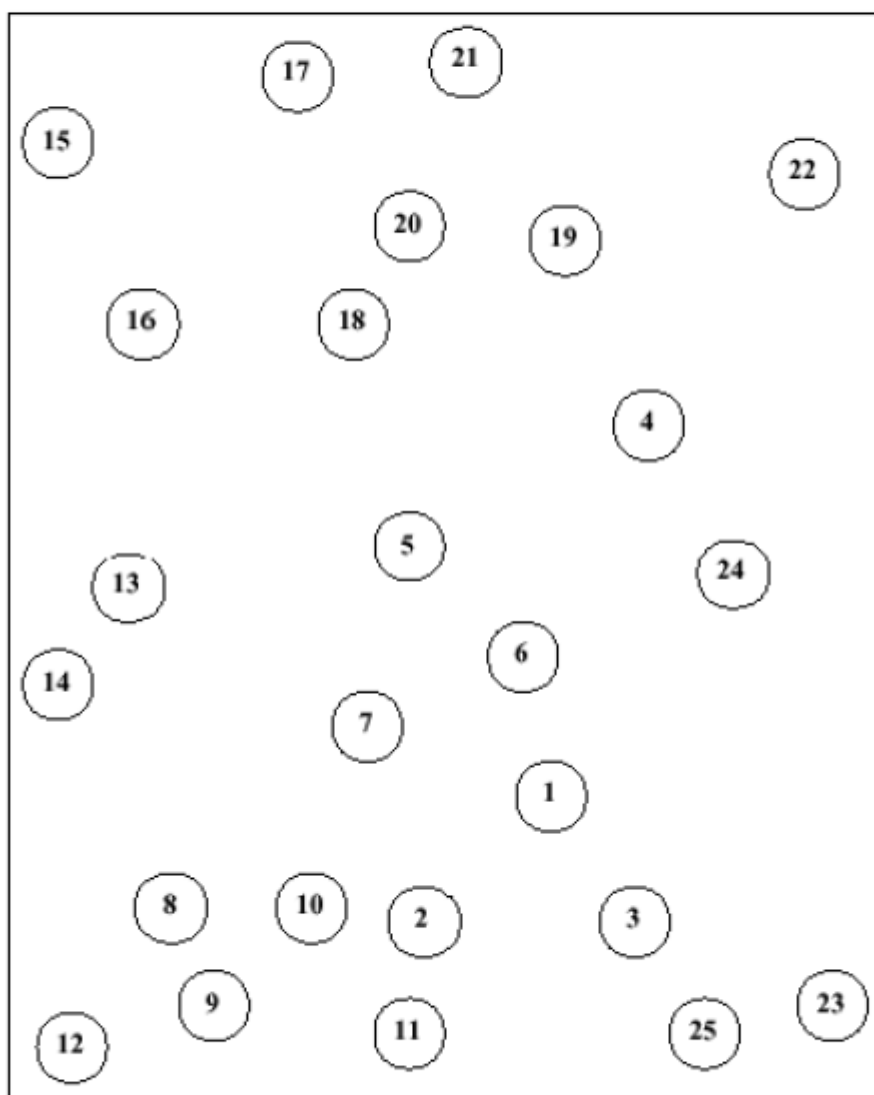
---



## Trail Making (Part A)

Patient's Name: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_



### MODALITA' DI SOMMINISTRAZIONE DEL TMT:

Il TMT viene somministrato in due parti: la parte A e la parte B.

Nella prova A gli stimoli sono costituiti da una serie di numeri da 1 a 25, cerchiati e stampati in ordine sparso su un foglio formato A4; il numero 1 corrisponde all'inizio, il 25 alla fine.

Per ogni parte (A e B) è prevista una prova, che dovrà essere somministrata nel seguente modo:

**ESEMPIO PARTE A:** Quando si è pronti ad iniziare la somministrazione del test, porre la parte A sul tavolo di fronte al soggetto, dare al soggetto una penna e dire:” su questo foglio ci sono molti numeri. Inizia dal numero 1 (segnare il numero1) e traccia una linea dal numero 1 al numero 2 ( segnare il numero 2), dal numero 2 al numero 3 (segnare il numero 3), e così via, in ordine, finchè raggiungerai la fine (segna il cerchi con scritto fine). Traccia le linee il più velocemente possibile. Non puoi staccare la penna dal tavolo. Pronto. Inizia!”.

