

پژوهنده (مجله پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی)  
سال شانزدهم، شماره ۵، پی در پی ۸۳، صفحات ۲۴۱ تا ۲۴۵  
آذر و دی ۱۳۹۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۴/۷  
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۱۱/۱۸

## کاربرد تست کامپیوتری شناختی در ارزیابی حوزه عصبی شناختی

دکتر افسانه زرقي<sup>۱\*</sup>، دکتر علیرضا زالی<sup>۲</sup>، دکتر مهدی تهرانی دوست<sup>۳</sup>، دکتر محمدرضا زرین دست<sup>۴</sup>، سیدمجتبی خدادادی<sup>۵</sup>

۱. MD.MPH.PhD، محقق و پژوهشگر، دپارتمان علوم اعصاب مرکز تحقیقات جراحی مغز و اعصاب عملکردی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۲. دانشیار، مرکز تحقیقات جراحی مغز و اعصاب عملکردی، بیمارستان شهدا، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۳. دانشیار، پژوهشکده علوم شناختی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴. استاد، پژوهشکده علوم شناختی، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۵. دانشجوی روانشناسی، دانشگاه تربیت مدرس

### چکیده

**سابقه و هدف:** تست رنگ-کلمه استروپ ابزاری سریع و رایج به منظور ارزیابی حوزه عصبی شناختی توجه انتخابی است. هدف این مطالعه، بررسی کاربرد تست شناختی استروپ در ارزیابی توجه انتخابی بود.  
**مواد و روشها:** این مطالعه مقطعی در مدت ۶ ماه از تاریخ ۱/۳/۸۹ تا ۱/۸/۸۹ بر روی ۸۴ فرد سالم (۴۲ مرد و ۴۲ زن) انجام شد. کلیه شرکت کنندگان پس از رضایت، معاینه و تأیید سلامت، و آموزش، تست کامپیوتری استروپ را انجام دادند.  
**یافته‌ها:** در این مطالعه ارتباط معنی داری بین متغیرهای سن، جنس و تحصیلات با متغیرهای تست ( $p < 0.05$ ) دیده شد.  
**نتیجه‌گیری:** تست رنگ-کلمه استروپ می‌تواند جهت ارزیابی حوزه شناختی توجه انتخابی مورد استفاده قرار گیرد.  
**واژگان کلیدی:** علوم شناختی، تست کامپیوتری شناختی، تست‌های نوروسایکولوژیک، تست Stroop، حوزه عصبی شناختی

لطفاً به این مقاله به صورت زیر استناد نمایید:

Zarghi A, Zali A, Tehranidost M, Zarindast MR, Khodadadi SM. Application of cognitive computerized test in assessment of neuro-cognitive domain. *Pejouhandeh* 2011;16(5):241-5.

### مقدمه

تست‌های عصبی شناختی کامپیوتری (CNT) در عرصه‌های جدید و در حال توسعه سنجش روانی بسیار مناسب هستند. این تست‌ها در شرایطی که سرعت، کارایی و هزینه‌های پایین حائز اهمیت هستند درجات نسبتاً خفیفی از اختلالات عصبی شناختی را اندازه‌گیری می‌کنند. از لحاظ تئوری، تست‌های عصبی شناختی کامپیوتری حداقل می‌توانند بهره‌وری، کارایی و دانش را افزایش دهند، اما همانند هر فناوری دیگری این تست‌ها نیز با محدودیتهایی مواجه هستند. CNTها در مقایسه با آزمونهای متداول روانی از مزیت‌هایی نظیر هماهنگی در اجرا و امتیازدهی، امکان ایجاد فرم‌های مناسب جایگزین، کنترل دقیق محرک، امکان ردیابی اجزای مختلف پاسخ افراد، صرفه‌جویی در هزینه آزمون‌ها و توانایی توسعه بانک‌های اطلاعاتی دقیق و بزرگ برخوردارند (۱ و ۲).

