سلمى الشرقي

باحثة بسلك الدكتوراه

جامعة محمد الخامس- كلية علوم التربية بالرباط

salmacharki4@gmail.com

التدهور المعرفي عند كبار السن

ملخص:

قد يعرف الاشتغال المعرفي نوعًا من التدهور مع التقدم في السن، في العديد من المجالات المعرفية خاصة في مرحلة الشيخوخة، وبدرجات مختلفة. لكن الشيء المشترك بين هذه المجالات هو الوظائف التنفيذية المسؤولة عن النشاط الذهني. ورغم كون هذه الوظائف التنفيذية تتميز بصعوبة قياسها، وتعدد تعريفها، وطبيعة العلاقة بينها وبين الوظائف المعرفية الأخرى. فإن بعض الباحثين يقترحون النظر إليها على أنها تلعب دور الوسيط بين عدد من القدرات الأساسية الأخرى. نجد من يعتبرها بنية مستقلة بمهام خاصة، وهناك من يعتبرها كبنية واحدة ذات مهام متعددة، وهذه الأخيرة هي التي نعتقد أنها تسمح بقياس التغيرات التي قد تحدث مع تقدم العمر. ووجهة النظر هذه لها، كوحدة متكاملة تعمل على تنظيم وتنسيق سيرورات التعلم والاكتساب، يفتح المجال أمام تسميتها بالمهارة. المهارة التي يستخدم بها الفرد معارفه للتعامل مع تحديات الحياة اليومية. تتفق وجهة النظر هذه إلى حد كبير مع العديد من نتائج البحوث التي تدعم فكرة أن مختلف مجالات الاشتغال المعرفي تتعرض للتدهور مع تقدم العمر بدرجات متفاوتة، حيث تتدهور القدرة على التعلم والاكتساب وحل المسائل الجديدة وغير الاعتيادية، مقارنة مع الحالة التي كانت عليها في الفترات السابقة.

الكلمات المفتاحية: التدهور المعرفي – الشيخوخة – الوظائف التنفيذية.

مقدمة:

من الممكن حدوث تغيرات بالاشتغال المعرفي مع التقدم في السن، وذلك حتى في عدم وجود أي مرض. فقد لوحظ تدهور الأداء المعرفي في مجموعة متنوعة من مجالات القدرة المعرفية[1] وذلك نتيجة لتغيرات مرتبطة بالعمر تحدث ببنية ووظيفة الدماغ.

قامت منظمة الصحة العالمية بتطوير مصطلح "الشيخوخة المصاحبة للتدهور المعرفي"، وذلك لوصف حالة يكون فيها أداء الشخص لاختبار معرفي موحد أضعف مقارنة بعمره في واحدة على الأقل من المجالات المعرفية التالية: التعلم والذاكرة، الانتباه وسرعة الإدراك، اللغة، أو القدرات البصرية البنائية؛ وذلك في غياب أي مرض عضوي، نفسي، أو عصبي يمكن أن يسبب ضعف الإدراك، مع القدرة على أداء أنشطة الحياة اليومية العادية، واستبعاد أي تشخيص للخرف[2] كما ورد في ليفي.

1 Smith, G., & Rush, B. K. (2006). Normal aging and mild cognitive impairment. In D. K. Attix & K. A. Welsh- Bohmer (Eds.), Geriatric neuropsychology: Assessment and intervention (pp. 27–55). New York: Guilford Press

2 Levy, R. (1994). Aging-associated cognitive decline. International Psychogeriatrics, 6, 63–68.

قد لا يؤثر تقدم العمر على جميع القدرات المعرفية بشكل متساو. فبعض القدرات تتأثر أكثر من الأخرى؛ إذ يتعرض كل من الانتباه والذاكرة[3] ، والقدرة العامة، وسرعة المعالجة لتدهور كبير[4] ، نتيجة للعمليات المتعلقة بالعمر. يتبع هذا التدهور نمطًا خطيًا إلى حد ما، ليتزايد في سن جد متقدم [5]. إذ تفوق أكبر التدهورات التي سجلت الخمسة وثمانين عامًا[6]، لكن معدل التدهور يختلف حسب المجال المعرفي وعدد من المتغيرات الأخرى[7] . لذلك، يوصى بفحص القدرات المعرفية الفردية وتفاعلاتها التي تؤثر على الأداء. عمومًا، تبدو المهام المألوفة والتي تعتمد على المعرفة المتوفرة أقل تأثرًا بتقدم العمر مقارنة بالمهام التي تقتصر على اكتساب معرفة جديدة أو حل مسألة غير اعتيادية [8].

تختلف تغيرات القدرات المعرفية المرتبطة بالعمر من شخص لآخر. ومع ذلك، يقترح أن الأفراد الذين يعرفون تراجعًا في بعض القدرات المعرفية من المحتمل أن يسجلوا تراجعًا في مجالات معرفية أخرى مقارنة مع أقرانهم من نفس

3 Glisky, E. L. (2007). Changes in cognitive function in human aging. In D. R. Riddle (Ed.), Brain aging: Models, methods, mechanisms (pp. 1–15). Boca Raton, FL: CRC Press. Retrieved July 30, 2009, from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book =frbrainage&part=ch1

4 Tucker-Drob, E. M. (2011). Global and domain-specific changes in cognition throughout adulthood. Developmental Psychology, 47, 331–343.

5 Schaie, K. W. (2005). What can we learn from longitudinal studies of adult development? Research in Human Development, 2 , 133–158

6 Baltes, P. B., & Lindenberger, U. (1997). Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: A new window to the study of cognitive aging? Psychology and Aging, 12, 12–21.

7 Glisky, E. L. (2007). Changes in cognitive function in human aging. In D. R. Riddle (Ed.), Brain aging: Models, methods, mechanisms (pp. 1–15). Boca Raton, FL: CRC Press. Retrieved July 30, 2009, from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book =frbrainage&part=ch1

8 Zimprich, D., Martin, M., Kliegel, M., Dellenback, M., Rast, P., & Zeintl, M. (2008). Cognitive abilities in old age: Results from the Zurich longitudinal study on cognitive aging. Swiss Journal of Psychology, 67, 177–195.

العمر[9]. يمكن أن يكون السبب وراء هذه الفروق الفردية راجعًا إلى توفر بعض الأشخاص على احتياط معرفي عال يمكنهم من تحسين أدائهم بشكل طبيعي، كالاستخدام الفعال لشبكات الدماغ، أو توظيف بديل عند الحاجة لإكمال المهمة[10]. قد يكون هذا الاحتياط المعرفي بمثابة عامل وقائي ضد التدهور المعرفي المرتبط بالعمر. لاحظ كل من **كورال رودريجيز، أمينيدو، سانشيز، ودياز** أن الأفراد[11]الذين يتوفرون على احتياط معرفي عالٍ، أقل عرضة ست مرات لإبداء عيوب في الاختبارات النفسية العصبية، والتي يمكن أن تظهر في وقت مبكر، ابتداءً من العقد الثالث والرابع من العمر.

