

STRUMENTI

COGNITIVE RESERVE INDEX (CRI). UN QUESTIONARIO PER LA VALUTAZIONE DELLA RISERVA COGNITIVA

MASSIMO NUCCI, SARA MONDINI E DANIELA MAPELLI

Università di Padova

Riassunto. Alla fine degli anni Ottanta viene riconosciuta e definita la capacità individuale di resistere al deterioramento cognitivo fisiologico o patologico. Da allora si è chiarita la distinzione tra riserva cerebrale (*Brain Reserve*) e riserva cognitiva (*Cognitive Reserve*), ovvero tra risorse di tipo neurologico e quelle, di carattere funzionale, di tipo cognitivo. Tuttavia la misurazione della riserva cognitiva rimane, ancora oggi, non univoca. Nel presente lavoro si propone un nuovo questionario (*Cognitive Reserve Index*, CRI) per il calcolo standardizzato della *Cognitive Reserve*, presentando i primi risultati della sua somministrazione e sottolineandone l'importanza e l'applicabilità in ambito clinico.

1. INTRODUZIONE

In un lavoro di Katzman e collaboratori (Katzman, Terry, DeTeresa, Brown, Davies, Fuld, Renbing e Peck, 1988) viene riportato lo studio di 10 soggetti con chiari segni neuroanatomici di demenza di tipo Alzheimer (AD) la cui prestazione ai test cognitivi risultò migliore rispetto ad un gruppo di anziani sani di pari età. Gli autori concludevano che tale discrepanza fosse dovuta ad un cervello di dimensioni maggiori della norma, ossia ad un maggior numero di neuroni. La grande quantità di materia cerebrale, al pari di una *riserva*, aveva compensato il danno neurologico.

Da allora un numero crescente di studi (si veda ad es. Goldman, Price, Storandt, Grant, McKeel, Rubin e Morris, 2001; Dufouil, Al-pérovitch e Tzouri, 2003; Bennett, Wilson, Schneider, Evans, Mendes De Leon, Arnold, Barnes e Bienias, 2003; Roe, Xiong, Miller e Morris, 2007; Nithianantharajah e Hannan, 2009) ha rilevato che il rapporto tra danno cerebrale e la sua manifestazione clinica ha un'ampia variabilità. Tale fenomeno è stato spiegato con varie ipotesi legate all'idea di riserva, fino all'affermarsi dei due concetti di *Brain Reserve* e *Cognitive Reserve* (Stern, 2002). Con *Brain Reserve* (BR) sono indi-

Gli interessati possono consultare il questionario, le istruzioni per somministrarlo e una pagina excel per il conteggio del CRI al sito: <http://cri.psy.unipd.it>

cate le differenze individuali nell'anatomia cerebrale (principalmente le dimensioni del cervello e il conteggio di neuroni e delle sinapsi) che consentono di fronteggiare il danno neurologico. Con *Cognitive Reserve* (CR) si indicano le differenze individuali non nell'anatomia, ma nelle modalità con le quali vengono elaborate le informazioni (fra queste l'efficienza e la flessibilità delle reti neurali). Tali modalità permettono una migliore capacità di far fronte al danno cerebrale. La BR e la CR sono indicate rispettivamente come modello passivo e attivo di riserva anche richiamando, in un certo modo, la vecchia contrapposizione tra hardware e software (cfr. Scarmeas, Zarahn, Anderson, Habeck, Hilton, Flynn, Marder, Bell, Sackeim, Van Heertum, Moeller e Stern, 2003b; Stern 2002). Tuttavia, alcuni lavori non menzionano tale distinzione, ignorando una delle due ipotesi o confondendole tra loro (si veda ad es. Christensen, Anstey, Parslow, Mackinnon e Sachdev, 2006; Staff, Murray, Deary e Whalley, 2004; Pernecky, Drzezga, Diehl-Schmid, Schmid, Wohlschläger, Kars, Grimmer, Wagenpfeil, Monsch e Kurz, 2006). Nel presente articolo tratteremo esclusivamente della CR.

La maggior parte degli studi che portano evidenze empiriche a sostegno della CR possono essere compendiate in due categorie. La prima ha carattere prevalentemente epidemiologico ed include soprattutto studi longitudinali. Il principale obiettivo di tali lavori è dimostrare il fattore protettivo della CR, in particolare nella AD (si veda ad es. Alexander, Furey, Grady, Pietrini, Mentis e Schapiro, 1997; Goldman *et al.*, 2001; Crowe, Andel, Pedersen, Johansson e Gatz, 2003; McDowell, Xi, Lindsay e Tierney, 2007; Starr e Lonie, 2008). Paradigmatico è lo studio di Valenzuela e Sachdev (2005) che propongono una meta-analisi su 22 articoli (nel *follow up* sono coinvolti più di 29000 individui) e riassumono i risultati in una diminuzione del rischio di sviluppare AD del 46% in persone con alta CR. La seconda categoria raccoglie studi che utilizzano tecniche di neuroimmagine come principale fonte d'informazione (si veda ad esempio Scarmeas *et al.*, 2003b; Staff *et al.*, 2004; Drzezga, Riemenschneider, Strassner, Grimmer, Peller, Knoll, Wagenpfeil, Minoshima, Schwaiger e Kurz, 2005; Pernecky *et al.*, 2006; Solé-Padullés, Bartrés-Faz, Junqué, Vendrell, Rami, Clemente, Bosch, Villar, Bargalló, Jurado, Barrios e Molinuevo, 2007; Bosh, Rami, Bartrés-Faz, Rami, Arenaza-Urquijo, Eider, Fernandez-Espejo, Junqué, Solé-Padullés, Sanchez-Valle, Bargallo, Falcon e Molinuevo, 2010). Pazienti con prestazioni cognitive tra loro equivalenti e con sospetta o iniziale AD mostrano *pattern* metabolici diversi a seconda della loro CR. In particolare, pazienti con alta CR hanno una maggior riduzione del metabolismo o del flusso cerebrale sanguigno, ad indicare uno stadio della malattia più avanzato e, quindi, una maggiore resistenza al danno neuronale. In altre parole,

pur avendo un tessuto cerebrale più danneggiato, grazie ad una maggiore CR, la loro prestazione cognitiva è equivalente a chi ha un minor danno cerebrale. Per un approfondimento sulla CR si rimanda ad una delle recenti rassegne (Stern, 2002; Kramer, Bherer, Colcombe, Dong e Greenough, 2004; Whalley, Deary, Appleton e Starr, 2004; Valenzuela e Sachdev, 2005; Stern, 2006; Keller, 2007; Stern, 2009).

