

Orientamento topografico e attenzione divisa:  
Nuove prospettive di valutazione neuropsicologica  
in realtà virtuale

Francesca Morganti

Dipartimento di Scienze Umane e Sociali - Università di Bergamo

# Perchè la VR?

- Possibilità di avere una simulazione della realtà quotidiana senza rinunciare al rigore metodologico
- La VR genera “presenza” permettendo agli utenti di divenire attori principali
- La VR ha un aspetto ludico importantissimo per il coinvolgimento delle persone con danno cerebrale

# Conoscenza in azione

Non è possibile separare la conoscenza spaziale dal contesto in cui questa avviene e dagli stimoli che il contesto fornisce all'agente

La conoscenza è "enattiva": l'agente coglie le "opportunità d'azione" (*affordances*) che il contesto fornisce; attraverso la diretta azione in esso acquisisce conoscenza

La valutazione in CONTESTI ECOLOGICI permette di osservare ed analizzare quali elementi sono funzionali al soggetto per pianificare percorsi, memorizzare ambienti ed esplorare efficacemente nuovi contesti.

La valutazione in contesti ecologici risente però della carenza di rigore metodologico → controllo delle variabili intervenienti, difficoltà di monitoraggio e registrazione dei dati, replicabilità

# Un giusto compromesso?

Ambienti 3D computerizzati → simulazione

Realtà Virtuale → interazione

Ambienti 3D esplorabili in VR → acquisizione di conoscenza  
“ecologically like”



SENSO DI PRESENZA

# Route vs survey

## Mappe ROUTE

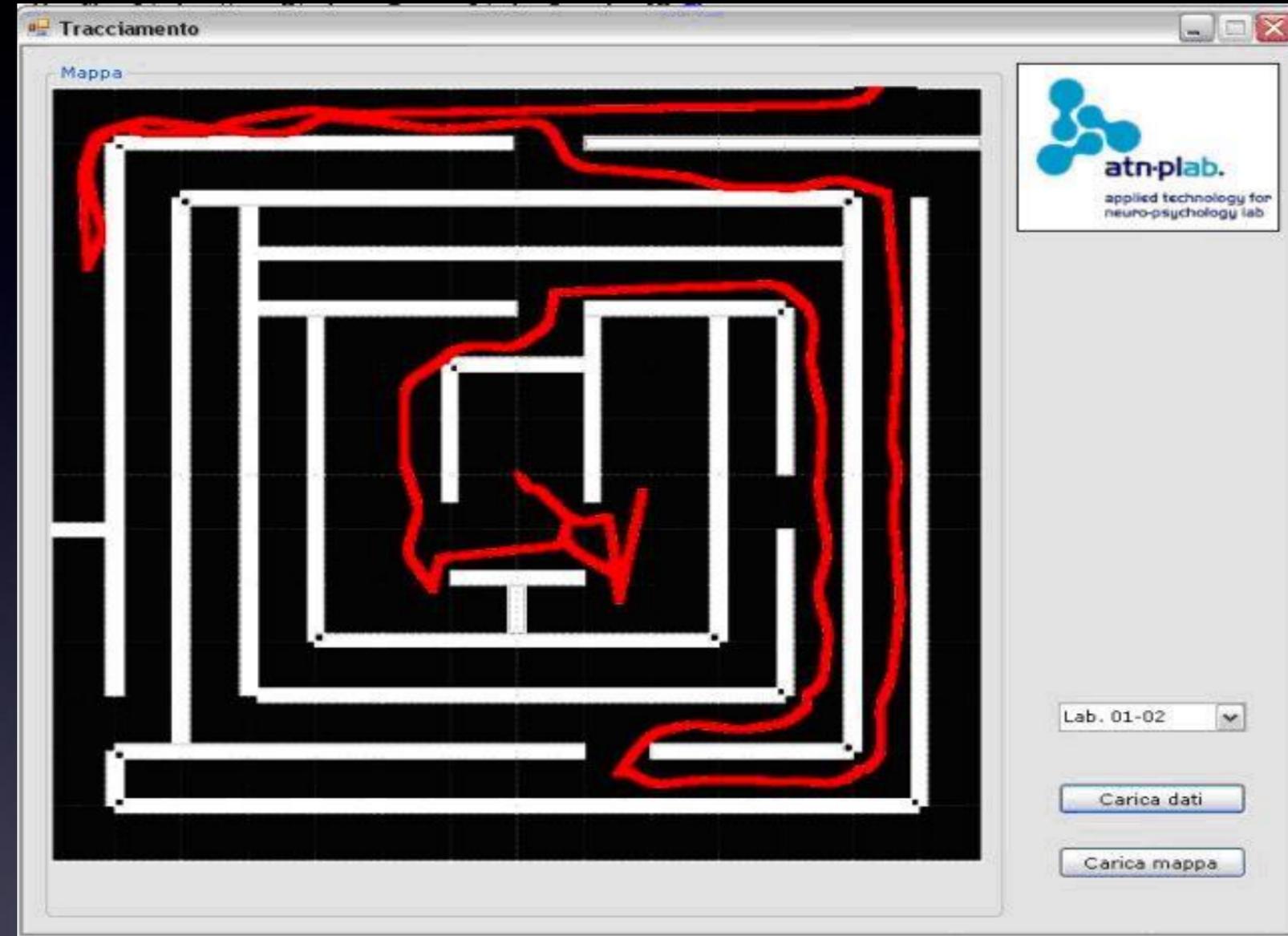
- Rappresentazione dei percorsi come sequenze di svolte
- Prospettiva dipendente dall'esplorazione  
Cornice di riferimento egocentrica (Prevalentemente)