يمكن لمتغير واحد أن يربك قدرة الباحثين على دراسة التغيير المعرفي المرتبط بالعمر، وهو أن القدرات التي تتعرض للضرر معقدة وبالغة الأهمية (مثل الذاكرة والقدرة العامة) وتتشابك مع عوامل أخرى (مثل، سرعة المعالجة والانتباه والوظائف التنفيذية). حاولت القليل من البحوث فحص مقدار تباين التغييرات المرتبطة بالعمر الذي يتم تفسيره عن طريق الوظائف التنفيذية. قد يرجع السبب في هذا النقص إلى صعوبة فهم وتعريف الوظائف التنفيذية بشكل دقيق واستقلالها كمجال عن الاشتغال المعرفي[12] . ذكر في الفصل الأول من دليل الوظائف التنفيذية [13] ثلاثة وثلاثون تعريفًا للوظائف المعرفية والأدوات المقترحة لقياسها، ومع أن هذه الأخيرة ترتبط بشكل وثيق ببعضها، إلا أنها ترتبط بمقاييس القدرات المعرفية الأخرى. إذ يتفق العديد من الباحثين أن الوظائف التنفيذية تتوسط التأثير على العديد من القدرات

9 Salthouse, T. A. (2004). Localizing age-related individual differences in a hierarchical structure. Intelligence, 32, 541–561. Salthouse, T. A., & Ferrer-Caja, E. (2003). What needs to be explained to account for age-related effects on multiple cognitive variables? Psychology and Aging, 18, 91–110.

10 Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. Journal of the International Neuropsychological Society, 8, 448–460.

11 Corral, M., Rodriguez, M., Amenedo, E., Sanchez, J. L., & Diaz, F. (2006). Cognitive reserve, age, and neuro- psychological performance in healthy participants.Developmental Neuropsychology, 29, 479–491.

12Salthouse,T.A.(2005).Relationsbetweencognitive abilities and measures of executive functioning. Neuropsychology, 19, 532–545.

13 Hedden, T., & Yoon, C. (2006). Individual differences in executive processing predict susceptibility to interference in verbal working memory. Neuropsychology, 20 , 511–528.

الأساسية، إن لم نقل كلها. كما يفترض جليسي[14] ، أن العمليات التنفيذية تتضمن التخطيط، والتنظيم والتنسيق والتنفيذ وتقييم الأنشطة غير الروتينية وأنها ضرورية لأداء المهام الجديدة. يدعونا كل هذا للتساؤل عن التعريف الأدق للوظائف التنفيذية بغية توحيد هذا المفهوم وفهم علاقته بالتغيرات التي تحدث بالدماغ نتيجة للشيخوخة الطبيعية، **وكيف تؤثر التغيرات المرتبطة بالعمر على هذه الوظائف؟**

نظريات حول الوظائف التنفيذية

تختلف المجالات المندرجة تحت مظلة الوظائف التنفيذية باختلاف الموقف النظري للباحث. فقد ذكر دليل الوظائف التنفيذية في فصله الأول تعريفا شمل ثلاثة وثلاثون مكونا مختلفًا في منتصف التسعينيات [15]. وبالتالي فإن الأدبيات لم تحسم في تعريفها الاجرائي. دعا **سالت هاوس** وزملاؤه، إلى ضرورة تصور الوظائف التنفيذية كبنية وأشار إلى وجود علاقة إحصائية بينها وبين تأثير العمر بمقاييس الوظائف المعرفية [16]. لكن الوظائف التنفيذية تتفاعل فيما بينها، وربما تتطور بشكل تراتبي ومنظم [17].

يتضح عدم تجانس الوظائف التنفيذية من خلال تعدد تعاريفها وتدابيرها. فقد قام **ستالهاوس** باختبار العديد من مقاييسها ومقارنتها مع مقاييس القدرات المعرفية الأخرى، كما لاحظ أنها ترتبط ارتباطا وثيقا بالإستدلال وسرعة

14 Glisky, E. L. (2007). Changes in cognitive function in human aging. In D. R. Riddle (Ed.), Brain aging: Models, methods, mechanisms (pp. 1–15). Boca Raton, FL: CRC Press. Retrieved July 30, 2009, from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book =frbrainage&part=ch1

15 Barkley, R. A. (2011). Barkley deficits in executive functioning scale (BDEFS) . New York, NY: Guilford Press.

16 Salthouse, T. A., Atkinson, T. M., & Berish, D. E. (2003). Executive functioning as a potential mediator of age related cognitive decline in normal adults. Journal of Experimental Psychology, 132 (4), 566–594.

17 Barkley, R. A. (2011). Barkley Deficits in Executive Functioning Scale (BDEFS) manual. New York, NY: Guilford Press.

المعالجة وأن تأثير العمر عليها نادرا ما يستقل إحصائيا عن تأثير العمر على القدرات المعرفية الأخرى، مقترحا بأنها ليست ببنية مستقلة بذاتها.

المفاهيم الإجرائية للوظائف التنفيذية

في تعاون لسالتهاوس وزملائه، ومع تعدد وجهات النظر وتعاريف الوظائف التنفيذية التي قدمت وعدلت وغيرت خلال العقود الثلاثة الأخيرة، يحاول دليل الوظائف التنفيذية تعريفها على أنها مهارة تتطابق مع فرضية التدهور التنفيذي، فإن التعريف الإجرائي المقترح يركز على فكرة الكيان الموحد يمكن اعتباره وسيطًا يؤثر على القدرات المعرفية الأخرى. فالوظائف التنفيذية هي المهارة التي يستخدم بها الفرد معرفته للتعامل مع تفاصيل الحياة اليومية.

علاقة الشيخوخة بالوظائف التنفيذية

استنادا إلى فكرة البنية، يمكننا احتمال وجود علاقة بين الوظائف التنفيذية أو المهارة والشيخوخة كما تبين سابقا مع بنيات أخرى. قد يمثل مفهوم المهارة تفسيرا بخيلا، مقارنة بالمجموعة المتنوعة من التعريفات المقترحة سابقا.