Nonostante l'elevato numero di studi sull'argomento è sorprendente la varietà con la quale è stata stimata la CR. Infatti, a tutt'oggi non esiste una modalità standardizzata e condivisa per la sua misura. Tra i principali indici considerati risulta la scolarità, valutata di volta in volta come anni di scuola o titolo di studio raggiunto, quest'ultimo registrato su scale ordinali a differenti livelli (si veda ad es. Gatz, Svedberg, Pedersen, Mortimer, Berg e Johansson, 2001; Ngandu, Von Strauss, Helkala, Winblad, Nissinen, Tuomilehto, Soininen e Kivipelto, 2007). Segue l'attività lavorativa dell'ultima occupazione o di quella più a lungo praticata, ordinata su differenti basi quali l'impegno cognitivo, il reddito, il prestigio sociale eccetera (si veda ad es. Stern Alexander, Prohovnik, Stricks, Link, Lennon e Mayeux, 1995; Garibotto, Borroni, Kalbe, Herholz, Salmon, Holtorf, Sorbi, Cappa, Padovani, Fazio e Perani, 2008). Ancora, indice di CR è considerato il quoziente intellettivo (IQ) premorboso, misurato per mezzo di differenti test o ricavato da database già esistenti (si veda ad es. Scarmeas Zarah, Anderson, Habeck, Hilton, Flynn, Marder, Bell, Sackeim, Van Heertum, Moeller e Stern, 2003a; Stern, Habeck, Moeller, Scarmeas, Anderson, Hilton, Flynn, Sackeim e Van Heertum, 2005). Infine sono valutate le attività durante il tempo libero: in alcuni casi sono considerate solo le attività cognitivamente stimolanti, altre volte quelle di ogni genere (ad esempio quelle sportive, domestiche o sociali). Inoltre alcuni studi considerano solo le attività ancora praticate, mentre in altri quelle praticate negli ultimi anni o durante l'intero arco di vita (si veda ad es. Bosh, Bartrés-Faz, Rami, Arenaza-Urquijo, Fernandez-Espejo, Junqué, Solé-Padullés, Sanchez-Valle, Bargallo, Falcon e Molinuevo, 2010; Crowe *et al.*, 2003). Con qualche rara eccezione per la scolarizzazione, nessuno di questi indici è utilizzato da solo, ma sono per lo più combinati a coppie o terne e spesso non è sempre soddisfacente la ragione della loro scelta e della loro combinazione. In aggiunta, solo una parte di questi studi prevede il controllo – come covariate – di alcune variabili quali l'età, il genere, la presenza di alcuni indici genetici (specificatamente l'ApoE-ε4), lo status sociale, la dieta alimentare e così via. Difficile sottrarsi alla sensazione che tanta variabilità abbia reso più problematico il confronto dei risultati e più difficile ed incerto l'utilizzo della CR al di fuori dello stretto ambito della ricerca di base.

L'obiettivo di questo lavoro è la presentazione di un nuovo questionario, chiamato *Cognitive Reserve Index* (CRI), che consente il calcolo

standardizzato della CR. Il questionario CRI si propone come uno strumento utile sia nella ricerca di base sia nella pratica clinica.

Nella ricerca di base è importante poter disporre di uno strumento standardizzato di valutazione della CR ogni qual volta sia necessario misurare aspetti delle capacità cognitive di un individuo alla luce del suo stile di vita. Pertanto, il CRI potrebbe potenzialmente configurarsi come una nuova misura adatta a pesare i risultati di molti test. Nella pratica clinica la mancanza di uno strumento come il CRI risulta, per certi versi, sorprendente. La diagnosi e la prognosi delle demenze degenerative e dei disturbi cerebrali acquisiti possono avvantaggiarsi del CRI nell'interpretazione dei risultati ai singoli test. Inoltre, la somministrazione del CRI consente una valutazione complessiva del paziente e del suo stile di vita, rendendo parte di un protocollo di diagnosi quello che oggi è affidato alla sola sensibilità ed esperienza del clinico.

Nel presente lavoro descriviamo il CRI e riportiamo i primi risultati e le prime analisi ottenute dalla sua somministrazione su un ampio campione, con l'obiettivo di far conoscere il questionario alla comunità scientifica e al neuropsicologo clinico.

2. COGNITIVE RESERVE INDEX

Per la progettazione e la costruzione del questionario CRI abbiamo selezionato dalla letteratura recente tre indici della CR: la scolarità, l'attività lavorativa e l'attività nel tempo libero. La formazione scolastica è uno degli indici di stima più frequentemente adoperati, costituendo la prima fondamentale fonte di CR dell'individuo (si veda ad es. Stern, Alexander, Prohovnik e Mayeux, 1992; Gatz, Svedberg, Pedersen, Mortimer, Berg e Johansson, 2001; Perneckzy *et al.*, 2006; McDowell *et al.*, 2007; Ngandu, Von Strauss, Helkala, Winblad, Nissinen, Tuomilehto, Soininen e Kivipelto, 2007). Alcuni autori hanno poi dimostrato che una seconda fonte di CR – indipendente ed additiva rispetto alla prima – è l'attività lavorativa (si veda ad es. Stern, Alexander, Prohovnik, Stricks, Link, Lennon e Mayeux, 1995; Staff *et al.*, 2004; Garibotto *et al.*, 2008). Ancora, confrontando soggetti equivalenti per scolarità e lavoro, coloro che sono impegnati in attività di tempo libero più intense e cognitivamente stimolanti risultano avere una maggiore CR (si veda ad es. Wilson, Bennett, Bienias, Aggarwal, Mendes De Leon, Morris, Schneider e Evans, 2002; Scarmeas *et al.*, 2003a; Crowe *et al.*, 2003).

Tra gli indici più comuni utilizzati per la stima della CR risulta anche l'IQ premorboso (si veda ad es. Alexander *et al.*, 1997; Scarmeas *et al.*, 2003a; Starr e Lonie, 2008). Per quanto non vi sia dub-

bio che l'intelligenza e la CR siano tra loro correlate, un insieme di ragioni hanno portato alla decisione di escludere l'IQ tra gli indici del questionario CRI. La misura dell'intelligenza è strettamente legata alla prestazione di un individuo (Kaufman, 2001; Mortensen e Kleven, 1993), mentre l'idea stessa di CR rimanda ad un accumulo o scorta di risorse potenziali. Riflettere questa differenza di natura tra i due costrutti nella modalità stessa della loro valutazione è rilevante in ragione dell'impiego che può esser fatto del questionario CRI. In contesti di sospetto o manifesto danno cerebrale, a volte associato ad altre patologie o all'utilizzo di farmaci, la stima dell'IQ potrebbe essere, se non impossibile, quantomeno poco affidabile. Viceversa una stima della CR basata esclusivamente su una breve raccolta d'informazioni di carattere bioanagrafico può esser effettuata anche a persone molto anziane, malate, con danno cerebrale, malattie psichiatriche o, con altrettanta validità, a chi si prende cura di loro. In aggiunta, l'utilizzo dell'intelligenza nella stima della CR comporterebbe una parziale perdita di significato del confronto tra IQ e CRI, diversamente molto utile a livello diagnostico. Infatti, nella pratica clinica potrebbe rivelarsi decisiva l'informazione di un paziente con un alto CRI e una bassa prestazione in un test di intelligenza, indizio di un sospetto deterioramento cognitivo. Nel caso in cui l'IQ fosse un indice utilizzato per la stima della CR tale discrepanza sarebbe parzialmente mascherata.

3. METODO

3.1. *Campione*

Il questionario CRI è stato somministrato a 353 partecipanti di madre lingua italiana (59% di genere femminile) reclutati casualmente dalla popolazione di differenti regioni. Successivamente, per rendere il campione omogeneo, sono stati espunti i dati di 50 donne di età inferiore ai 30 anni. Il campione così costituito è composto da 303 individui sani di età compresa tra i 20 e i 92 anni ($M = 52.81$, $DS = 19.39$), suddivisi in tre fasce: dai 20 ai 44 anni ($n = 117$), dai 45 ai 69 ($n = 114$) e dai 70 ai 92 anni ($n = 72$). A tutti i partecipanti è stato somministrato il MMSE (Folstein, Folstein e McHugh, 1974) al fine di escludere i casi di sospetto deterioramento cognitivo (18 partecipanti con MMSE inferiore a 24/30 non sono stati inseriti nel campione). Questo è stato l'unico criterio di esclusione nella selezione dei soggetti. In tabella 1 sono riportate le specifiche numerosità del campione per genere e fasce d'età.