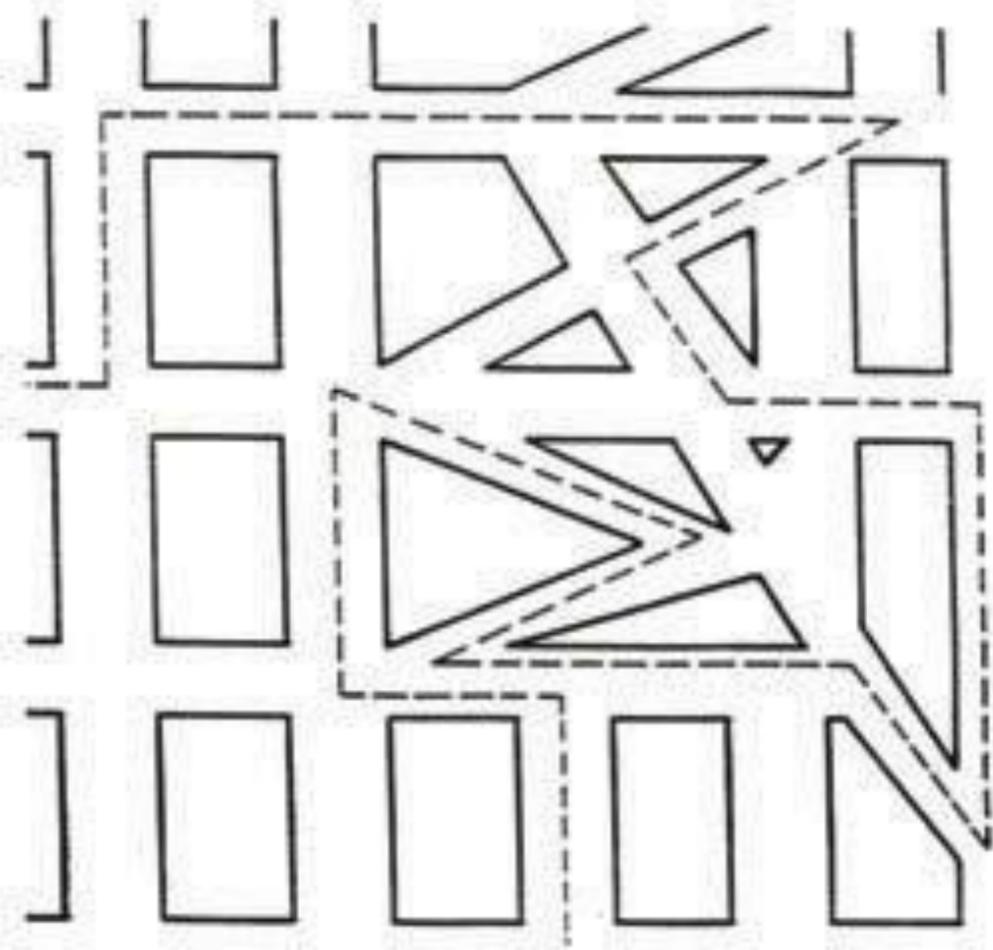
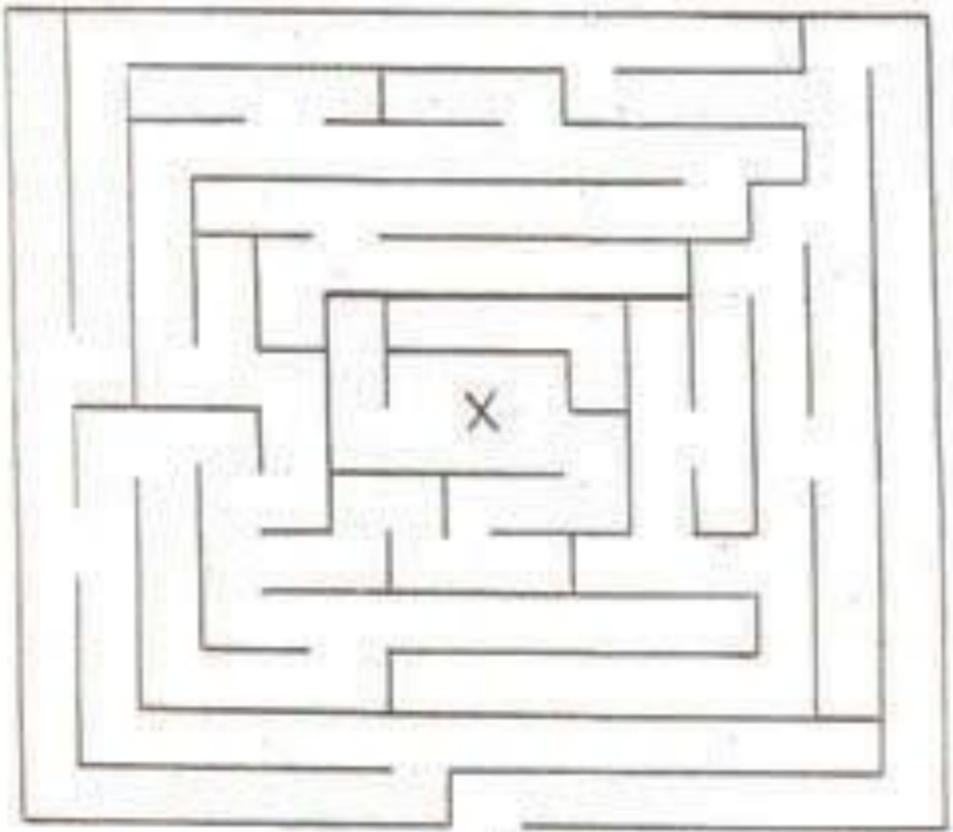
## Mappe SURVEY