عملکردهای شناختی توسط حوزه‌های (domains) متنوعی، مانند: توجه، عملکرد اجرایی، حافظه، زبان، و احساس اندازه‌گیری می‌شوند (۱). توجه (attention) یک فرآیند شناختی است که به صورت تمرکز انتخابی بر روی یک جنبه از محیط، در حالی که سایر جنبه‌ها نادیده گرفته می‌شوند تعریف می‌شود. توجه همچنین به تخصیص پردازش منابع منتسب شده است (۳). توجه به ۵ زیرشاخه تقسیم می‌شود: ۱- Focused attention (توانایی پاسخدهی مجزا به محرک بینایی، شنوایی یا لمسی)، ۲- Alternating attention (توانایی انعطاف روانی که به فرد اجازه می‌دهد تا کانون توجهش را تغییر داده و بین کارهایی جابجا کند که نیازهای شناختی متفاوتی دارند)، ۳- Divided attention (سطح بالایی از توجه که شامل توانایی پاسخدهی همزمان به وظایف چندگانه می‌باشد)، ۴- Sustained attention یا Vigilance (توانایی حفظ پاسخ رفتاری پایدار در حین فعالیت مستمر و تکراری)، و ۵- Selective attention (توانایی حفظ کردن یک مجموعه

\* نویسنده مسؤول مکاتبات: دکتر افسانه زرقي؛ تهران، تجریش، بیمارستان شهدا، مرکز تحقیقات جراحی مغز و اعصاب عملکردی؛ تلفن: ۳۱۶۵۱۶۹-۹۱۲-۹۸+  
پست الکترونیک: Dr.a.Zarghi@hotmail.com

با تست اصلی صورت می‌گیرد، دیده می‌شود (۷ و ۸). هدف این مطالعه تعیین کاربرد تست کامپیوتری شناختی در ارزیابی حوزه عصبی شناختی توجه انتخابی است.

## مواد و روشها

این بررسی یک مطالعه از نوع مقطعی بود که بر روی ۸۴ فرد سالم (۴۲ مرد و ۴۲ زن) در سنین ۱۵-۶۵ سال با میانگین سنی  $46 \pm 3$  سال، در مدت ۶ ماه از تاریخ ۸۹/۳/۱ تا ۸۹/۸/۱ در دپارتمان علوم اعصاب مرکز تحقیقات جراحی مغز و اعصاب عملکردی در بیمارستان شهدای تجریش وابسته به دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی انجام شد و نمونه‌گیری به صورت تصادفی ساده صورت گرفت. لازم بود شرکت‌کنندگان قبل از ورود به مطالعه فرم رضایت‌نامه را تکمیل کنند. تمامی شرکت‌کنندگان ابتدا توسط جراح مغز و اعصاب، نورولوژیست و روانپزشک معاینه شدند و نهایتاً افراد در صورت مشاهده بیماری از مطالعه حذف شدند. افراد سالم پس از تأیید سلامت توسط پزشکان مذکور جهت انجام آزمون‌ها ارجاع داده شدند. کلیه شرکت‌کنندگان پس از رضایت جهت انجام تست‌های کامپیوتری استروپ آموزش دیدند.

معیارهای ورود به مطالعه عبارت بود از: افراد کاملاً سالم و عاری از سابقه اختلالات روانی و نورولوژیک قبلی یا فعلی، بدون سابقه آسیب سر، فاقد ناتوانی یادگیری، ساکن تهران، فارسی زبان، و محدوده سنی ۶۵-۱۵ سال. این مطالعه در کمیته اخلاق و معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران تأیید شد و در مرکز تحقیقات جراحی مغز و اعصاب عملکردی تأیید و اجرا گردید.

**تست کامپیوتری استروپ:** تست استروپ اولین بار توسط ریدلی استروپ در سال ۱۹۳۵ برای ارزیابی توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری شناختی و نیز به منظور ارزیابی‌های شناختی متعدد طراحی و استفاده شد (۱). تست استروپ مورد استفاده در مطالعه حاضر بر اساس متغیرهای استفاده شده در تست استروپ می‌باشد که بصورت کامپیوتری طراحی شده است. تست حاضر دو مرحله دارد: اولین مرحله نامیدن رنگ می‌باشد که در آن از آزمودنی درخواست می‌شود دایره رنگی که در یکی از ۴ رنگ قرمز، آبی، زرد و سبز به تناوب بر روی مانیتور کامپیوتر نشان داده می‌شود را با یکی از حروفی که بر روی صفحه کلید با برچسب رنگی معرف همان رنگ مشخص شده است، نشان دهد. هدف از مرحله اول آموزش تکنیک انجام تست به آزمودنی است و انجام آن در نتیجه تأثیری ندارد. مرحله دوم این تست اجرا است. در این مرحله ۴۸ کلمه رنگی

رفتاری یا شناختی در حضور محرک رقابتگر یا منحرف کننده (۴ و ۵).