3.2. Strumenti

Cognitive Reserve Index (CRI). Il questionario, è composto di quattro sezioni riguardanti rispettivamente le informazioni anagrafiche, il curriculum scolastico, l'attività lavorativa e le attività del tempo libero:

Informazioni anagrafiche. La sezione raccoglie le principali informazioni anagrafiche riguardo all'individuo (cognome, nome, data e luogo di nascita, luogo di residenza, nazionalità e stato civile), di queste solamente l'età entrerà a far parte del calcolo del CRI, le rimanenti informazioni sono raccolte per permettere un'analisi sociale e demografica dei risultati.

Informazioni scolastiche (sottoindice CRI-Scuola). La sezione conteggia gli anni di formazione scolastica (compresi i corsi di specializzazione) ed eventuali corsi di natura formativa della durata di almeno 6 mesi.

Attività lavorativa (sottoindice CRI-Lavoro). La sezione registra la tipologia dell'attività lavorativa per mezzo di una scala a 5 livelli ordinata per grado di impegno cognitivo e di responsabilità personale. A lavori di scarsa specializzazione (ad es. «lavoro in campagna» o «operatore di call center») corrispondono punteggi inferiori rispetto ad impieghi che richiedono un maggior impegno cognitivo (ad es. «commerciate» o «maestra d'asilo»). Il livello più alto della scala include professioni che oltre all'impegno cognitivo richiedono anche alta responsabilità (ad es. «dirigente di grande azienda», «magistrato»). Per la lista completa delle professioni e dei livelli si veda la sezione CRI-Lavoro del questionario in appendice. Oltre alla tipologia dell'attività lavorativa sono registrati gli anni di impiego. Sono conteggiate anche attività lavorative in contemporanea con altre.

Attività tempo libero (sottoindice CRI-TempoLibero). La sezione è composta da 17 item riguardanti tutte quelle attività svolte al di fuori degli impegni lavorativi e/o scolastici. Oltre ad attività di carattere puramente intellettuale (ad es. «lettura di libri» o «mostre, concerti, conferenze») sono considerate attività sociali e sportive (ad es. «attività di volontariato» o «sport di ogni genere») e attività ricreative (ad es. «viaggi di più giorni» o «attività artistiche»). Per la lista completa degli item si rimanda alla sezione CRI-TempoLibero del questionario in appendice. Ogni item registra la frequenza media con la quale è stata svolta una data attività all'interno di un determinato arco di tempo (settimana, mese, anno) e riporta per quanti anni è stata praticata.

Mini Mental State Examination (MMSE; versione italiana in Magni, Binetti, Padovani, Cappa, Bianchetti e Trabucchi, 1996). Ai partecipanti è stato somministrato il test MMSE al fine di individuare ed escludere individui con sospetta compromissione cognitiva. Il MMSE è composto di domande relative all'orientamento spaziale e temporale, prove di memoria, di linguaggio, di attenzione e di valutazione delle abilità prassico-costruttive.

TAB. 1. *Media e deviazione standard dell'età e dei risultati al Test TIB, al Test del vocabolario WAIS e al MMSE, divise per genere e fasce di età*

	FASCE	N	ETÀ	MMSE	TIB	VOC (WAIS)
					(n. errori)	
TOT	20-92 anni	303	52.81 (19.39)	28.27 (2.5)	6.08 (7.09)	57.01 (12.78)
MASCHI	20-44 anni	66	28.63 (7.75)	29.30 (0.84)	3.34 (3.66)	60.80 (9.33)
	45-69 anni	38	55.92 (6.91)	28.29 (1.69)	5.32 (6.38)	57.97 (11.28)
	70-92 anni	19	76.24 (4.84)	25.70 (4.74)	10.17 (9.88)	48.94 (16.97)
<i>TOT maschi</i>		123	45.41 (19.83)	28.48 (2.4)	4.92 (6.18)	58.52 (11.87)
FEMMINE	20-44 anni	51	36.82 (6.61)	29.01 (1.02)	4.98 (5.23)	58.86 (11.62)
	45-69 anni	76	54.31 (7.07)	28.89 (1.20)	4.69 (6.38)	59.10 (12.07)
	70-92 anni	53	78.72 (6.44)	26.13 (3.78)	12.10 (8.78)	48.79 (14.27)
<i>TOT femmine</i>		180	57.71 (17.47)	28.13 (2.5)	6.87 (7.5)	56.16 (13-34)

Test di intelligenza breve (TIB; Colombo, Sartori e Brivio, 2002). Ad ogni partecipante è stato somministrato il TIB, un test di lettura di parole con accento regolare o irregolare che è stato dimostrato essere correlato con il IQ.

Test del Vocabolario della WAIS-R (versione italiana, Orsini e Laicardi, 1998). Ad ogni partecipante è stato somministrato il sub-test Prova di Vocabolario della WAIS-R, dove è richiesto il significato di una serie di vocaboli. La performance a questo sub-test risulta correlata all'IQ.

I valori medi e la deviazione standard dei punteggi per fasce d'età e genere di MMSE, TIB e Test del vocabolario sono riportati in tabella 1.

3.3. *Procedura*

La partecipazione alla ricerca avveniva a titolo gratuito e su base volontaria. La compilazione dei questionari richiedeva dai dieci ai venti minuti. I dati sono stati raccolti direttamente dagli autori o da studenti impegnati nel lavoro di tesi di laurea durante l'anno accademico 2008/2009. I partecipanti sono stati scelti senza alcun criterio di selezione fra la popolazione italiana (sono state escluse 18 persone con MMSE inferiore a 24/30).

Verso la validazione del questionario CRI

In relazione alla validità a priori del questionario CRI (chiarezza della definizione e validità di contenuto, cfr. Boncori 2006, p. 30), abbiamo considerato l'evoluzione del concetto di CR adottando la definizione di Stern: «*Cognitive reserve: individual differences in how people process tasks allow some to cope better than others with brain*

pathology» (Stern, 2009 p. 2016). La scelta degli indici per la sua stima è stata effettuata sulla base dei dati presenti in letteratura (vedi paragrafo *Cognitive Reserve Index*).

In relazione alla validità a posteriori del questionario sono necessarie alcune considerazioni. Il questionario CRI utilizzato in questo studio è il risultato di una profonda revisione di un primo strumento realizzato a questo scopo. Nato da un ampio esame della bibliografia e dal confronto di più esperti impegnati non solo nella ricerca di base, ma anche nella pratica clinica, il primo questionario per la rilevazione della CR registrava un maggior numero di informazioni rispetto all'attuale. Raccolto un campione di circa 200 soggetti sono state condotte una serie di analisi sugli item della sezione CRI-TempoLibero con strumenti basati sulla *Item Response Theory* (cfr. van der Linden e Hambleton, 1997; Rizopoulos, 2006). I risultati dell'analisi hanno permesso di escludere un certo numero di item non sufficientemente discriminativi e di accorpare quelli che fornivano informazioni in gran parte sovrapponibili. Inoltre è stata semplificata la registrazione dei dati relativi alle varie attività così come il loro peso stimato secondo l'impegno cognitivo richiesto. Sulla base delle difficoltà di somministrazione e di potenziali ambiguità nel loro computo, sono stati infine esclusi alcuni dati biografici (quali ad esempio, età dei figli, numero di case di proprietà, lingue parlate regolarmente).