- Visione complessiva : rappresentazione delle relazioni topologiche fra punti distanti (esplorazione e/o ragionamento)
- Prospettive multiple (compresa quella dall'alto)  
Cornice di riferimento allocentrica (Prevalentemente)

# VR Maze Test

- 5 Labirinti di difficoltà crescente
- Assenza di landmark
- Esplorazione attiva
- Velocità costante
- Tracciamento della posizione
- Registrazione e replay delle sessioni





# Procedura

- Valutazione neuropsicologica
- Fase di Training → max 10 minuti
- Fase di Test:
  - Somministrazione del labirinto cartaceo
  - Somministrazione dello stesso labirinto in VE

Registrazione dell'esecuzione e tempo max impiegato

Nessuna interruzione nella fase test

# Valutazione neuropsicologica

- MMSE
- Trail Making Test (versione A and B)
- Torre di Londra
- Benton Line Orientation Test
- Corsi Span
- Corsi Supra Span
- Manikin's Test
- Behavioral Inattention Test

# Campione normativo

88 partecipanti volontari

Età: fra i 25 e 75 anni (M = 50, Ds = 12)

Bilanciati maschi/femmine (M39/F49)

Fluidità nell'interazione (bassa, media, alta)

Familiarità con i videogiochi 3D (77,5% nessuna)

# Validazione su ss normali (errori)

LABIRINTO	Carta e Matita	Realtà Virtuale
<b>1</b>	0	4
<b>2</b>	0	10
<b>3</b>	0	11
<b>4</b>	0	9
<b>5</b>	0	12
<b>6</b>	1	11
<b>7</b>	2	8
<b>8</b>	85	10
<b>TOTALE</b>	<b>88</b>	<b>75</b>