يمكن أن يكون تلخيص الأبحاث والدراسات حول تغييرات الوظائف التنفيذية المرتبطة بالعمر مفيدا ليس فقط في إغناء الأبحاث عن الشيخوخة ولكن أيضًا في تحديد وفهم الوظائف التنفيذية بشكل أفضل. وبالتالي، فإن هدفنا الرئيسي من هذا المقال هو مراجعة ما هو معروف عن التدهور المعرفي المرتبط بالعمر في عدد من المجالات الوظيفية بما فيهم الاشتغال المعرفي. تبدأ بعض جوانب الوظائف التنفيذية في البروز عادة بعد سن الخامسة وخاصة الذاكرة العاملة والمرونة المعرفية والتخطيط[18]. لكن القليل فقط من الأبحاث توثق بداية تدهور هذه القدرات.

18 Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. Developmental Review, 29 (3), 180–200.

يمكن أن نعتبر مراجعة التغيرات المعرفية في الدماغ مع تقدم العمر والتطرق إلى الأدبيات المتعلقة بهذا الموضوع لاستكشاف التغيرات التي تطرأ على الوظائف التنفيذية مع تقدم العمر، مناقشة ناقصة دون الانتباه إلى التغيرات المادية التي تحدث في الدماغ مع مرور الوقت.

مراجعة موجزة للتغييرات المادية في الدماغ المرتبطة بالوظائف التنفيذية:

على الرغم من الكم الهائل من الأبحاث التي تسلط الضوء على التغيرات التي تحدث في جسم الإنسان مع مرور السنين، إلا أن الكثير لا يُعرف عن الدماغ، وتحديدا عن الوظائف التنفيذية.

يوضح التصوير بالرنين المغناطيسي ودراسات تشريحية عصبية أخرى أن الدماغ يفقد حوالي 50٪ من حجمه نتيجة للشيخوخة الطبيعية[19]، إضافة إلى التغيير المتسارع الذي يحدث بعد سن الخمسين[20] . تتضمن بعض التغييرات الملحوظة ضررا بالمادة البيضاء وخطر الإصابة بالجلطات الذي غالبًا ما يكون بسبب ارتفاع ضغط الدم. فقد تم التوصل إلى أن تضرر المادة البيضاء يرتبط بشكل كبير بضعف الذاكرة [21]. كما يقترح أنهما يفسران جميع التباينات المرتبطة بالعمر في السرعة والمعالجة التنفيذية [22].

19 Brickman, A. M., Habeck, C., Zarahn, E., Flynn, J., & Stern, Y. (2007). Structural MRI covariance patterns associated with normal aging and neuropsychological functioning. Neurobiology of Aging, 28 , 284–295.

20 DeCarli, C., Massaro, J., Harvey, D., Hald, J., Tullberg, M., Auf, R., et al. (2005). Measures of brain morphol ogy and infarction in the Framingham Heart Study: Establishing what is normal. Neurobiology of Aging, 26 , 491–510.

21 Buckner, R. L. (2005). Memory and executive function review in aging and AD: Multiple factors that cause decline and reserve factors that compensate. Neuron, 44 , 195–208.

22 Ribot, T. (1882). Diseases of memory. New York: Appleton-Century-Crofts.

يرتبط انخفاض الميالين ارتباطًا وثيقًا بسرعة المعالجة المعرفية[23]. إذ تعد العقد القاعدية والمخيخ وقشرة الفص الجبهي، أكثر المناطق ارتباطا بالوظائف التنفيذية، وخصوصا قشرة الفص الجبهي فهي المسؤولة عن ضبط العمليات التنفيذية[24].

يظهر التصوير العصبي للتغيرات في هياكل الفص الجبهي تراجعا في أداء المهام النفسية والعصبية التي تقيس الوظائف التنفيذية [25]. بالنسبة لرويال[26]، فالأفراد المشخصون بمرض الزهايمر والأشخاص الذين يدخلون في خانة "شيخوخة الدماغ الطبيعية" معرضون لتلف قشرة الفص الجبهي[27]. يقول بعض الباحثون بأن "هذه النتائج تكشف عن الأساس الخلوي للتدهور المعرفي المرتبط بالعمر في قشرة الفص الجبهي الظهراني" .

23 Lu, P. H., Lee, G. J., Raven, E. P., Tingus, K., Khoo, T., Thompson, P. M., et al. (2011). Age-related slowing in cognitive processing speed is associated with myelin integrity in a very healthy elderly sample. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 33 (10), 1059–1068.

24 Salthouse, T. A., & Ferrer-Caja, E. (2003). What needs to be explained to account for age-related effects on mu tiple cognitive variables? Psychology and Aging, 18 , 91–110.

25 Daniels, K. A., Toth, J. P., & Jacoby, L. L. (2006). The aging of executive functions. In E. Bialystok & F. I. M. Craik (Eds.), Lifespan cognition: Mechanisms of change (pp. 96–111). New York: Oxford University Press.

26 Royall, D. R., Palmer, R., Chiodo, L. K., & Polk, M. J. (2004). Declining executive control in normal aging predicts change in functional status: the Freedom House Study. Journal of the American Geriatrics Society, 52(3), 346–352.

27 Wang, M., Gamo, N. J., Jin, L. E., Wang, X. J., Laubach, M., Mazer, J. A., et al. (2011). Neuronal basis of age- related working memory decline. Nature, 476 , 210–213.

حتى في غياب الضرر المادي، تبين أن قشرة الفص الجبهي تتعرض للهشاشة بسبب الشيخوخة. إذ تعتبر من أكثر مناطق الدماغ التي تظهر عليها مخلفات الانتكاسات [28]، كفقدان الحجم والوظيفة [29]. يعد هذا الانتكاس هو المسبب الرئيسي للتدهور المعرفي المرتبط بالعمر كما يعتبر السبب في شيخوخة الجبهة[30] .

أجرى شريتلين وآخرون[31] اختبار لمعرفة ما إذا كانت تغيرات الذكاء المرن المرتبطة بالعمر لها علاقة بانخفاض سرعة المعالجة، أو بالتأثير السلبي لتلاشي هياكل الفص الأمامي على قدرات الوظائف التنفيذية، أم هما معا. تبين معطياتهم انخفاضا في سرعة المعالجة وتغيرات في القدرات التنفيذية. تدعم نتائج التصوير بالرنين المغناطيسي هذه المعطيات، بحيث توضح تقلصا في حجم الفص الجبهي ساهم في تدهور قدرات المرونة بنسبة 75 ٪. يتزايد تدهور الفص الجبهي مع مرور الوقت، حتى في غياب أدنى تشخيص لأي مرض عقلي [32].

28 Ferrer-Caja, E., Crawford, J. R., & Bryan, J. (2002). A structural modeling examination of the executive decline hypothesis of cognitive aging through reanalysis of Crawford et al.'s (2000) data. Aging, Neuropsychology, and Cognition, 9 , 231–249.