Il questionario CRI è una stima della CR per mezzo di tre indici. Per cause di carattere storico-sociale o per scelte individuali, può accadere di incontrare casi dove sussista una certa sproporzione tra i tre indici del questionario nonostante questi siano pensati per misurare un'unica dimensione. Si pensi a chi ha, o abbia avuto, un lavoro di alta responsabilità (alto indice CRI-Lavoro), ma non abbia potuto finire le scuole (basso indice CRI-Scuola) per eventi esterni, ad esempio persone oggi settantenni che abbiano dovuto interrompere gli studi a causa della II guerra mondiale. Al contrario, un giovane laureato e specializzato (alto CRI-Scuola) potrebbe lavorare per anni in un *call center* (basso indice CRI-Lavoro) a seguito della crisi del mercato del lavoro. Anche il ruolo sociale delle donne fino agli anni Settanta rendeva difficile raggiungere elevati titoli di studio o lavori di alta responsabilità e per tali ragioni, donne intellettualmente molto attive nate prima degli anni Cinquanta potrebbero avere un indice CRI-Scuola e CRI-Lavoro basso in relazione al loro CRI-TempoLibero. Ancora, non è affatto scontato (anzi si direbbe il contrario) che chi ha un lavoro di grande responsabilità ed impegno possa poi praticare nel suo tempo libero molte attività con frequenza regolare e per molti anni. In altre parole la correlazione tra i tre indici non è strutturalmente necessaria. La scelta di renderli di ugual peso nel calcolo del CRI segue proprio dall'intenzione di valutare equamente le varie fonti della CR, proprio perché potrebbero essere in contrasto tra loro. Per queste ragioni, la

correlazione tra i vari indici del questionario CRI non è a nostro parere da considerarsi decisiva in relazione alla sua validazione.

La mancanza, anche a livello internazionale, di un questionario standardizzato per la stima della CR, principale stimolo del nostro lavoro, rende impossibile la verifica della validità concorrente del questionario CRI. Tuttavia si è confrontato l'indice CRI con due test (TIB e Test del vocabolario della WAIS) considerati misure dell'intelligenza. CR ed intelligenza hanno differenti costrutti e misure, ma la loro correlazione è un dato spesso riportato in letteratura ed è dunque da considerare per la validità di costruito del questionario.

Calcolo del CRI

Nel calcolo del CRI concorrono equamente le tre sezioni del questionario, in ciascuna di queste la misura della CR è effettuata secondo criteri differenti, in particolare:

- il punteggio della sezione CRI-Scuola consiste nel conteggio degli anni di studio sommato a quello di eventuali corsi di natura formativa della durata superiore ai sei mesi;

- il punteggio della sezione CRI-Lavoro conteggia gli anni di attività lavorativa svolta (approssimati per eccesso, di 5 anni in 5 anni) moltiplicati per un peso (da 1 a 5) indicante il grado di impegno cognitivo richiesto (in caso di più professioni viene conteggiato un punteggio che tiene conto di ciascuna di esse);

- il punteggio della sezione CRI-TempoLibero somma gli anni di pratica (approssimati per eccesso, di 5 anni in 5 anni) di 16 differenti attività, ciascuna pesata per la frequenza con la quale è stata svolta. A tale punteggio viene poi aggiunto un valore proporzionato al numero dei figli, unico item che non conteggia frequenza o anni di pratica.

I punteggi grezzi di ciascuna sezione così calcolati sono evidentemente correlati con l'età dei soggetti (anni di scuola con età: $r = -0.52$; lavoro con età: $r = 0.43$; tempo libero con età: $r = 0.70$). Per eliminare l'influenza dell'età dai tre indici abbiamo utilizzato tre modelli lineari: i punteggi grezzi di ciascuna sezione entrano nei modelli come variabile dipendente, mentre l'età rappresenta la variabile indipendente o predittore. I punteggi CRI-Scuola, CRI-Lavoro e CRI-TempoLibero altro non sono che i residui dei tre modelli, standardizzati e trasposti su una scala con media 100 e deviazione standard 15. Il punteggio finale del questionario CRI è la media dei tre indici, nuovamente standardizzata e trasposta su una scala con media 100 e deviazione standard 15. In questo modo il punteggio CRI di ciascun soggetto è stimato al netto della sua età.

I calcoli e le analisi statistiche sono stati effettuati per mezzo di apposite *routines* scritte in ambiente R (R Development Core Team, 2003).

TAB. 2. *Media e deviazione standard degli anni di scuola registrati*

	Totale	Femmine	Maschi	20-44 anni	45-69 anni	69-92 anni
N	303	180	123	117	114	72
Anni di scuola	11.19 (4.93)	10.26 (4.83)	12.56 (4.76)	13.71 (4.09)	11.43 (4.43)	7.41 (4.31)

4. RISULTATI

Lo scopo del presente lavoro è la descrizione delle caratteristiche e delle potenzialità del questionario CRI e non l'analisi di alcune proprietà della popolazione italiana. Pertanto riportiamo le principali caratteristiche dell'indice CRI e delle sue componenti rilevate sul campione ed alcuni risultati di carattere inferenziale, senza specifiche ipotesi, ma sempre con uno scopo descrittivo.

La sezione CRI-Scuola (cfr. tab. 2) ha registrato una media di 11.19 anni di formazione scolastica, con picchi di frequenza ai 5, 8, 13 e 18 anni, associabili all'ordinamento scolastico italiano. Il 59% del campione è di genere femminile con una scolarità media di 10.26 anni, mentre la scolarità media maschile è di 12.56 anni. Nella fascia di popolazione più giovane, dai 20 ai 44 anni, la scolarità media è di 13.71 anni, nella fascia dai 45 ai 69 anni è di 11.43 anni, mentre, come prevedibile, nella fascia di persone più anziane, dai 70 ai 92 anni, è di soli 7.41 anni.

Nella sezione CRI-Lavoro (cfr. tab. 3) l'impiego più frequentemente riportato (46%) è quello considerato come cognitivamente meno impegnativo (ad es. operaio non specializzato, cameriere o idraulico), seguito, a pari merito, da tutti gli altri (circa 14% ciascuno), escluso l'impiego considerato con l'impegno cognitivo più elevato (1%; ad es. docente universitario, alto dirigente o impiego di alta responsabilità). L'11% dei soggetti ha dichiarato di non aver mai lavorato. Dividendo il campione tra genere femminile e maschile, le maggiori differenze riguardano la percentuale di soggetti che dichiara di non aver mai lavorato (7% delle donne contro 16% dei maschi). Lo stesso dato emerge dividendo il campione nelle tre fasce d'età sopra descritte (22% dei soggetti con meno di 45 anni dichiara di non aver mai lavorato, tale percentuale si abbassa al 2% nei soggetti dai 45 ai 69 anni e al 9% per le età superiori ai 69 anni).