توجه انتخابی به قابلیت پردازش اطلاعات و داده‌های مرتبط در حین رد کردن داده‌های غلط یا بی‌ربط گفته می‌شود. توجه انتخابی به وسیله تست استروپ ارزیابی می‌گردد. این تست در سال ۱۹۳۵ توسط استروپ (۱) برای سنجش توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری شناختی ایجاد شد. این آزمون فراهم آورنده مقیاسی از مهار شناختی یا توانایی مهار چیزی که از پیش شدیداً آموخته شده (یعنی پاسخ غالب) به نفع یک پاسخ غیرمعمول می‌باشد. تست رنگ-کلمه استروپ به عنوان یک ابزار سودمند و قابل اعتماد در ارزیابی‌های کلینیکی علوم اعصاب شناختی به شمار می‌رود (۲) و اغلب برای سنجش توانایی افراد در تغییر فرآیندهای شناختی نیز بکار می‌رود (۳). توجه انتخابی فرد را قادر می‌سازد تا داده‌های مرتبط، افکار، یا اقدامات را در حالیکه اطلاعات نامرتب یا نادرست را رد می‌کند، پردازش کند. یک راه حل معمول برای بررسی توجه انتخابی این است که بینیم شرکت‌کنندگان چگونه به محرک هدف در حضور یا عدم حضور فاکتورهای مسبب خطا پاسخ می‌دهند. معمولاً فاکتورهای مسبب خطا پاسخی متفاوت از پاسخ هدف دارند و پردازش غیر ارادی آنها با انتخاب پاسخ درست تداخل می‌کند. این ناسازگاری پاسخها قبل از پاسخگویی نهایی بایستی حل شود، در نتیجه، این امر باعث عملکرد نسبتاً ضعیف (زمان پاسخگویی آهسته‌تر، یا خطاهای بیشتر) می‌شود. برای بررسی روندهای بازداشتی، استروپ یک معیار مفید به شمار می‌رود. اختلاف بین ابعاد مربوط محرکها (رنگ کلمه) و نامربوط (نام کلمه) در آزمایشات نامتجانس، نشاندهنده یک وظیفه پیچیده برای سیستم توجه انتخابی است. براساس مطالعات اخیر، حساسیت برای محرکهای بصری مانند رنگ، جهت‌گیری، یا حرکت، (که به نظر می‌رسید پیش از ابدال توجه پردازش می‌شوند) می‌تواند از طریق توجه انتخابی تعدیل شود (۴). تحریک نمایشگرهای حاضر محرکها در مانیتور و بازداری از نمایشگرهای غیر حاضر محرکها دو فرآیند معرف توجه انتخابی هستند (۵). استروپ انواع مختلفی دارد: کاغذی، زبانه‌ای چندگانه و نسخه‌های کامپیوتری. مطالعات بسیاری ارائه کامپیوتری محرکها را پذیرفته‌اند چرا که مقیاس دقیقتری از زمان پاسخگویی را نشان می‌دهد و خطای پاسخگویی را برای آزمایشات افراد کاهش می‌دهد. در مطالعات بسیاری زمان پاسخگویی با (فشار دکمه‌های صفحه کلید کامپیوتر) سنجیده می‌شود (۶). تأثیر استروپ مداخله‌ای در افزایش زمانی که برای انجام وظیفه (تست) آخر در مقایسه

آزمودنی توضیح داد که ممکن است رنگ ظاهری کلمات نسبت به معنای آن متفاوت باشد و تأکید بر رنگ است. متغیرهای مورد سنجش شامل خطای همخوان (error01) و خطای ناهمخوان (error02)، بدون پاسخ همخوان (no01) و بدون پاسخ ناهمخوان (no02)، زمان واکنش همخوان (time01) و زمان واکنش ناهمخوان (time02)، پاسخ صحیح همخوان (true01) و پاسخ صحیح ناهمخوان (true02)، میانگین زمان واکنش همخوان (timerec01)، و میانگین زمان واکنش ناهمخوان (timerec02)، و نمره تداخل (Result test) است (۸-۶).

### یافته‌ها

توزیع افراد بررسی شده بر اساس جنس، گروه‌های سنی و سطح تحصیلات در جدول ۱ نشان داده شده است. اختلاف افراد بر اساس گروه‌های سنی و جنس ( $P < 0/006$ ) و سطح تحصیلات ( $P < 0/049$ ) معنی‌دار بود. ضریب همبستگی بین اجزای مختلف تست استروپ با سن، جنس و سطح تحصیلات و سطح معنی‌داری آن نیز در جدول ۲ نشان داده شده است.