$z = -7,691; p = 0.000$

# Validazione su ss normali

LABIRINTO	Carta e Matita	Realtà Virtuale
<b>1</b>	M 39,54 (ds 40,20)	M341,96 (ds 153,37)
<b>2</b>	M44,95 (ds 36,98)	M488,50 (ds 140,53)
<b>3</b>	M122,52 (ds 104,31)	M440,25 (ds 183,10)
<b>4</b>	M80,00 (ds 59,36)	M442,40 (ds 176,28)
<b>5</b>	M77,35 (ds 74,21)	M417,39 (ds 170,36)
<b>6</b>	M91,78 (ds 78,40)	M378,91 (ds 170,40)
<b>7</b>	M64,48 (ds37,39)	M362,83 (ds 153,13)
<b>8</b>	M74,25 (ds49,32)	M378,50 (ds 188,73)

T test: 24,32 : p= ,000

# Studio su 10 pazienti ictus

	SESSO	ETA'	LESIONE
<b>1</b>	M	71	BILATERALE
<b>2</b>	M	59	DESTRA
<b>3</b>	M	28	BILATERALE
<b>4</b>	M	67	DESTRA
<b>5</b>	M	65	SINISTRA
<b>6</b>	F	57	DESTRA
<b>7</b>	F	69	SINISTRA
<b>8</b>	M	57	DESTRA
<b>9</b>	M	65	SINISTRA
<b>10</b>	F	42	BILATERALE
	7M/3F	M58	

# Risultati

## Errori:

- Differenze significative fra CM e VR  
( $z = -2,81$ ;  $p = .005$ )
- Differenze significative fra i gruppi:
  - per CM ( $z = -4.28$ ;  $p = .000$ )
  - per VR ( $z = -3,07$ ;  $p = .002$ )

## Tempi:

- Differenze significative fra i gruppi per CM
  - ( $Ttest = -2,48$ ;  $p = .033$ )
- Nessuna differenza significativa per i VR \*
  - ( $Ttest = -.515$ ;  $p = .617$ )

\* Tutti i soggetti tendono ad utilizzare il tempo massimo

# Studio su Alzheimer (26pz; Mage 80,96; sd 6,3)

**TABLE 1**  
The statistical differences between AD and CG in the neuropsychological assessment

<i>Neuropsychology test</i>	<i>Between-groups analysis (t-test)</i>	<i>Alzheimer</i>	<i>Healthy</i>
Mini Mental State Examination	$F(.872) p < .023$	$M 21.57$ $SD 2.52$	$M 28.55$ $SD 1.23$
Trail Making Test (A + B)	$F(.004) p < .001$	$M 129.36$ $SD 45.14$	$M 68.15$ $SD 41.58$
Tower of London	$F(8.79) p < .020$	$M 28.00$ $SD 3.94$	$M 32.83$ $SD 1.6$
Corsi's span	$F(16.99) p < .001$	$M 3.6$ $SD .94$	$M 7.61$ $SD 2.87$
Corsi's supra span	$F(77.47) p < .001$	$M 3.55$ $SD 1.27$	$M 20.59$ $SD 9.64$
Benton Line Orientation (H)	$F(3.02) p < .001$	$M 14.33$ $SD 6.43$	$M 28.83$ $SD .98$
Manikin's Test	$F(3.86) p < .001$	$M 17.05$ $SD 3.23$	$M 29.61$ $SD 2.47$

**TABLE 2**

The means and standard deviation values for AD and CG in the VR-MT task

<i>Group</i>	<i>Task</i>	<i>Maze</i>	<i>Mean</i>	<i>SD</i>	<i>Int Conf 95%</i>	
					<i>Inf.</i>	<i>Sup.</i>
AD	PP-MT	1	.923	.053	.816	1.030
		2	.923	.038	.847	.999
		3	.654	.067	.519	.789
		4	.769	.065	.638	.901
		5	.808	.067	.673	.943
	VR_MT	1	.346	.097	.150	.542
		2	.231	.065	.099	.362
		3	.077	.080	-.084	.237
		4	.038	.074	-.110	.187
		5	.000	.071	-.142	.142
CG	PP-MT	1	.923	.053	.816	1.030
		2	1.000	.038	.924	1.076
		3	1.000	.067	.865	1.135
		4	.962	.065	.830	1.093
		5	.923	.067	.788	1.058
	VR_MT	1	.538	.097	.343	.734
		2	.962	.065	.830	1.093
		3	.538	.080	.378	.699
		4	.615	.074	.467	.764
		5	.462	.071	.320	.603

**TABLE 3**

The ANOVA main results for VR-MT (Bonferroni's adjustment)