Nella sezione CRI-TempoLibero (cfr. tab. 4) le attività più frequentemente riportate sono quelle che si riferiscono agli item relativi alle mansioni domestiche (14%) e alla guida (12%), mentre le più rare sono le attività artistiche (1%) e i viaggi (2%). La maggiore differenza tra i generi riguarda le attività domestiche (18% nelle femmine e 5% nei maschi), inoltre l'uso di nuove tecnologie è l'attività che fa regi-

TAB. 3. *Percentuale delle tipologie di lavoro divisi per impegno cognitivo richiesto*

	Totale	Femmine	Maschi	20-44 anni	45-69 anni	70-92 anni
N =	303	180	123	117	114	72
Mai lavorato (%)	11	7	16	22	2	9
Operaio non specializzato, lavoro in campagna, cameriere, autista, meccanico, idraulico, operatore call center, ecc. (%)	46	47	43	41	47	48
Artigiano o operaio specializzato, impiegato semplice, cuoco, commesso, sarto, infermiere, militare, parrucchiere, ecc. (%)	13	11	16	12	12	15
Commerciante, impiegato di concetto, religioso, agente di commercio, agente immobiliare, maestra d'asilo, musicista, ecc. (%)	15	18	12	14	18	14
Dirigente di piccola azienda, libero professionista qualificato (avvocato, medico, psicologo, ingegnere, ecc.), insegnante, ecc. (%)	14	17	11	11	20	13
Dirigente di grande azienda, impiego di alta responsabilità, politico, docente universitario, magistrato, ecc. (%)	1	0	2	0	1	1

TAB. 4. *Percentuale delle attività svolte durante il tempo libero*

	Totale	Femmine	Maschi	20-44 anni	45-69 anni	70-92 anni
N =	303	180	123	117	114	72
Lettura di giornali e settimanali (%)	10	10	11	6	10	12
Attività domestiche (cucinare, lavare, stirare, ecc.) (%)	14	18	5	11	13	17
Guida (escluse biciclette) (%)	12	9	18	5	14	8
Attività di tempo libero (sport di ogni genere, caccia, ballo, carte, bocce, ecc.) (%)	4	3	6	3	4	5
Uso di nuove tecnologie (macchine digitali, computer, Internet, ecc.) (%)	4	3	6	10	4	1
Attività sociali (cene con amici, circoli, pro loco, dopolavoro, ecc.) (%)	7	6	8	10	7	5
Cinema o teatro (%)	2	3	1	1	2	3
Cura dell'orto, giardinaggio, tinta alle pareti, lavori di idraulica, maglia, ecc. (%)	10	11	9	5	10	14
Provvedere ai nipoti/ai genitori anziani (%)	3	4	2	3	3	4
Attività di volontariato (%)	2	3	2	3	2	2
Attività artistiche (suonare uno strumento, dipingere, scrivere, ecc.) (%)	1	1	2	2	1	1
Mostre, concerti, conferenze (%)	3	3	3	2	3	2
Viaggi di più giorni (%)	2	1	2	2	1	1
Lettura di libri (%)	8	9	7	7	9	8
Cura di animali domestici (%)	6	6	5	7	5	6
Gestione del conto corrente in banca (%)	11	9	14	12	11	11

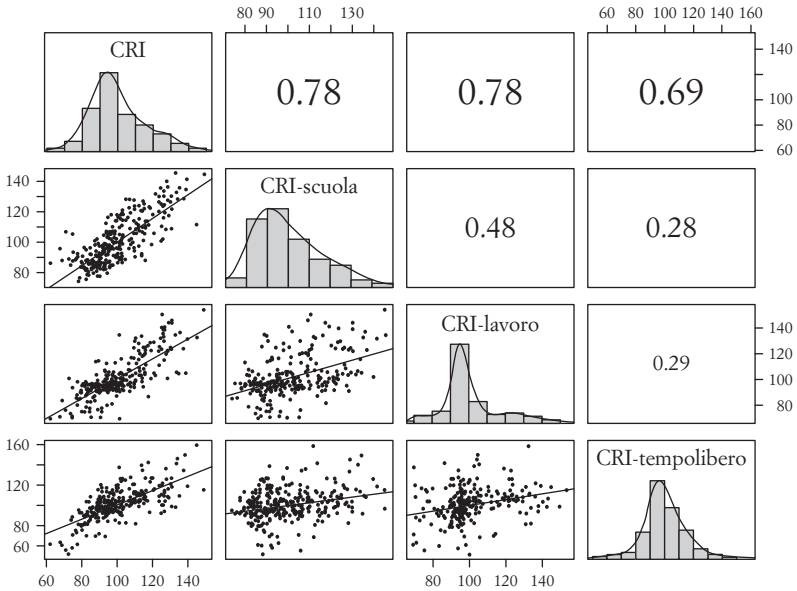


FIG. 1. Matrice di correlazione tra il CRI e i suoi tre sottoindici. Nella diagonale principale sono riportati gli istogrammi delle distribuzioni. Ad ogni indice di correlazione corrisponde in posizione simmetrica il relativo grafico a dispersione dove è tracciata la retta di regressione.

strare la massima differenza tra fasce d'età (10% tra i 20 e i 45 anni e 1% sopra i 69 anni).

Il questionario è stato somministrato ad campione di 303 soggetti. Il punteggio CRI e le sue tre componenti (CRI-Scuola, CRI-Lavoro, CRI-TempoLibero) non si distribuiscono secondo una forma gaussiana (Kolmogorov-Smirnov test, CRI: $D = 0.11$, $p < 0.05$; CRI-Scuola: $D = 0.10$, $p < 0.05$; CRI-Lavoro: $D = 0.18$, $p < 0.05$; CRI-TempoLibero: $D = 0.08$, $p < 0.05$; vedi fig. 1 per le distribuzioni).

In tabella 5 sono riportate le correlazioni (Coefficiente di correlazione di Bravais-Pearson) del CRI rispetto alle sue tre componenti. Con un campione di 303 soggetti tutte le correlazioni superiori a $r = 0.11$ sono significativamente differenti da 0 (Correlation test, $p < 0.05$). Complessivamente, il CRI ha la maggiore correlazione con la formazione scolastica e l'attività lavorativa (entrambi $r = 0.78$), mentre il tempo libero ha una correlazione di poco inferiore ($r = 0.69$, in figura 1 sono riportati i grafici a dispersione e la matrice di correlazione). Le correlazioni tra CRI-Scuola e CRI-Lavoro, CRI-Scuola e CRI-TempoLibero e CRI-Lavoro e CRI-TempoLibero sono rispettivamente $r = 0.48$, $r = 0.28$ e $r = 0.29$, queste ultime due sono significa-

TAB. 5. *Indici di correlazione del CRI con i suoi tre sottoindici. Tutte le correlazioni sono significativamente differenti da 0 ($p < 0.05$)*

	CRI-Scuola	CRI-Lavoro	CRI-TempoLibero
CRI	0.78	0.78	0.69
CRI Maschi	0.79	0.80	0.54
CRI Femmine	0.78	0.78	0.75
CRI (20-44 anni)	0.82	0.63	0.66
CRI (45-69 anni)	0.81	0.79	0.59
CRI (70-92 anni)	0.78	0.77	0.74

TAB. 6. *Indici di correlazione dei test TIB e Test del vocabolario della WAIS con il CRI e i tre suoi sottoindici*

	CRI	CRI-Scuola	CRI-Lavoro	CRI-TempoLibero
TIB (n. errori)	-0.53	-0.48	-0.32	-0.39
Test vocabolario	0.47	0.49	0.30	0.27

tivamente diverse dalla prima ($z = 2.88$, $p < 0.01$; $z = 2.74$, $p < 0.01$; formula proposta da Cohen e Cohen, 1983, p. 54). Le correlazioni dei punteggi delle tre sezioni con il CRI, divise per genere, si distinguono solamente rispetto al CRI-TempoLibero ($r = 0.54$ per i maschi e $r = 0.75$ per le femmine; $z = 4.51$, $p < 0.01$). Nelle tre diverse fasce d'età considerate le correlazioni tra il CRI e il CRI-Scuola rimangono elevate indipendentemente dall'età, mentre il CRI-Lavoro risulta comprensibilmente meno correlato con il CRI nella fascia d'età dei più giovani ($r = 0.63$).