29 Raz, N. (2000). Aging of the brain and its impact on cognitive performance: Integration of structural and behavioural findings. In F. I. M. Craik & T. Salthouse (Eds.), Handbook of aging and cognition (2nd ed., pp. 1–90). Mahwah, NJ: Erlbaum.

30 Andres, P., & van der Linden, M. (2001). Age-related differences in supervisory attentional system functions. Journal of Gerontology: Psychological Science, 55B , P373–P380.

31 Charlton, R. A., Landau, S., Shiavone, F., Barrick, T. R., Clark, C. A., Markus, H. S., et al. (2008). A structural equation modeling investigation of age-related variance in executive function and DTI measured white matter change. Neurobiology of Aging, 29 , 1547–1555.

32 Royall, D. R., Palmer, R., Chiodo, L. K., & Polk, M. J. (2004). Declining executive control in normal aging predicts change in functional status: the Freedom House Study. Journal of the American Geriatrics Society, 52(3), 346–352.

استحضر دليل الوظائف التنفيذية في فصله الأول حالة لشخص اسمه فينس غيج، أدى تدمير جزء كبير من قشرة الفص الجبهي الخاص به إلى تغيرات في سلوكه. يقول بيختريف [33]أن الضرر الذي يلحق بالفص الجبهي من شأنه أن يؤدي إلى اضطراب في السلوك الموجه نحو الهدف[34].

وبذلك، أضافت الرابطة الأمريكية للطب النفسي سنة 1994[35]، لتعريفها الإجرائي للخرف، تلف قشرة الفص الجبهي. باختصار، تعتبر التغييرات في شيخوخة الدماغ "العادية" المتعلقة ببنية الجسم أشياء بديهية، بما في ذلك فقدان الحجم الكلي الناتج في غالب الأحيان عن نقص الميالين في الخلايا العصبية. فتحدث تغييرات بالأداء التنفيذي، عندما يقع ذلك بقشرة الفص الجبهي والمخيخ والعقد القاعدية.

مراجعة موجزة للتغييرات التي تحدث بالاشتغال المعرفي نتيجة للشيخوخة الطبيعية

الذكاء. لاحظ كوفمان[36] أن الفهم اللغوي يحافظ نسبيا على استقراره ابتداء من سن الرشد حتى العقد الثامن، في حين أن الإدراك الحسي يصل إلى ذروته في وقت مبكر من سن الرشد ثم يبدأ في التراجع بثبات مع تقدم العمر. وبالتالي، من المحتمل أن يكون السبب في تراجع الذكاء العام مع تقدم العمر راجع إلى تباطؤ سرعة المعالجة وانخفاض الإدراك الحسي، لأن الفهم اللغوي وذاكرة العمل يتميزان بكونهما أكثر حفظا رغم التقدم في السن. يرجع السبب حسب قانون ريبوت كما ينقله ميلر [37] إلى أن القدرات المعرفية الأقدم والأكثر تمرسا هي الأكثر مقاومة للشيخوخة. قارنت العديد من

33 Bekhterev, V. M. (1905). Fundamentals of brain function (7 vols.). St. Petersburg.

34 Barkley, R. A. (2011). Barkley deficits in executive functioning scale (BDEFS) . New York, NY: Guilford Press.

35 Royall, D. R., Palmer, R., Chiodo, L. K., & Polk, M. J. (2004). Declining executive control in normal aging predicts change in functional status: the Freedom House Study. Journal of the American Geriatrics Society, 52(3), 346–352.

36 Kaufman, A. S. (2001). WAIS-III Iqs, Horn's theory and generational changes from young adulthood to old age. Intelligence, 29, 131–167.

37 Miller, L. J., Myers, A., Prinzi, L., & Mittenberg, W. (2009). Changes in intellectual functioning associated with normal aging. Archives of Clinical Neuropsychology, 24, 681–688.

الدراسات الأخرى التدهور اللغوي وتدهور الأداء المرتبطان بالعمر. فقد لاحظ ريان وساتلرو ولوبيز[38] أن نتائج الأشخاص المسنين في مقاييس سرعة المعالجة والتفكير الإدراكي ضعيفة بالمقارنة مع البالغين الأصغر سنا، لكن نادرا ما سجلت تغييرات مرتبطة بالعمر في مقياس مهام الاستيعاب اللفظي. ويقترح لي وآخرون [39]أن تدهور الإدراك الحسي يظهر بشكل ثابت ابتداء من العقد السادس، ويؤثر ذلك على تقلص حجم الدماغ.

الذاكرة. تشير الأبحاث إلى أن التقدم في العمر يتماشى عكسيًا مع قياسات الذاكرة، إذ كلما تقدم العمر تدهورت معدلات الذاكرة، وذلك بعد تخطي سن معين [40]. يمكن أن يكون لهذه العلاقة عامل واحد أو عوامل متعددة. فخلال العقد الماضي، تم التركيز على تدهور الذاكرة المرتبط بالعمر من حيث صلته بتدهور الوظائف التنفيذية.

من الممكن أن يدعم كل من الانتباه والقدرات التنفيذية الذاكرة. إذ تفيد إحدى النظريات بأن المهام التي تتطلب مجهودًا ذهنيًا كبيرًا (مثل الذاكرة العاملة والاستدعاء الحر) تظهر عليها كثير من التغيرات نتيجة للتقدم في السن مقارنة بالأنشطة التي تتطلب مجهودًا ذهنيًا أقل[41]. غالبًا ما يرتبط التدهور السريع للذاكرة وغيرها من الوظائف المعرفية بمرض الزهايمر، المسمى بالخرف في الذاكرة نوع الزهايمر كما صنف في الدليل التشخيصي والإحصائي للاضطرابات العقلية، الإصدار الرابع DSM-IV-TR، ويتضمن اضطرابات الذاكرة أي ضعف القدرة على تعلم معلومات جديدة أو تذكر معلومات

38 Ryan, J. J., Sattler, J., & Lopez, S. J. (2000). Age effects on Wechsler adult intelligence scale-III subtests. Archives of Clinical Neuropsychology, 15, 311–317.

39 Lee, J. Y., Lyoo, I. K., Kim, S. U., Jang, H. S., Lee, D. W., Jeon, H. J., et al. (2005). Intellect declines in healthy elderly subjects and cerebellum. Psychiatry and Clinical Neurosciences, 59, 45–51.

40 Crawford, J. R., Bryan, J., Luszcz, M. A., Obonsawin, M. C., & Stewart, L. (2000). The executive decline hypothesis of cognitive aging: Do executive deficits qualify as differential deficits and do they mediate age-related memory decline? Aging, Neuropsychology, and Cognition, 7, 9–31.