<i>Variable</i>	<i>F value</i>	<i>Sig.</i>	<i>Effect size</i>	<i>Power</i>
Task	383.45	.000	.885	1.00
Mazes	7.643	.000	.388	.994
Task * Mazes	4.52	.038	.083	.550
Group	89.22	.000	.641	1.00
Task * Group	42.60	.000	.460	1.00
Mazes * Group	2.17	.147	.042	.304
Task * Mazes * Group	.007	.933	.000	.051

# Conclusioni

- VR-Maze Test come strumento di valutazione delle abilità spaziali in prospettiva egocentrica
- VR-Maze Test come strumento di valutazione della capacità di passare da una conoscenza survey a route (es. lettura di mappe per la navigazione)
- VR-Maze Test come strumento ad integrazione della valutazione neuropsicologica classica per la valutazione del disorientamento topografico

# Compromissione Cognitiva ed Ictus

- Nys et al (2007) Cerebrovasc. Dis. vol 23: Pazienti con ictus in fase acuta mostrano:
  - Compromissioni delle funzioni esecutive (39%)
  - Compromissione delle capacità percettive (38%)
  - Compromissione della memoria
- Daws et al (2003) Clinical Rehab. vol 17:
- L'introduzione di un compito secondario interferisce con la prestazione ad un compito primario in pazienti con danno cerebrale acquisito

# Scopo della ricerca

- Sviluppare un compito in VR che richieda ai partecipanti di affrontare una situazione di vita quotidiana
- Introdurre un compito interferente che richieda al soggetto di ridefinire le priorità di pianificazione del compito che sta svolgendo
- Valutare l' applicazione del compito in VR in una popolazione clinica e in una popolazione di controllo
- Confrontare il compito in VR con test carta e matita

# Partecipanti

- **10 pazienti con Ictus:**
- 6 donne - 4 uomini
- di età compresa fra 47 e 86 anni (M 65,3)
- con scolarità media = 13,2 anni
- Valutati entro i due mesi dall'evento ictale
  
- **21 soggetti non clinici:**
- Uguale età e scolarità
- Mini Mental State Evaluation (MMSE) > 24

# Criteri di esclusione

**Compromissione motoria** (emiparesi/emiplegia degli arti superiori)

**Grave compromissione cognitiva** (MMSE < 18)

**Unilateral spatial neglect** (BIT < 129)

**Difficoltà nella comprensione del linguaggio** (Token Test < 29/36)

**Compromissione del riconoscimento visivo** (Street Completion Test < 2,25/14)

Paziente	Età	Sesso	Scolarità	Sede lesionale	Eziologia	MMSE
1	53	F	18	Sx	ischemia	30
2	64	F	18	Sx	ischemia	27,54
3	47	M	13	Dx	ischemia	26,9
4	82	F	8	Dx	ischemia	30
5	72	F	5	Dx	ischemia	24,7
6	59	F	5	bulbo	TIA	27,74
7	62	M	17	-	TGA	26,46
8	86	F	18	Sx	ischemia	30
9	52	M	13	Sx	ischemia	30
10	76	M	17	bulbo	TIA	26,3

# Valutazione NPS

- Corsi's span e supraspan
  - Span di cifre
  - Breve racconto
  - Fluenza Semantica
  - Token Test
- Behavioral Inattention Test
- Tower Of London
- Frontal Assessment Battery
- Trial Making Test (A, B)
- Street Completion Test

Beck Depression Inventory

STAI

# L'ambiente VR

Un supermercato sviluppato a partire dal software NeuroVR 1.5

96 scaffali suddivisi in 12 sezioni di prodotti. Ogni mensola dello scaffale contiene 6 prodotti uguali.

Modalità non immersiva (su grande schermo)

I partecipanti navigano attivamente nell'ambiente muovendosi fra gli scaffali

La selezione dei prodotti avviene attraverso un puntatore di direzione attivabile dal joypad



# Virtual shopping task

- Il compito è composto da 13 trials e strutturato in maniera gerarchica
- Esistono due regole principali che il partecipante deve seguire:
  - **Regola primaria:** Prendere dagli scaffali, nell'ordine prestabilito, 4 prodotti che vengono indicati in una lista (in forma scritta)
  - **Regola secondaria:** ogni volta che sentono un annuncio audio i partecipanti devono temporaneamente modificare la regola primaria in accordo con quanto ascoltato

L'annuncio audio puo' richiedere:

- Una modifica dell'ordine in cui gli oggetti devono essere presi  
( es. "lo zucchero sta terminando, affrettarsi" )
- Una modifica della quantità di un singolo oggetto nella lista  
( es " le banane sono in offerta 2X1" )
- Una combinazione di ordine e quantità  
( es. "Il latte è in offerta 2x1 ma solo per i prossimi 5 minuti" )