In tabella 6 sono riportate le correlazioni del CRI e le sue sezioni con due dei test considerati in letteratura come strettamente associati all'intelligenza (TIB e Test del vocabolario). Il grado di correlazione del CRI con il TIB – registrato come numero di errori – è $r = -0.53$, mentre con il test del vocabolario è $r = 0.47$. Le due correlazioni si abbassano significativamente in relazione al CRI-Lavoro (TIB: $r = -0.32$, $z = 3.16$, $p < 0.01$; Test del vocabolario: $r = 0.30$; $z = 2.45$, $p < 0.01$) e al CRI-Tempo-Libero (TIB: $r = -0.39$, $z = 2.18$, $p < 0.05$; Test del vocabolario: $r = 0.27$; $z = 2.85$, $p < 0.01$), ma non si differenziano rispetto al CRI-Scuola ($z = 0.82$, $p = 0.20$; $z = 0.31$, $p = 0.62$).

In tabella 7 sono riportate le medie dei punteggi CRI e sottoindici divisi per genere e fasce d'età. Per verificare il loro effetto e l'eventuale interazione sono state condotte quattro ANOVA a due fattori (tab. 8).

Il CRI totale è significativamente differente nelle tre fasce d'età ($F_{(2)} = 15.23$, $p < 0.01$, $\omega^2 = 0.08$). In particolare le analisi *post-hoc* (t-test; dato l'esiguo numero di confronti non è stato effettuato alcun aggiustamento di α) hanno dimostrato che la fascia intermedia ha un CRI significativamente maggiore dei più giovani ($t(222) = 5.47$; p

TAB 7. Media e deviazione standard del CRI e dei suoi sottoindici divisi per genere e fasce di età

	FASCE	N	CRI	CRI-Scuola	CRI-Lavoro	CRI-TempoLibero
TOT	20-92 anni	303	100 (15)	100 (15)	100 (15)	100 (15)
	20-44 anni	66	96 (8)	99 (12)	97 (6)	95 (6)
MASCHI	45-69 anni	38	102 (13)	103 (15)	103 (15)	99 (10)
	70-92 anni	19	102 (19)	101 (16)	108 (23)	95 (17)
TOT maschi		123	99 (12)	101 (14)	101 (14)	97 (10)
	20-44 anni	51	98 (9)	96 (14)	98 (7)	100 (7)
FEMMINE	45-69 anni	76	108 (16)	103 (17)	106 (16)	108 (14)
	70-92 anni	53	94 (19)	98 (15)	92 (16)	96 (23)
TOT femmine		180	101 (17)	100 (16)	100 (16)	102 (17)

TAB. 8. Risultati statistici delle analisi sul CRI e i suoi sottoindici per valutare l'effetto di età e genere (4 ANOVA a due fattori). Sono riportate i valori delle statistiche F, il relativo p-value e la misura di Effect Size ω^2 . La presenza di asterischi indica che il fattore è significativo

	Sesso			Fasce d'età			Interazione Sesso-Età		
	F ₍₁₎	p-value	ω^2	F ₍₂₎	p-value	ω^2	F _(1,2)	p-value	ω^2
CRI	1.05	=0.30	0.00	15.23	<0.01**	0.08	4.21	<0.05*	0.02
CRI-Scuola	0.31	=0.57	0.00	3.51	<0.05*	0.02	0.44	=0.64	0.00
CRI-Lavoro	0.36	=0.54	0.00	13.37	<0.01**	0.07	9.77	<0.01**	0.05
CRI-TempoLibero	12.24	<0.01**	0.03	11.32	<0.01**	0.06	1.38	=0.25	0.00

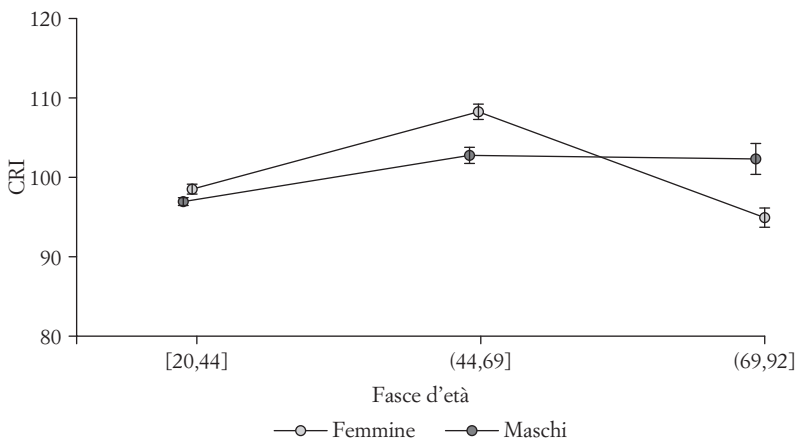


FIG. 2. Media e deviazione standard del punteggio CRI diviso per genere e fascia d'età.

< 0.01) e dei più anziani ($t(192) = 4.01$; $p < 0.01$), mentre tra queste ultime non vi è differenza ($t(186) = 0.38$; $p = 0.70$). L'ANOVA rileva la significatività anche dell'interazione fra genere ed età ($F_{(1,2)} = 4.21$, $p < 0.05$, $\omega^2 = 0.02$). Le singole analisi *post-hoc* (t-test; dato l'esiguo

numero di confronti non è stato effettuato alcun aggiustamento di α) indicano una differenza significativa fra maschi e femmine, a favore di queste ultime, solo nella fascia d'età intermedia ($t(113) = 2.00$, $p < 0.05$, vedi fig. 2).

Nelle rimanenti tre ANOVA, il fattore età è risultato significativo in tutti i sottoindici del CRI (CRI-Scuola: $F_{(2)} = 3.51$, $p < 0.05$, $\omega^2 = 0.02$; CRI-Lavoro: $F_{(2)} = 13.37$, $p < 0.01$, $\omega^2 = 0.07$; CRI-TempoLibero: $F_{(2)} = 11.32$, $p < 0.01$, $\omega^2 = 0.06$), il fattore genere solo nel CRI-TempoLibero ($F_{(1)} = 12.24$, $p < 0.01$, $\omega^2 = 0.03$), mentre l'interazione è significativa soltanto per il CRI-Lavoro ($F_{(1,2)} = 9.77$, $p < 0.01$, $\omega^2 = 0.05$).