41 Connor, L. T. (2001). Memory in old age: Patterns of decline and preservation. Seminars in Speech and Language, 22, 117–125.

لقنت سابقًا[42]. قد يمثل الزهايمر تسارعًا نموذجيًا في فقدان الذاكرة التدريجي المرتبط بالشيخوخة أو يمثل وحدة مستقلة بذاتها[43].

من خلال العمل على حالات من مرض الزهايمر، يقترح تصور الاحتياط المعرفي أن بعض العوامل كالمستوى التعليمي أو مستوى ذكاء الشخص قبل المرض قد تقلل من معدل تدهور الذاكرة مع التقدم في العمر. كما أن بعض العوامل تكون قابلة "لإعادة التدريب" إلى حد ما، لذلك يوصى بالتدريب المعرفي والتغذية الجيدة، كطرق للتقليل من التدهور المعرفي.

إذا كان علم الأمراض قادرًا على توجيه فهم واضح لمجتمع البحث غير العادي، فكيف يبدو شكل فقدان الذاكرة التدريجي لدى الأشخاص العاديين؟

في محاولة لفهم أفضل للفقدان السريع للذاكرة، يعد فهم معدل فقدان الذاكرة الطبيعي أمرًا أساسيًا في مناقشة وظائف الشيخوخة.

بالنظر إلى الجوانب المتعددة للذاكرة، تؤدي الذاكرة المعتمدة على المحتوى دورها بشكل أفضل مقارنة بالذاكرة المعتمدة على السياق[44]. كما تؤثر الشيخوخة سلبًا على الاسترجاع أكثر مما تؤثر على الترميز أو التخزين. ومع ذلك، تشير المعطيات إلى أن الاسترجاع يكون أكثر تأثرًا مع مرور الوقت مقارنة بالمهارات الإدراكية الأخرى[45].إذ تبلغ بعض القدرات أوجها

42 American Psychiatric Association. (2000). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th ed., text rev.). Washington, DC: American Psychiatric Association.

43 Buckner, R. L. (2005). Memory and executive function review in aging and AD: Multiple factors that cause decline and reserve factors that compensate. Neuron, 44, 195–208.

44 Connor, L. T. (2001). Memory in old age: Patterns of decline and preservation. Seminars in Speech and Language, 22, 117–125.

45 McGrew, K. S., & Woodcock, R. W. (2001). Technical Manual. Woodcock-Johnson III. Itasca, IL: Riverside Publishing.

خلال فترة من العمر لتبدأ بالتراجع فيما بعد؛ فمثلا، تصل الذاكرة أقصى مستويات تطورها خلال الفترة ما بين الخامس والعشرين والثلاثين سنة.

تشير المقاييس النفسية العصبية المعروفة للوظائف التنفيذية (اختبار فرز البطاقات المعدل، واختبار ستروب، واختبار برج لندن) إلى أن سرعة المعالجة تتراجع مع التقدم في العمر[46]. بينما تحافظ المهارات المتمرسة بشكل كبير على استقرارها لدى الأفراد الأكبر سنا (مثل: المعلومات الدلالية والسيرة الذاتية)[47]. ومع ذلك، فإن تذكر حقائق مكتسبة حديثًا أو استدعاء التجارب الذاتية الحديثة يكون عرضة للتأثر.

في عمل لغونستاد وزملائه، تم تصنيف ثلاث مجموعات من بالغين يعانون من ضعف الذاكرة: مجموعة ذات وظائف تنفيذية ضعيفة، ومجموعة ذات أداء بطيء في (الانتباه، والوظائف التنفيذية، والحركة)، وأخرى ذات تدهور معرفي عام. فسجل تدهور الوظائف التنفيذية عند الأكبر سنا. بعبارة أخرى، قد يتعرض الأصحاء أيضا لتدهور الذاكرة، لكن لأسباب مختلفة. فقد أكد الباحثون في هذه الدراسة بالذات على أن تدهور الذاكرة الناتج عن التقدم بالعمر ليس جزءًا من الشيخوخة السليمة، تتفق هذه النتائج إلى حد ما مع عمل نافيه بنيامين وكريك وجويز وكروجر[48] الذي أظهر أن البالغين لا يسجلون تدهورا في أداء الذاكرة طالما يمكنهم الاعتماد على المعرفة الدلالية. إذ تبين أن الذين سجلوا تدهورا في أداء الذاكرة لمهامها كانوا يعتمدون كثيرا على مخزون الانتباه في الترميز والاسترجاع بدلا من استراتيجيات الحفظ التي نادرا ما كانت تستخدم.

46 Crawford, J. R., Bryan, J., Luszcz, M. A., Obonsawin, M. C., & Stewart, L. (2000). The executive decline hypothesis of cognitive aging: Do executive deficits qualify as differential deficits and do they mediate age-related memory decline? Aging, Neuropsychology, and Cognition, 7, 9–31.

47 Buckner, R. L. (2005). Memory and executive function review in aging and AD: Multiple factors that cause decline and reserve factors that compensate. Neuron, 44, 195–208.

48 Naveh-Benjamin, M., Craik, F. I. M., Guez, J., & Kreuger, S. (2005). Divided attention in younger and older adults: Effects of strategy and relatedness on memory performance and secondary task costs. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 31, 520–537.

الذاكرة العاملة. تحتفظ ذاكرة العمل مؤقتا بمعلومات تمكن العقل من إنجاز مهمة معينة. كما تتيح إمكانية تعديل المعلومات المتوفرة. وفقًا لـ هيزينغا[49]، تستمر الذاكرة العاملة في التطور حتى مرحلة الشباب. ولا تستكمل نضجها قبل إثنا عشرة سنة. في دراسة للباحثان، بمشاركة شباب تتراوح أعمارهم بين السبع سنوات والواحد والعشرين سنة، تظهر ذاكرة العمل كأقوى متنبئ في اختبار ويسكونسن لفرز البطاقات، مقارنة بوظيفتي الكف والمرونة. ودعم غورال[50] ذلك من خلال إثبات أن مهام الذاكرة العاملة تظهر بها اختلافات مرتبطة بالعمر، واستثنى الذاكرة القصيرة المدى.

أفاد وانج وآخرون[51] بوجود فقدان ملحوظ لقشرة الفص الجبهي عند القردة مع تقدم العمر مدعوما بتدهور الوظائف التنفيذية، وتحديداً انخفاض في معدل إنتاج الخلايا العصبية الخاصة بالذاكرة. يرتبط هذا الانخفاض بالشيخوخة. رغم أن بعض الأبحاث أشارت إلى ذلك إلا أنه لا يمكن معرفة ما إذا كانت الشيخوخة الطبيعية تحدث تغيرات بالمادة الموجودة بقشرة الفص الجبهي. لاحظ تشارلتون وآخرون [52]أن ضعف تماسك المادة البيضاء يرتبط بتدهور الذاكرة العاملة المرتبط بالعمر، وإن كان بشكل غير مباشر، فمثلا ترجع التغيرات التي تحدث في الذاكرة العاملة الى تدهور مهارة سرعة المعالجة.