همخوان (congruent) و ۴۸ کلمه رنگی ناهمخوان (incongruent) نمایش داده می‌شود. (کلمات همخوان به کلماتی اطلاق می‌شود که رنگ کلمه با معنای کلمه یکسان باشد مثلاً کلمه blue با رنگ آبی باشد. کلمه ناهمخوان کلمه‌ای است که رنگ کلمه با معنای آن متفاوت است. مثلاً کلمه blue با رنگ قرمز نشان داده می‌شود). مجموعاً ۹۶ کلمه رنگی همخوان و ناهمخوان بصورت تصادفی و متوالی روی صفحه مانیتور نمایش داده می‌شود و آزمودنی فقط با تأکید بر رنگ بدون در نظر گرفتن معنی باید رنگ مرتبط را بر اساس بر چسب روی حروف صفحه کلید، فشار دهد. زمان ارائه هر محرک بر روی مانیتور ۲ ثانیه و فاصله بین ارائه دو محرک ۸۰۰ هزارم ثانیه است. محققان معتقدند که تکلیف رنگ-کلمه در مرحله دوم آزمایش، انعطاف‌پذیری ذهنی، تداخل و بازداری پاسخ را اندازه‌گیری می‌کند. میزان تداخل با کم کردن نمره تعداد صحیح ناهمخوان از نمره تعداد صحیح همخوان بدست می‌آید. در این مرحله بر روی صفحه مانیتور دایره قرمز، زرد، سبز و آبی پی در پی به آزمودنی نشان داده می‌شود و او باید با فشار دادن کلیدهای مشخص شده با برچسبهای رنگی قرمز، زرد و سبز رنگ صحیح را روی کلیدهای صفحه کلید با حداکثر سرعت مشخص کند. در این قسمت نیز باید به

جدول ۱- توزیع افراد بررسی شده بر اساس جنس، گروه‌های سنی و سطح تحصیلات

متغیرها	گروه‌های سنی					جمع کل
	۱۵-۲۴	۲۵-۳۴	۳۵-۴۴	۴۵-۵۴	۵۵-۶۴	
جنس						
زن	۷	۱۰	۴	۱۳	۸	۴۲
مرد	۷	۱۰	۴	۱۳	۸	۴۲
جمع کل	۱۴	۲۰	۸	۲۶	۱۶	۸۴
تحصیلات						
بیسواد	۰	۰	۰	۰	۰	۰
دیپلم	۲	۵	۱	۶	۳	۱۷
فوق دیپلم	۳	۶	۲	۷	۴	۲۲
لیسانس	۷	۰	۱۰	۲	۶	۲۵
فوق لیسانس و دکترا	۱	۸	۶	۴	۱	۲۰
جمع کل	۱۳	۱۹	۱۹	۱۹	۱۴	۸۴

جدول ۲- تعیین میزان توجه انتخابی در بین افراد سالم از طریق تست کامپیوتری استروپ بر اساس متغیرهای سن، جنس و تحصیلات

متغیر	زمان واکنش همخوان	خطای همخوان	بدون پاسخ همخوان	پاسخ صحیح همخوان	میانگین زمان واکنش همخوان	خطای ناهمخوان	بدون پاسخ ناهمخوان	پاسخ صحیح ناهمخوان	میانگین زمان واکنش ناهمخوان	نمره تداخل
سن	$r:0/37$	$r:0/26$	$r:0/42$	$r:0/34$	$r:0/42$	$r:0/22$	$r:0/27$	$r:0/61$	$r:0/71$	$r:0/21$
جنس	$r:0/24$	$r:0/31$	$r:0/22$	$r:0/22$	$r:0/45$	$r:0/22$	$r:0/65$	$r:0/60$	$r:0/64$	$r:0/45$
تحصیلات	$r:0/47$	$r:0/36$	$r:0/12$	$r:0/14$	$r:0/22$	$r:0/15$	$r:0/65$	$r:0/61$	$r:0/64$	$r:0/22$