5. CONCLUSIONI

In questo lavoro abbiamo presentato il questionario CRI, uno strumento per misurare in modo standardizzato la *riserva cognitiva* di un individuo. Esso compendia in un unico indice le attività svolte all'interno delle tre principali fonti di CR, la scuola, il lavoro e il tempo libero. I risultati mostrano come le distribuzioni del CRI e dei tre sottoindici che lo compongono siano ben interpretabili sulla base della definizione del costrutto di CR.

Diversamente dalla misura dell'intelligenza, stabile durante tutto l'arco di vita adulta (cfr. Kaufman, 2001; Mortensen e Klevan, 1993), la CR cresce o rimane stabile a seconda dell'attività cognitiva messa in pratica nel corso degli anni: «[...] *CR is not fixed; at any point in one's lifetime it results from a combination of exposures*» (Stern 2009, p. 2017). Il questionario CRI conteggia le attività secondo gli anni (e dove possibile la frequenza) della loro pratica e la loro misura cresce dunque durante tutto l'arco di vita. Tuttavia, il punteggio CRI è corretto per gli anni della persona, e permette così il confronto tra individui d'età differente.

I risultati ottenuti sul nostro campione evidenziamo che il CRI è altamente correlato con ciascuno dei suoi sottoindici, ma che la correlazione fra questi ultimi non è molto alta. Pertanto è verosimile credere che i sottoindici raccolgano informazioni diverse e tutte necessarie alla stima della CR di una persona.

I due test di intelligenza da noi somministrati (TIB e Test del vocabolario) sono moderatamente correlati con il CRI, confermando che CR e intelligenza sono due costrutti in relazione fra loro, ma non equivalenti. Nel nostro campione, le donne della fascia intermedia di età hanno un punteggio CRI superiore ai maschi, mentre nella fascia dei più anziani si inverte tale relazione (femmine con CRI inferiore ai maschi). Probabilmente questo è dovuto al fatto che donne oggi ultraset-

tantenni hanno avuto minor accesso allo studio e al lavoro rispetto ai maschi, diversamente dalle donne che oggi hanno fra i 45 e i 70 anni.

Al di là degli specifici risultati ottenuti sul nostro campione, il CRI si dimostra essere uno strumento efficiente e attendibile per la misura standardizzata della CR. La possibilità di avere un indice univoco per misurare la CR permetterà, nella ricerca di base, un maggior utilizzo di tale indice ed un più facile confronto fra gli studi. Sul versante applicativo il CRI risulta essere utile per diagnosticare le demenze senili, oltre che prevedere e monitorare l'evoluzione dei sintomi e il decorso della patologia. Un individuo con elevata CR resiste più a lungo al danno neurologico manifestando i sintomi clinici solo in una fase avanzata della malattia (Stern, 2009). Al contrario chi ha una bassa CR manifesta clinicamente il deterioramento cognitivo già al suo esordio, con un'evoluzione dei sintomi inesorabile, ma prolungata nel tempo. L'impiego del CRI potrebbe inoltre contribuire alla previsione dell'efficacia della riabilitazione neuropsicologica. Individui con CRI diversi potrebbero rispondere in modo sensibilmente differente allo stesso intervento riabilitativo grazie alla possibilità di impiegare strategie cognitive alternative o utilizzare in modo più efficace le risorse residue. In una prospettiva futura è intuibile un impiego del CRI non solo nella previsione dell'efficacia della riabilitazione neuropsicologica, ma anche nella scelta degli strumenti riabilitativi più appropriati in funzione della specifica CR del paziente.

In conclusione, la CR muove dall'assunzione che più una persona svolge attività cognitive e sociali e coltiva interessi durante l'età adulta e maggiore sarà la sua capacità di affrontare compiti cognitivi e situazioni di vita complesse o difficili. Il questionario CRI si propone come strumento in grado di quantificare questo capitale cognitivo, sociale, umano e culturale accumulato da un individuo.

BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER G.E., FUREY M.L., GRADY C.L., PIETRINI P., MENTIS M.J., SCHAPIRO M.B. (1997). Association of premorbid function with cerebral metabolism in Alzheimer's disease: Implications for the reserve hypothesis. *American Journal of Psychiatry*, 154, 165-172.
- BENNETT D.A., WILSON R.S., SCHNEIDER J.A., EVANS D.A., MENDES DE LEON C.F., ARNOLD S.E., BARNES L.L, BIENIAS J.L. (2003). Education modifies the relation of AD pathology to level of cognitive function in older persons. *Neurology*, 60, 1909-1915.
- BONCORI L. (2008). *I test in psicologia. Fondamenti teorici e applicazioni*. Bologna: Il Mulino.
- BOSH B., BARTRÉS-FAZ D., RAMI L., ARENAZA-URQUIJO E.M., FERNANDEZ-ESPEJO D., JUNQUÉ C., SOLÉ-PADULLÉS C., SANCHEZ-VALLE R., BARGALLO N., FALCON C., MOLINUEVO J.L. (2010). Cognitive reserve modulates task-

- induced activations and deactivations in healthy elders, amnesic mild cognitive impairment and mild Alzheimer's disease. *Cortex*, 46, 451-461.
- CHRISTENSEN H., ANSTEY K.J., PARSLAW R., MACKINNON A., SACHDEV P. (2006). The brain reserve hypothesis, brain atrophy and aging. *Gerontology*, 53, 82-95.
- COLOMBO L., SARTORI G., BRIVIO C. (2002). Stima del quoziente intellettivo tramite l'applicazione del TIB (test breve di Intelligenza). *Giornale Italiano di Psicologia*, 29 (3), 613-637.
- COHEN J., COHEN P. (1983). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- CROWE M., ANDEL R., PEDERSEN N.L., JOHANSSON B., GATZ M. (2003). Does participation in leisure activities lead to reduced risk of Alzheimer's disease? A prospective study of Swedish twins. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 58, 249-255.
- DRZEZGA A., RIEMENSCHNEIDER M., STRASSNER B., GRIMMER T., PELLER M., KNOLL A., WAGENPFEL S., MINOSHIMA S., SCHWAIGER M., KURZ A. (2005). Cerebral glucose metabolism in patients with AD and different APOE genotypes. *Neurology*, 64, 102-107.
- DUFOUIL C., ALPÉROVITCH A., TZOURIO C. (2003). Influence of education on the relationship between white matter lesions and cognition. *Neurology*, 60, 831-836.
- FOLSTEIN M.F., FOLSTEIN S.E., MCHUGH P.R. (1975). Mini mental state. *Journal of Psychiatr Research*, 12, 189-198.
- GARIBOTTO V., BORRONI B., KALBE E., HERHOLZ K., SALMON E., HOLTOFF V., SORBI S., CAPPÀ S.F., PADOVANI A., FAZIO F., PERANI D. (2008). Education and occupation as proxies for reserve in aMCI converters and AD: FDG-PET evidence. *Neurology*, 71, 1342-1349.
- GATZ M., SVEDBERG P., PEDERSEN N.L., MORTIMER J.A., BERG S., JOHANSSON B. (2001). Education and the risk of Alzheimer's disease: Findings from the study of dementia in Swedish twins. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 56, 292-300.
- GOLDMAN W.P., PRICE J.L., STORANDT M., GRANT E.A., MCKEEL D.W. JR., RUBIN E.H., MORRIS J.C. (2001). Absence of cognitive impairment or decline in preclinical Alzheimer's disease. *Neurology*, 56, 361-367.
- KATZMAN R., TERRY R., DE TERESA R., BROWN T., DAVIES P., FULD P., RENBING X., PECK A. (1988). Clinical, pathological, and neurochemical changes in dementia: A subgroup with preserved mental status and numerous neocortical plaques. *Annals of Neurology*, 23, 138-144.
- KAUFMAN A.S. (2001). WAIS-III IQs, Horn's theory, and generational changes from young adulthood to old age. *Intelligence*, 29, 131-167.
- KELLER J.N. (2006). Age-related neuropathology, cognitive decline, and Alzheimer's disease. *Ageing Research Reviews*, 5, 1-13.
- KRAMER A.F., BHERER L., COLCOMBE S.J., DONG W., GREENOUGH W.T. (2004). Environmental influences on cognitive and brain plasticity during aging. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 59, 940-957.
- MAGNI E., BINETTI G., BIANCHETTI A., ROZZINI R., TRABUCCHI M. (1996). Mini-Mental state examination: A normative study in Italian elderly population. *European Journal of Neurological Science*, 3, 198-202.
- McDOWELL I., XI G., LINDSAY J., TIERNEY M. (2007). Mapping the connections between education and dementia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29, 127-141.