التعديل الذاتي / الانتباه. قد تلعب القدرة على الانتباه دور الوسيط بين كل المجالات المعرفية الأخرى، وربما تستثني المهام المعتادة أو التلقائية. لذلك، يمكن أن نفترض أن تدهور الانتباه المرتبط بالعمر يمكن أن يؤثر بشكل كبير

49 Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis.Neuropsychologia, 44(11), 2017–2036.

50 Goral, M. (2004). First-language decline in healthy aging: Implications for attrition in bilingualism. Journal of Neurolinguistics, 17(1), 31–52.

51 Wang, M., Gamo, N. J., Jin, L. E., Wang, X. J., Laubach, M., Mazer, J. A., et al. (2011). Neuronal basis of age- related working memory decline. Nature, 476, 210–213.

52 Charlton, R. A., Landau, S., Shiavone, F., Barrick, T. R., Clark, C. A., Markus, H. S., et al. (2008). A structural equation modeling investigation of age-related variance in executive function and DTI measured white matter change. Neurobiology of Aging, 29, 1547–1555.

على اشتغال كبار السن في مجموعة متنوعة من المجالات[53]. ومع ذلك، فإن المكونات الفرعية لعمليات الانتباه لا تتأثر كلها بالشيخوخة المعرفية الطبيعية كما تتأثر المجالات المعرفية الأخرى بشكل مباشر. كما يشير جليسكي إلى ظهور قصور لدى كبار السن في مهام الانتباه التي تتطلب الانتقال أو التقسيم أو المرونة. لا يتأثر كبار السن بتشتت الانتباه كثيرا، مع أنهم أبطأ من البالغين الأصغر سنا في المهام التي تقيس الانتباه الانتقائي. لكنهم يتشابهون عموما مع الشباب في مهام الانتباه المستمر أو اليقظة. لاحظ هارتمان ستراتون صليب[54] أيضا أن كبار السن يجدون صعوبة في الانتباه الانتقائي في حال كان عليهم الاختيار بين العديد من العناصر التحفيزية، مما يؤثر سلبًا على أدائهم في مهام تقيس تكوين المفاهيم. وبالتالي قد يكون الانتباه سببا في التغيرات المرتبطة بالعمر بالنسبة للمهارات الأكثر تعقيدًا مثل تكوين المفاهيم واتخاذ القرارات عند كبار السن الأصحاء[55].

53 Glisky, E. L. (2007). Changes in cognitive function in human aging. In D. R. Riddle (Ed.), Brain aging: Models, methods, mechanisms (pp. 1–15). Boca Raton, FL: CRC Press. Retrieved July 30, 2009, from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book =frbrainage&part=ch1

54 Hartman, M., & Stratton-Salib, B. C. (2007). Age differences in concept formation. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 29, 198–214.

55 Isella, V., Mapelli, C., Morielli, N., Pelati, O., Franceschi, M., & Appollonio, I. M. (2008). Age-related quantita- tive and qualitative changes in decision making abil- ity. Behavioural Neuropsychology, 19, 59–63.

سرعة المعالجة. تتراجع سرعة المعالجة مع تقدم العمر[56]. حيث أظهرت العديد من الأبحاث أن التغييرات المرتبطة بالعمر التي تطرأ على سرعة المعالجة تحفز ظهور تغيرات معرفية أخرى مرتبطة بالعمر[57]. ومن المحتمل أن يكون الأساس البيولوجي لتغيرات سرعة المعالجة هو انخفاض في تكون الميالين في بعض المناطق مثل الفص الجبهي والجسم الثفني [58].

لاحظ غيسليتا وليندنبرغر[59] أن تأثير سرعة المعالجة على التغيرات المعرفية مع تقدم العمر، أقوى من تأثير المعرفة على التغيرات في سرعة المعالجة مع مرور الوقت. وأشار رينولدز فينكل ومكاردل وبيدرسن [60]إلى أن تراجع سرعة المعالجة مسؤول عن التغييرات التي تحدث بالذاكرة والقدرات المكانية، وليس القدرات اللفظية. كما لاحظ ليمكي و زيمبريتش[61] أيضًا أن تغييرات السرعة تشكل جزءًا من التباين في تغيرات الذاكرة مع تقدم العمر، لكنهما يقترحان عدم اعتماد نظرية واحدة لشرح التغيرات المعرفية مع تقدم العمر. وقد أثار آخرون شكوكا حول كون سرعة المعالجة تمثل جزء لا يتجزأ من الشيخوخة المعرفية على أساس أن هذا المفهوم لم يعرف بشكل واضح، وأن مقاييسه قد تعتمد في الواقع على

56 Smith, G., & Rush, B. K. (2006). Normal aging and mild cognitive impairment. In D. K. Attix & K. A. Welsh- Bohmer (Eds.), Geriatric neuropsychology: Assessment and intervention (pp. 27–55). New York: Guilford Press.

57 Finkel, D., & Pedersen, N. L. (2000). Contribution of age, genes, and environment to the relationship between perceptual speed and cognitive ability. Psychology and Aging, 15, 56–64.

58 Lu, P. H., Lee, G. J., Raven, E. P., Tingus, K., Khoo, T., Thompson, P. M., et al. (2011). Age-related slowing in cognitive processing speed is associated with myelin integrity in a very healthy elderly sample. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 33(10), 1059–1068.

59 Ghisletta, P., & Lindenberger, U. (2003). Age-based structural dynamics between perceptual speed and knowl- edge in the Berlin Aging Study: Direct evidence for ability dedifferentiation in old age. Psychology and Aging, 18, 696–713.

60 Finkel, D., Reynolds, C. A., McArdle, J. J., & Pedersen, N. L. (2007). Age changes in processing speed as a leading indicator of cognitive aging. Psychology and Aging, 22, 558–568.

61 Lemke, U., & Zimprich, D. (2005). Longitudinal changes in memory performance and processing speed in old age. Aging, Neuropsychology, and Cognition, 12, 57–77.