## بحث

و زنان در هیچ یک از متغیرها مشاهده نشد. با این وجود، در رابطه با سن و تحصیلات استثناهایی نیز در عملکرد زمان واکنش ناهمخوان وجود دارد که نشاندهنده تأثیری معنی‌دار می‌باشد. در نتیجه، تأثیر سن در نمره تداخل تست ممکن است به دلیل پیشرفت توجه باشد و نه این که تنها به دلیل خواندن اتوماتیک پاسخ باشد (۱۹-۱۰). از جمله محدودیت‌های ابزار، نظارت دقیق افراد در انجام صحیح آزمون است. بطور کلی متغیرهای سن، جنس و سطح تحصیلات به تنهایی بر میزان توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری شناختی نقش داشتند و از آنجایی که این تست ابزاری برای سنجش توجه انتخابی از طریق متغیرهای ذکر شده در تست است با محاسبه اندازه این متغیرها، معاینه و مصاحبه می‌توان ارزیابی حوزه شناختی توجه انتخابی را انجام داد.

## نتیجه‌گیری

بطور کلی متغیرهای سن، جنس و سطح تحصیلات به تنهایی بر میزان توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری شناختی نقش داشتند و از آنجایی که این تست ابزاری برای سنجش توجه انتخابی از طریق متغیرهای ذکر شده در تست است با محاسبه اندازه این متغیرها، معاینه و مصاحبه می‌توان ارزیابی این حوزه شناختی را انجام داد و تست مذکور جهت ارزیابی حوزه شناختی توجه انتخابی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

## تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه مصوب پژوهشکده علوم شناختی می‌باشد؛ بدینوسیله از زحمات معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، ریاست محترم مرکز تحقیقات جراحی مغز و اعصاب عملکردی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و دپارتمان علوم اعصاب مرکز تحقیقات جراحی مغز و اعصاب عملکردی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی سپاسگزاری می‌شود.

در مطالعه حاضر، ابتدا متغیرهایی که بر عملکرد تست استروپ تأثیر داشتند مانند سن، جنس و تحصیلات تعیین شدند. علاوه بر تعیین تأثیر عوامل فردی و محیطی بر انجام تست استروپ بسیار مهم می‌باشد که این به محبوبیت تست استروپ در تحقیقات اشاره دارد (۲). مطالعات قبلی اطلاعات کمی در مورد اثرات متغیرهای دموگرافیک بر عملکرد تست استروپ نشان داده‌اند. اگرچه بسیاری از نویسندگان سن را به عنوان عاملی مهم بر انجام تست استروپ گزارش کرده‌اند، در برخی مطالعات نظیر مطالعه ما سن هیچ تأثیری بر مقیاس مداخله‌ای این الگوها نداشته است (۸-۱۷). جدول ۲ نشان می‌دهد که بین مقیاسهای خطای ناهمخوان و بدون پاسخ ناهمخوان، و متغیرهای سن، جنس و تحصیلات ارتباطی معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) و همبستگی وجود دارد. زمان آزمایش و تعداد خطاها در تست استروپ به طور منظم از رنگ به کلمه و در نهایت به شرایط نامتجانس افزایش یافته است و این نمونه کلاسیکی است که در فعالیتهای جوانان (۳ و ۱۱) و کودکان (۱۲) یافت شده است. با توجه به آنچه مکلوید گفته است جنسیت در تمامی گروههای سنی کمترین اثر را بر عملکرد تست استروپ دارد (۲۰-۱۸). به عبارت دیگر، متغیرهای دقت (خطای همخوان، خطای ناهمخوان، زمان واکنش همخوان، زمان واکنش ناهمخوان و نمره تداخل) بسیار کم تحت تأثیر جنسیت بوده‌اند. این نتایج در راستای برخی مطالعات قبلی که تأثیرات سن بر نمرات تداخل در تست استروپ را نشان می‌دادند، نیست. نتایج حاصل از ارتباط سن با متغیرهای تست نیز با فرضیه ذخیره شناختی تناقض ندارد، در این فرضیه تصور شده است که افراد نسبت به زوال شناختی مرتبط با سن و فرآیندهای آسیب شناختی مغز کمتر حساس هستند (۲۴-۲۱). جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که سطح تحصیلات با متغیرهای خطای ناهمخوان و عدم پاسخ ناهمخوان تست ارتباط معنی‌داری داشت و این نتایج با مطالعاتی که ارتباط تحصیلات با متغیرهای تست را نشان می‌داد، همخوانی دارد (۲۵ و ۲۶). بنابراین مطابق جدول ۱ تفاوت معنی‌داری بین میانگین مردان

## REFERENCES

1. Stroop J. Studies of interference in serial verbal reactions. J Experiment Psychol 1935;18:643-61.
2. Lezak MD, Howieson DB, Loring DW. Neuropsychological assessment. 4<sup>th</sup> ed. New York: Oxford University Press; 2004.
3. Spreen O, Strauss E. A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Oxford University Press; 1998.
4. Joseph JS, Chun MM, Nakayama K. Attentional requirements in 'preattentive' feature search task. Nature 1997;387(6635):805-7.
5. Neumann E, DeSchepper BG. Costs and benefits of targets activation and distractor inhibition in selective attention. J Exp Psychol Learn Mem Cogn 1991;17(6):1136-45.