- MORTENSEN E.L., KEVEN M. (1993). A WAIS longitudinal study of cognitive development during the life span from ages 50 to 70. *Developmental Neuropsychology*, 9, 115-130
- NGANDU T., VON STRAUSS E., HELKALA E.L., WINBLAD B., NISSINEN A., TUOMILEHTO J., SOININEN H., KIVIPELTO M. (2007). Education and dementia: What lies behind the association? *Neurology*, 69, 1442-1450.
- NITHIANANTHARAJAH J., HANNAN A.J. (2009). The neurobiology of brain and cognitive reserve: Mental and physical activity as modulators of brain disorders. *Progress in Neurobiology*, 89, 369-82.
- ORSINI A., LAICARDI C. (1997). *Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised-WAIS-R, Contributo alla taratura italiana*. Firenze: Organizzazioni Speciali.
- PERNECZKY R., DRZEZGA A., DIEHL-SCHMID J., SCHMID G., WOHLSCHLÄGER A., KARS S., GRIMMER T., WAGENPFEIL S., MONSCH A., KURZ A. (2006). Schooling mediates brain reserve in Alzheimer's disease: Findings of fluoro-deoxy-glucose-positron emission tomography. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 77, 1060-1063.
- RIZOPOULOS D. (2006). ltm: An R package for latent variable modelling and item response analysis. *Journal of Statistical Software*, 17 (5), 1-25.
- ROE C.M., XIONG C., MILLER J.P., MORRIS J.C. (2007). Education and Alzheimer disease without dementia: Support for the cognitive reserve hypothesis. *Neurology*, 68, 223-228.
- SCARMEAS N., ZARAHN E., ANDERSON K.E., HABECK C.G., HILTON J., FLYNN J., MARDER K.S., BELL K.L., SACKEIM H.A., VAN HEERTUM R. L., MOELLER J.R., STERN Y. (2003a). Association of life activities with cerebral blood flow in Alzheimer Disease. Implications for the cognitive reserve hypothesis. *Archives of Neurology*, 60, 359-365.
- SCARMEAS N., ZARAHN E., ANDERSON K.E., HILTON J., FLYNN J., VAN HEERTUM R.L., SACKEIM H.A., STERN Y. (2003b). Cognitive reserve modulates functional brain responses during memory tasks: A PET study in healthy young and elderly subjects. *Neuroimage*, 19, 1215-1227.
- SOLÉ-PADULLÉS C., BARTRÉS-FAZ D., JUNQUÉ C., VENDRELL P., RAMI L., CLEMENTE I.C., BOSCH B., VILLAR A., BARGALLÓ N., JURADO M.A., BARRIOS M., MOLINUEVO J.L. (2007). Brain structure and function related to cognitive reserve variables in normal aging, mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Neurobiology of Aging*, 30, 1114-1124.
- STAFF R.T., MURRAY A.D., DEARY I.J., WHALLEY L.J. (2004). What provides cerebral reserve? *Brain*, 127, 1191-1199.
- STARR J.M., LONIE J. (2008). Estimated pre-morbid IQ effects on cognitive and functional outcomes in Alzheimer disease: A longitudinal study in a treated cohort. *BMC Psychiatry*, 21, 8-27.
- STERN Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8, 448-460.
- STERN Y. (2006). Cognitive reserve and Alzheimer disease. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 20, 69-74.
- STERN Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, 47, 2015-2028.
- STERN Y., ALEXANDER G.E., PROHOVNIK I., STRICKS L., LINK B., LENNON M.C., MAYEUX R. (1995). Relationship between lifetime occupation and parietal flow: Implications for a reserve against Alzheimer's disease pathology. *Neurology*, 45, 55-60.
- STERN Y., ALEXANDER G.E., PROHOVNIK I., MAYEUX R. (1992). Inverse relationship between education and parietotemporal perfusion deficit in Alzheimer's disease. *Annals of Neurology*, 32, 371-375.

- STERN Y., HABECK C., MOELLER J., SCARMEAS N., ANDERSON K.E., HILTON H.J., FLYNN J., SACKEIM H., VAN HEERTUM R. (2005). Brain networks associated with cognitive reserve in healthy young and old adults. *Cerebral Cortex*, 15, 394-402
- VALENZUELA M.J., SACHDEV P. (2005). Brain reserve and dementia: A systematic review. *Psychological Medicine*, 35, 1-14.
- VAN DER LINDEN W.J., HAMBLETON R.K. (eds.) (1997). *Handbook of modern item response theory*. New York: Springer-Verlag.
- WHALLEY L.J., DEARY I.J., APPLETON C.L., STARR J.M. (2004). Cognitive reserve and the neurobiology of cognitive aging. *Ageing Research Reviews*, 3, 369-382.
- WILSON R.S., BENNETT D.A., BIENIAS J.L., AGGARWAL N.T., MENDES DE LEON C.F., MORRIS M.C., SCHNEIDER J.A., EVANS D.A. (2002). Cognitive activity and incident AD in a population-based sample of older persons. *Neurology*, 59, 1910-1914.

[Ricevuto il 17 febbraio 2010]

[Accettato 29 settembre 2010]

Cognitive Reserve Index (CRI). A questionnaire to measure cognitive reserve

Summary. In the late Eighties it was recognized that individuals differ in their ability to cope with physiological or pathological cognitive decline. Since then, the distinction between Brain Reserve and Cognitive Reserve was specified, the former involving the available neurological resources, whilst the latter concerned with the cognitive, functional ones. However, the measurement of cognitive reserve has not yet been standardized by recourse to a unique, well-defined procedure. The aim of the present paper is the description of such a standardized procedure, by means of a questionnaire (Cognitive Reserve Index, CRI) specifically aimed at measuring the Cognitive Reserve construct. Standardization data collected so far and the possible relevance of CRI in clinical practice is discussed.

Keywords: cognitive/brain reserve, questionnaire, education, working activity, leisure time.

La corrispondenza va inviata a Massimo Nucci, Dipartimento di Psicologia Generale, Università di Padova, Via Venezia 8, 35131 Padova. E-mail: massimo.nucci@unipd.it