قدرات أخرى كالتفكير المرن [62]. في نفس السياق، بحث زيمبريتش ومارتن[63] في العلاقة بين سرعة المعالجة والاستدلال المرن عند أربعمئة وسبعة عشر راشدا يبلغون من العمر ما يقرب إثنا وستون سنة، تم اختبارهم على مدى أربع سنوات. أشارت النتائج إلى أن التغيرات في سرعة المعالجة ترتبط بالاستدلال المرن بنسبة 0،53 بينما تمثل نسبة التفاوت 28 ٪ فقط. قام كل من تاكر دروب وجونسون وجونز[64] بقياس الاستدلال والسرعة لدى أفراد تتراوح أعمارهم بين الخامسة والستين سنة والتاسعة والثمانين سنة لاختبار فرضية الاحتياطي المعرفي؛ فتبين أن الافراد الذين يتوفرون على مخزون تجريبي عال يظهرون إمكانيات عالية بالوظائف المعرفية وذلك راجع الى أن (أ) ذلك المخزون يلعب دورًا وقائيًا ضد التدهور المرتبط بالعمر أو الى (ب) استمرار الأداء العالي الموجود سابقا. تبين نفس الدراسة أن الأفراد الذين أظهروا مستوى عال في الأداء المعرفي في عمر متقدم عكسوا فقط ما كانوا عليه سابقا (حيث كانت قدراتهم المعرفية أعلى مند البداية). تدعم النتائج التي توصل إليها ديري وجونسون وستار [65]ذلك من خلال ملاحظة أن الفروق الفردية في سرعة المعالجة التي تظهر في سن السبعين تتوافق مع الفروق الفردية التي كانت موجودة في سن الحادية عشرة، وبالتالي فإن سرعة المعالجة لم تكن مؤشرًا قويا من الجانب البيولوجي والإحصائيً للتغيير المعرفي المرتبط بالعمر. تؤثر نفس العوامل الوراثية التي تؤثر على القدرات المعرفية في عمر متقدم وعلى سرعة المعالجة في عمر أصغر. فمزيج هذه العوامل والتأثيرات البيئية هو السبب المحتمل

62 Parkin, A. J., & Java, R. I. (1999). Deterioration of frontal lobe function in normal aging: Influences on fluid intelligence versus perceptual speed. Neuropsychology, 13, 539–545.

63 Zimprich, D., & Martin, M. (2002). Can longitudinal changes in processing speed explain longitudinal age change in fluid intelligence? Psychology and Aging, 17, 690–695.

64 Tucker-Drob, E. M., Johnson, K. E., & Jones, R. N. (2009). The cognitive reserve hypothesis: A longitudinal examination of age-associated declines in reason- ing and processing speed. Developmental Psychology, 45, 431–446.

65 Deary, I. J., Johnson, W., & Starr, J. M. (2010). Are processing speed tasks biomarkers of cognitive aging? Psychology and Aging, 1, 219–228.

للاختلاف الفردي في المراحل اللاحقة من العمر [66]. حيث ثم اقتراح أن ما لا يقل عن 50٪ من التباين في القدرة المعرفية في عمر متقدم يرجع إلى القدرة المعرفية بمرحلة الطفولة[67].

على الرغم من أن سرعة المعالجة قد تكون وسيطًا مهمًا للأداء المعرفي في مرحلة الطفولة، إلا أن هذه العلاقة قد تظل مستقرة خلال مراحل النمو والشيخوخة. قام نيتلبيك و بورنز [68]بدراسة الأداء المعرفي لدى الأطفال والبالغين في سن متقدم، لمعرفة ما إذا كانت الشيخوخة والتغيرات المعرفية المرتبطة بها تتماشى عكسيا مع تطور الوظائف التنفيذية من مرحلة الطفولة الصغرى الى مرحلة الطفولة. ثم التوصل الى أن ارتفاع سرعة المعالجة عند الأطفال تؤثر إيجابيا على الذاكرة العاملة، إذ تساهم في تحسين قدرتهم على الاستدلال، وهذا لا ينطبق على للمسنين. فقد أظهر البالغون الذين تزيد أعمارهم عن الخامسة والخمسين سنة في هذه الحالة، تراجعًا في قدرتهم على الاستدلال نتيجة لبطء سرعة المعالجة، إضافة إلى تغييرات بالذاكرة العاملة بدت مستقلة عن سرعة المعالجة.

لتلخيص النتائج المتعلقة بتأثير سرعة المعالجة على التدهور المعرفي مقارنة بالقدرات المعرفية الأخرى، قام سالتهاوس [69]بصياغة مصطلح "فرضية سرعة المعالجة". تم تطوير هذه الفكرة لشرح المسببات المشتركة لمختلف التراجعات المعرفية التي لوحظت مع تقدم العمر. استند سالتهاوس في هذه الفكرة إلى توجه نظري واضح، حيث أظهرت العديد من الدراسات المقطعية، بعد التحكم الإحصائي في سرعة المعالجة البسيطة، أهمية ضئيلة للتغييرات المرتبطة بالعمر مقارنة بالمتغيرات المعرفية الأخرى.

66 Finkel, D., Reynolds, C. A., McArdel, J. J., Hamagami, F., & Pedersen, N. L. (2009). Genetic variance in processing speed drives variation in aging of spatial and memory abilities. Developmental Psychology, 45, 820–834.

67 Gow, A. J., Johnson, W., Pattie, A., Brett, C. E., Robersts, B., Starr, J. M., et al. (2011). Stability and change in intelligence from age 11 to ages 70, 79, and 87: The Lothian birth cohorts of 1921 and 1936. Psychology and Aging, 26, 232–240.

68 Nettelbeck, T., & Burns, N. R. (2010). Processing speed, working memory and reasoning ability from child- hood to old age. Personality and Individual Differences, 48, 379–384.

69 Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. Psychological Review, 103, 403–428.

لتقييم هذه الظاهرة، أجرى سالتهاوس ، دراسة طولية اختبر من خلالها الأداء المعرفي لثلاثمئة وثلاثة مشارك، بمتوسط أعمار سبعة وسبعين سنة، على مدى ثلاث سنوات. أشارت النتائج إلى تدهور كبير في الذاكرة العرضية، والطلاقة اللفظية، والفهم اللفظي، والمفردات، وذاكرة المدى، والانتباه. لاحظ الباحث خلال فحصه للمعطيات من زاوية التأثيرات العمرية المقطعية، أن الفروق الفردية في سرعة المعالجة تمثل جزءًا كبيرًا من التباين بين التغييرات في المجالات المعرفية الأخرى. ومع ذلك، كشفت التأثيرات الطويلة على الأشخاص أنه على الرغم من كون سرعة المعالجة تلعب دورًا في التغيير المرتبط بالعمر، إلا أنها تمثل نسبة ضئيلة من التباين في التغيير المعرفي المرتبط بالعمر، وبذلك يحتمل أن المعطيات المقطعية تفرط في تقدير سرعة المعالجة باعتبارها مسببا رئيسيا للتدهور المعرفي المرتبط بالعمر.