6. Chen EY, Wong AW, Chen RY, Au WY. Stroop interference and facilitation effects in first-episode schizophrenic patients. *Schizophr Res* 2001;48(1):29-44.
7. Davidson DJ, Zacks RT, Williams CC. Stroop Interference, practice and aging. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn* 2003;10(2):85-98.
8. Moering RG, Schinka JA, Mortimer JA, Graves AB. 2003 Normative data for elderly African Americans for the Stroop Color and Word Test. *Arch Clin Neuropsychol* 2004;19(1):61-71.
9. Wright BC, Wanley A. Adults' versus children's performance on the Stroop task: interference and facilitation. *Br J Psychol* 2003;94(Pt 4):475-485.
10. Jerger S, Stout G, Kent M, Albritton E, Loiselle L, Blondeau R, et al. Auditory Stroop effects in children with hearing impairment. *J Speech Hear Res* 1993;36(5):1083-96.
11. McLeod CM. Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review. *Psychol Bull* 1991;109(2):163-203.
12. Comalli PE Jr, Wapner S, Werner H. Interference effects of Stroop color-word test in childhood, adulthood and ageing. *J Genet Pshchol* 1962;100:47-53.
13. Guttentag RE, Haith MM. Automatic processing as a function of age and reading ability. *Child Dev* 1978;49:70716.
14. Merrill EC, Sperber RD, McCauley C. Differences in semantic encoding as a function of reading comprehension skill. *Mem Cognit* 1981;9(6):618-24.
15. Visser M, Das-Smaal E, Kwakman H. Impulsivity and negative priming: evidence for diminished cognitive inhibition in impulsive children. *Brit J Psychol* 1996;87(Pt 1):131-40.
16. Wright I, Waterman M, Prescott H et al. A new Stroop-like measure of inhibitory function development: typical developmental trends. *J child Psychol Pschiatry* 2003;44:561-575.
17. Gestardt CL, Hong Y, Diamond A. The relationship between Cognition and action: performance of children 3 ½-7 years old on a stroop like day-night test. *Cognition* 1994;53(2):129-153.
18. Welsh MC, Pennington BF, Groisser DB. A normative-developmental study of executive function: a window on prefrontal function in children. *Dev Neuropsychol* 1991;7(2):131-49.
19. Diamond A, Taylor C. Development of an aspect of executive control: developmental abilities to remember what I said and to "do as I say not as I do". *Dev Psychobiol* 1996;29(4):315-34.
20. MacLeod CM. Half of a Century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychol Bull* 1991;109(2):163-203.
21. van Boxtel MP, ten Tusscher MP, Metsemakers JF, Willems B, Jolles J. Visual determinants of reduced performance on the Stroop Color-Word Test in normal aging individuals. *J Clin Exp Neuropsychol* 2001;23(5):620-7.
22. Hameleers PA, Van Boxtel MP, Hogervorst E, Riedel WJ, Houx PJ, Buntinx F, et al. Habitual caffeine consumption and its relation to memory, planning capacity and psychomotor performance across multiple age groups. *Hum Psychopharmacol* 2000;15(8):573-581.
23. Martin NJ, Franzen MD. The effect of anxiety on neuropsychological function. *Int J Clin Neuropsychol* 1989;11(1):1-8.
24. Stern Y, Zarahn E, Hilton HJ, Flynn J, DeLaPaz R, Rakitin B. Exploring the neural basis of cognitive reserve. *J Clin Exp Neuropsychol* 2003;25(5):691-701.
25. Dufouli C, Alperovitch A, Tzourio C. Influence of education on the relationship between white matter lesions and cognition. *Neurology* 2003;60(5):831-6.
26. Le Carret N, Lafont S, Mayo W, Fabrigoule C. The effect of education on cognitive performances and its implication for the constitution of the cognitive reserve. *Dev Neuropsychol*. 2003;23(3):317-37.