# Procedura

## Valutazione NPS

**Fase di training in VR:** in una versione semplificata del supermarket

**Fase di Esplorazione:** 10 minuti di navigazione “guidata” in cui lo sperimentatore richiama l’attenzione sulla struttura dell’ambiente e sulla collocazione degli oggetti

**Fase Sperimentale:** 13 trials (in 3 versioni parallele) di cui

- trials 1-3 solo regola primaria
- trials 4-6 regola secondaria (ordine)
- trials 7-9 regola secondaria (numero)
- trials 10-13 regola secondaria (ordine e numero)

## Cosa valutiamo?

Durante l'esecuzione del compito in VR è possibile tenere traccia di ogni movimento del soggetto

Per questa sperimentazione abbiamo valutato:

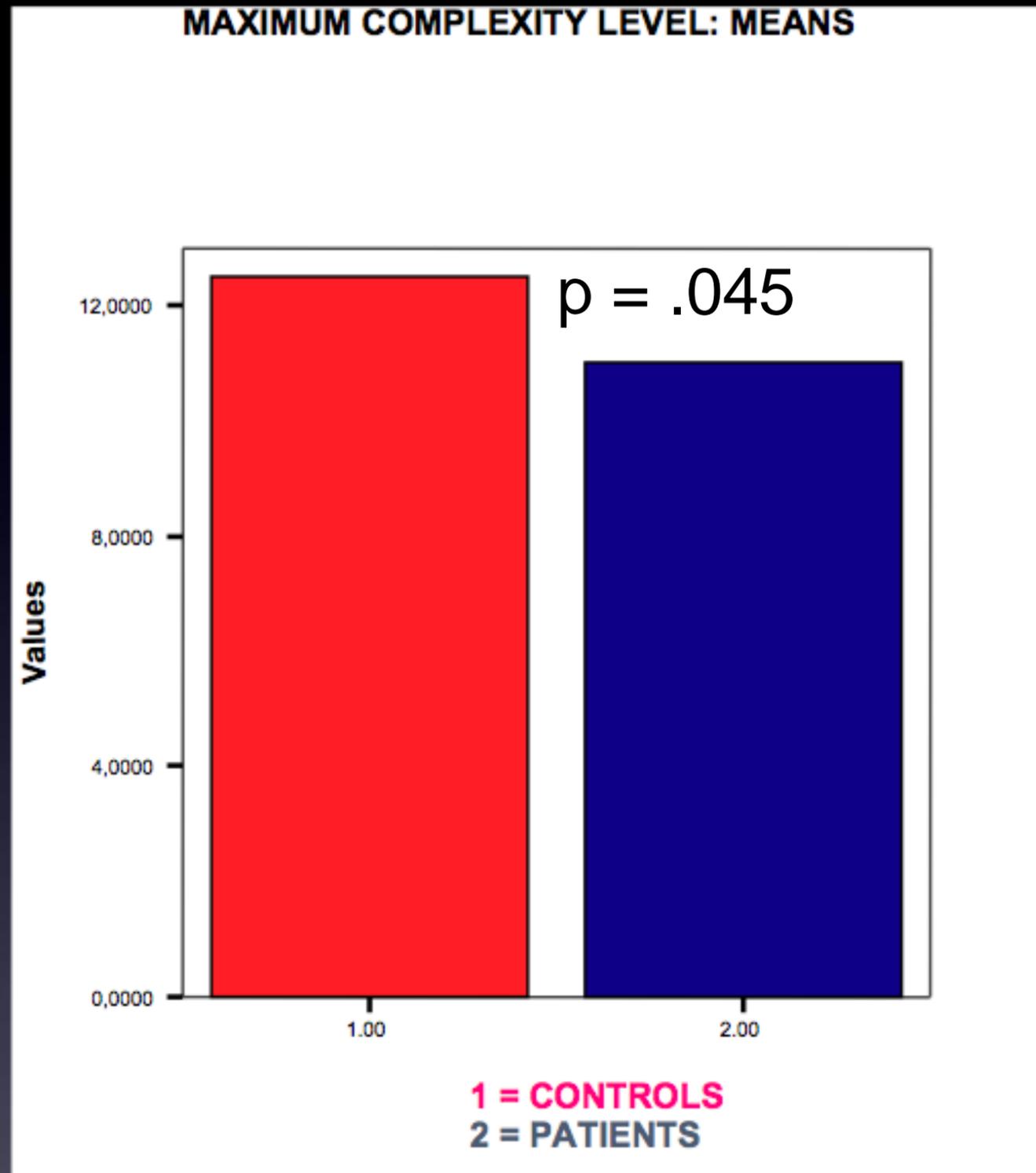
**VR**

Tempo di esecuzione di ogni trial

Errori nell'esecuzione del trial

Tempo di esecuzione dell'intero compito

Livello massimo raggiunto



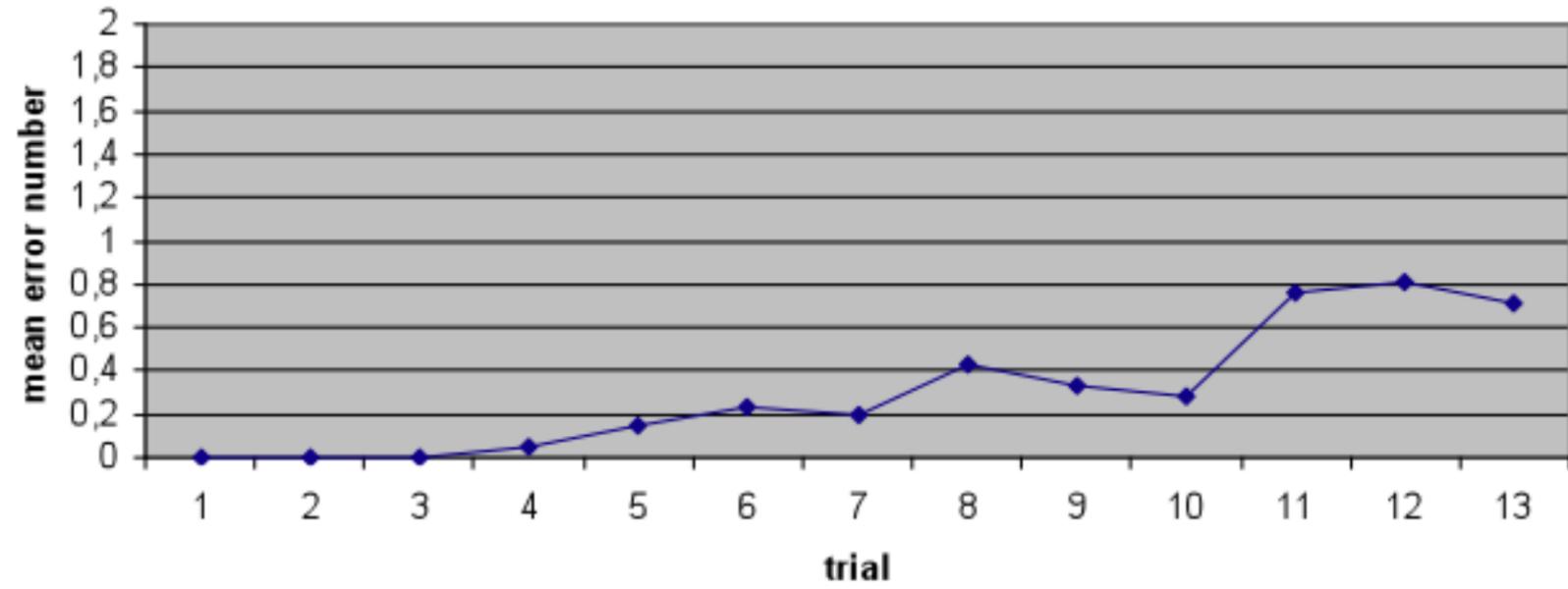
5/10 pazienti (50%)

18/21 partecipanti (85,7%)