Se il soggetto commette degli errori nell'esempio A, segna la fine e spiega il perchè. Spiegazioni date in seguito ad errori sono ammissibili:

1. “tu hai iniziato con il cerchio sbagliato, questo è il punto di partenza (segnarlo)”.
2. “tu hai saltato questo cerchio (segna il cerchio saltato), tu devi passare dal numero1 (segna il numero) al numero 2 (segna il numero), dal 2 (segna il numero) al 3 (segna il numero) e così via, fino ad arrivare al cerchio con la parola fine (segna)”.
3. Per favore rimetti la penna sul foglio e continua in modo corretto.

Dopo che l'errore è stato spiegato, l'esaminatore dirà: “continua da qui” (segnando il cerchio che continua correttamente la sequenza ).

Se il soggetto non riesce ancora a completare l'esempio della parte A, si dovrà prendere la sua mano e si guiderà la penna e si traccerà il percorso. Dopo si dirà: “Ora prova tu. Prendi la penna e puntala sul foglio. Ricorda, inizia dal numero 1 (segna ) e traccia una linea dal numero1 (segna il numero) al numero 2 (segna il numero), dal 2 (segna il numero) al 3 (segna il numero) e così via, fino ad arrivare al cerchio con la parola fine (segna). Ricorda, cerca di essere il più veloce possibile. Pronto. Inizia!”.

Se ci sono ancora dei problemi , si ripeterà la procedura fino a quando il soggetto concluderà la prova di comprensione con successo. Se il soggetto avrà successo, si può passare alla prova vera e propria , la parte A del test dicendo:” Bene! Passiamo alla prova”.

Viene data la parte A del TMT e si dice: “Su questo foglio ci sono numeri da 1 a 25. Procedi nello stesso modo. inizia dal numero 1 (segna ) e traccia una linea dal numero1 (segna il numero) al numero 2 (segna il numero), dal 2 (segna il numero) al 3 (segna il numero) e così via, fino ad arrivare al cerchio con la parola fine (segna). Ricorda, cerca di essere il più veloce possibile. Pronto. Inizia!”.

Se il soggetto commette un errore, richiama subito l'attenzione del soggetto da dove ha sbagliato. Non si ferma il tempo. Se il soggetto finisce la prova senza commettere errori si può rimuovere il foglio. Poi si dirà “Questa prova è finita passiamo alla prossima”. Il tempo viene segnato in secondi.

Si procede immediatamente con l'esempio della prova B.

### **ESEMPIO PARTE B:**

Poni il foglio della parte B di fronte al soggetto come per la parte A. Segnare con la mano destra il foglio e dire:

“su questo foglio ci sono alcune lettere e alcuni numeri. Inizia dal numero 1 (segna) e traccia una linea dal numero uno alla lettera A (segna la lettera A), dalla A al numero 2 (segna il numero 2), dal 2 alla lettera B (segna la lettera B), dalla B al numero 3 (segna il numero tre), dal 3 alla lettera C (segna la lettera C), e così via, in ordine fino a raggiungere il cerchio con la parola fine (segna). Ricorda prima troverai un numero (segna 1) poi una lettera (segna A), di nuovo un numero (segna il 2) e una lettera (segna la B), e così via. Traccia le linee il più veloce possibile. Pronto. Inizia!”.

Se il soggetto commette degli errori nell'esempio della parte B fermalo e spiega il perché. Spiegazioni date in seguito ad errori sono consentite:

1. “tu hai iniziato con il cerchio sbagliato, questo è il punto di partenza (segna il numero 1)”.
2. “tu hai saltato questo cerchio (segna il cerchio saltato), tu devi passare dal numero1 (segna il numero) alla lettera A (segna la lettera A) dalla A al numero 2 (segna il numero 2), dal 2 alla lettera B (segna la lettera B), dalla B al numero 3 (segna il numero tre), dal 3 alla lettera C (segna la lettera C), e così via, in ordine fino a raggiungere il cerchio con la parola fine (segna)”.
3. “puoi partire solo da questo punto (segna il numero 1) e devi arrivare al cerchio con scritto fine (segna)”.
4. “per favore appoggia la penna sul foglio e procedi in modo corretto verso il prossimo cerchio”. Dopo che l'errore è stato spiegato, l'esaminatore dirà: “continua da qui” (segnando il cerchio che continua correttamente la sequenza ).