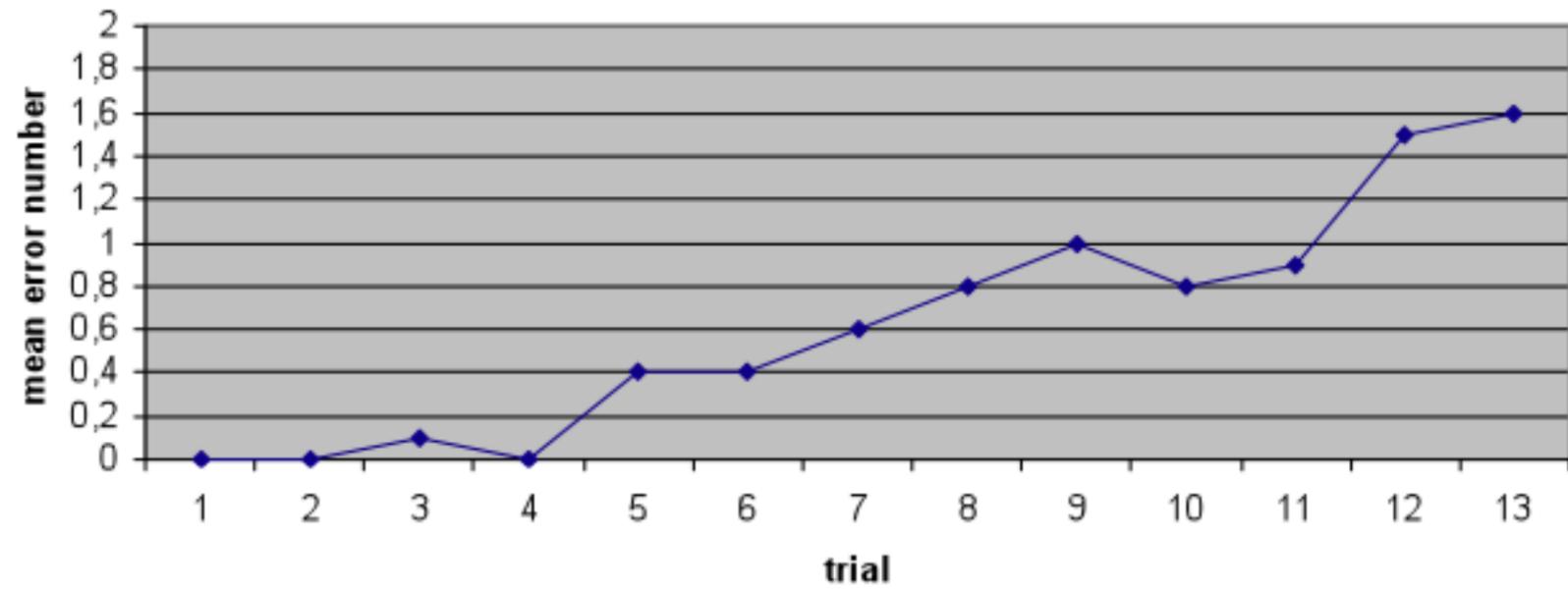
raggiungono il massimo livello di complessità

Nessuna differenza nel tempo di esecuzione

Control subjects



Patients



# Correlazioni con test NPS

**TRIAL 7-9** (modifica della quantità)

**TRIAL 13** (modifica di ordine e quantità)

**Sono correlati con:**

**TMT (-.773)**

**TOL (-. 793)**

**memoria di racconto (-. 790)**

I trials richiedono un'abilità nel mantenere in memoria nuove istruzioni, ripianificare l'esplorazione senza dimenticare la regola primaria

Il trial 13 mostra il massimo livello di complessità (più alto numero di oggetti e ripianificazioni) ed è altamente correlato con TOL

# Conclusioni

- Nei pazienti con ictus è compromessa la capacità di gestire un alto livello di complessità nell'esecuzione di un compito
- Se opportunamente configurata la VR può essere un buono strumento per la valutazione del deficit cognitivo in pazienti con danno cerebrale tanto quanto i test carta e matita
- I pazienti mostrano una maggiore predisposizione alla valutazione in VR

# Sviluppi Futuri

- Allargare il campione clinico
- Confronto fra pazienti dx/sx
- Introduzione di annunci non funzionali
- Utilizzo del Virtual Shopping Task per la riabilitazione

# Domande ?

- Morganti F., Stefanini S., Riva G. (2013). From Allo- to Egocentric Spatial Ability in early Alzheimer's Disease: A study with virtual reality spatial tasks. *Cognitive Neuroscience*, 4, 171-180.  
10.1080/17588928.2013.854762
- Morganti F., Riva G. (*in press*). Virtual Reality as Egocentric Technology for the Assessment of Cognitive decline in the Elderly. *Studies in Health Technology and Informatics*
- Raspelli S., Pallavicini F., Carelli L., Morganti F., Pedroli E., Cipresso P., Poletti B., Corra B., Sangalli D., Silani V., Riva G. (2012). Validating the Neuro VR-based virtual version of the Multiple Errands Test: preliminary results. *Presence-Teleoperators And Virtual Environments*, 21:1, 31-42.
- Morganti F., Marrakchi S., Urban P.P., Ianocari G. A., Riva G. (2009) A virtual reality based tool for the assessment of "survey to route" spatial organization ability in elderly population: preliminary data. *Cognitive Processing*, 10, 257-259.