Se il soggetto non riesce ancora a completare l'esempio della parte B, si dovrà prendere la sua mano e si guiderà la penna e si traccierà il percorso. Poi si dirà: "ora prova tu. Ricorda che devi iniziare dal numero 1 (segna) e tracciare una linea dal numero uno alla lettera A (segna la lettera A), dalla A al numero 2 (segna il numero 2), dal 2 alla lettera B (segna la lettera B), dalla B al numero 3 (segna il numero tre), dal 3 alla lettera C (segna la lettera C), e così via, in ordine fino a raggiungere il cerchio con la parola fine (segna). Pronto. Inizia!”. Se ci sono ancora dei problemi , si ripeterà la procedura fino a quando il soggetto concluderà la prova di comprensione con successo. Se il soggetto avrà successo, si può passare alla prova vera e propria , la parte B del test dicendo:” Bene! Passiamo alla prova. In questa pagina ci sono delle lettere e dei numeri. Procedi nello stesso modo di prima. Inizia dal numero 1 e traccia una linea dal numero uno alla lettera A (segna la lettera A), dalla A al numero 2 (segna il numero 2), dal 2 alla lettera B (segna la lettera B), dalla B al numero 3 (segna il numero tre), dal 3 alla lettera C (segna la lettera C), e così via, in ordine fino a raggiungere il cerchio con la parola fine (segna). Ricorda prima troverai un numero (segna 1) poi una lettera (segna A), di nuovo un numero (segna il 2) e una lettera (segna la B), e così via. Traccia le linee il più veloce possibile. Pronto. Inizia!”.

Se il soggetto commette un errore, richiama subito l'attenzione del soggetto da dove ha sbagliato. Non si ferma il tempo. Se il soggetto finisce la prova senza commettere errori si può rimuovere il foglio. Il tempo viene segnato in secondi. Gli errori fanno aumentare il tempo della prestazione.

Normalmente la prova può essere completata in 5-10 minuti.

Nel “*Repeatable Cognitive-Perceptual-Motor Battery*” (Kelland et al. 1992) ci sono 3

versioni alternative della parte B. La loro comparabilità con la versione originale sembra essere soddisfacente.

---

#### CORREZIONE DEL TMT:

Lezak fece notare che la semplificazione nell’assegnare il punteggio registrando solamente il tempo anziché tempo ed errori abbassava la validità. Alcune procedure di somministrazione e di calcolo dei punteggi sono cambiate nel corso degli anni. Originariamente, l’esaminatore rimuoveva il foglio del test dopo tre errori non corretti. Ogni prova riceveva un punteggio su una scala a 10 punti, in relazione al tempo impiegato per completarlo. Armitage (1946) cambiò questa procedura, permettendo al paziente di finire, senza badare al numero di errori, ma assegnando un punteggio pari a zero nei casi in cui gli errori non venivano corretti. Reitan fece ulteriori modifiche, richiedendo all’esaminatore di evidenziare gli errori mentre si verificavano, così che il paziente potesse sempre completare il test senza errori e basando così il punteggio del test solo sul tempo. Spreen e Strauss (1991) fornirono istruzioni di somministrazione molto dettagliate. Non sembra necessario né giustificato protrarre una prova oltre i quattro o cinque minuti.

Il metodo per l’attribuzione del punteggio introdotto da Reitan è quello più usato oggi. In ogni caso, l’uso di un sistema semplificato per l’attribuzione del punteggio può essere meno affidabile, dato che il tempo considerato include il tempo di reazione dell’esaminatore (nel notare gli errori), la velocità nell’indicarli, e la velocità con cui il paziente capisce e compie la correzione. Questo metodo penalizza, in modo indiretto, gli errori, ma non verifica le differenze nei tempi di risposta e negli stili di correzione, che possono plausibilmente provocare errori sistematici nel tempo ottenuto da esaminatori diversi (si veda Snow, 1987b). Un punteggio diverso (B-A) essenzialmente rimuove il fattore velocità dalla valutazione del test. Questo punteggio è altamente correlato con i punteggi sia dei test di abilità mentale (WIS) sia di gravità del danno cognitivo (Corrigan e Hinkeldey, 1987). D’Elia et al. (1995) includono questo test nel loro libro sui dati normativi dei test neuropsicologici dell’adulto, come fanno anche Heaton et al. (1991). Spreen e Strauss (1991) forniscono i dati normativi per i bambini dagli otto ai 15 anni. Stuss et al. (1987) offrono una raccolta dei dati normativi per gli adulti

---