القدرة البصرية - المكانية. قام كل من جانكينز و ميرسون وجوردينغ وهال[70]، بدراسة الاختلافات بين البالغين الصغار والكبار في مهام سرعة المعالجة والذاكرة العاملة والتعلم بالأقران التي تعتمد على البصر مقابل مهام سرعة المعالجة والذاكرة العاملة والتعلم بالأقران التي تعتمد الكلام. تشير النتائج إلى أن أداء كبار السن كان أضعف من أداء البالغين الأصغر سنًا في جميع المهام، ولكن سجل أكبر تدهور للأداء في المهام البصرية، مما يشير إلى أن الأداء اللفظي أقل تأثرا بالعمر. تتوافق هذه النتائج مع أبحاث أخرى توضح مقاومة القدرات اللفظية (مقابل القدرات البصرية) للتغيرات المرتبطة بالعمر [71].

اللغة. من المرجح أن تتأثر اللغة بالعمر، على الرغم من أن المشكلة تبدو مرتبطة أكثر بالبحث والاسترجاع وليس باللغات والمعلومات [72]. وبشكل أدق، يبدو أن البحث عن الكلمات والهجاء يظهران أكبر التدهورات المرتبطة بالعمر، فيما

70 Jenkins, L., Myerson, J., Joerding, J. A., & Hale, S. (2000). Converging evidence that visuospatial cogni- tion is more age-sensitive than verbal cognition.Psychology and Aging, 15, 157–175.

71 Miller, L. J., Myers, A., Prinzi, L., & Mittenberg, W. (2009). Changes in intellectual functioning associated with normal aging. Archives of Clinical Neuropsychology, 24, 681–688.

72 Goral, M. (2004). First-language decline in healthy aging: Implications for attrition in bilingualism. Journal of Neurolinguistics, 17(1), 31–52.

يتعلق بالقدرات اللفظية [73]. حيث لوحظت صعوبات في الاسترجاع المعجمي أثناء إنتاج الكلمات وفهم المواد المعقدة [74]. وقد أظهر جورال ذلك من خلال مقارنة أفراد من مختلف الفئات العمرية (من ثلاثين إلى سبعين سنة). أظهرت النتائج أن العمر كان مؤشرًا مهمًا في المجموع الإجمالي لمهام تسمية نورتون واختبارات تسمية الحركة. حيث سجل أكبر تراجع في المجموع لدى الأفراد البالغين سبعون سنة فما فوق، كما لوحظ تراجع في سن مبكرة، ابتداء من خمسين سنة.

دعمًا لهذه النتائج، قام باريزي وآخرون [75]بدراسة الوصول الضعيف الى المعجم (المعروف على أنه فشل في التسمية قبل وبعد تقديم مساعدات) والتدهور الدلالي (ويُعرّف هنا على أنه نجاح التسمية في الأول والفشل فيما بعد)، وكلاهما تفسيران لتدهورات التسمية المرتبطة بالعمر، إذ يواجه السبعينيون صعوبة أكبر في التدهور الدلالي و في تسمية الأشياء مقارنة بالفئات العمرية الأخرى.

أظهر تحليل الخطاب تدهورا في النحو في عمر متقدم، يُعزى إلى تدهور الذاكرة العاملة[76]. بينما يبقى المعجم والنحو سليمين مدى الحياة. حيث اقترح باريسي وآخرون أن تعريف المفردات الافتراضية يظل ثابتا مدى الحياة، بينما تبدأ تسمية الصور في التراجع بعد سن الثلاثين.

73 Burke, D. M., & MacKay, D. G. (1997). Memory, language, and aging. Philosophical Transactions of the Royall Society, Biological Sciences, 352, 1845–1856.

74 Goral, M. (2004). First-language decline in healthy aging: Implications for attrition in bilingualism. Journal of Neurolinguistics, 17(1), 31–52.

75 Barresi, B. A., Nicholas, M., Connor, L. T., Obler, L. K., & Albert, M. L. (2000). Semantic degradation and lexical access in age-related naming failures. Aging, Neuropsychology, and Cognition, 7(3), 169–178.

76 Kemper, S., Thompson, M., & Marquis, J. (2001). Longitudinal change in language production: Effects of aging and dementia on grammatical complexity and propositional content. Psychology and Aging, 16, 600–614.

تؤثر التربية (كاستخدام اللغة المهنية، والقراءة المهنية، والتقليل من مشاهدة التلفزيون) والعمر على القدرة على التسمية [77].السؤال هنا، لماذا تتعرض بعض عوامل اللغة والذاكرة للشيخوخة أكثر من غيرها. يواجه الأطباء والباحثون صعوبات في محاولة فهم القدرات المحفوظة مقابل القدرات الضعيفة وظهور الأنماط النموذجية.

التحصيل. توصل غريسوم سنة 2004، إلى وجود علاقة سلبية بين التحصيل الأكاديمي والعمر والتي ظلت ثابتة مع مرور الوقت[78]. يتم التنبؤ بالتحصيل في علم النفس العصبي من خلال قياس المهارات التنفيذية. توفر اختبارات وودكوك جونسون فهما أعمق للمسارات التنموية التي تؤثر على الاشتغال المعرفي والتحصيل على مدار الحياة. تتضمن العينة المعيارية للاختبارات وودكوك جونسون للقدرات المعرفية واختبارات التحصيل، معطيات عن أفراد تتراوح أعمارهم بين سنتان وتسعين سنة[79]. تبين الاختبارات الفرعية لكلا المقياسين، نموا وتراجعا على مدار الحياة [80]. كما تشير منحنيات النمو المتباينة إلى أن للقدرات المختلفة مسارات تنموية مختلفة على مدى الحياة.

فمثلا، تتبع كل من مجموعة الطلاقة المعرفية والأكاديمية مسارات تطور مختلفة؛ حيث تُظهر الطلاقة المعرفية على العموم نموًا أقل من الطلاقة الأكاديمية [81]. في المقابل، يوحي التغيير الملحوظ في الفهم المعرفي من خمس سنوات الى تسعين سنة، إلى أمر مختلف، حيث لوحظت تغيرات كبيرة. فيما يخص التحصيل الأكاديمي، تتطور قدرات الكتابة والقراءة

77 Burke, D. M., & MacKay, D. G. (1997). Memory, language, and aging. Philosophical Transactions of the Royall Society, Biological Sciences, 352, 1845–1856.

78 Duncan, G. J., Brooks-Gunn, J., & Klebanov, P. K. (1994). Economic deprivation and early-childhood development. Child Development, 65, 296–318.

79 Mather, N., & Woodcock, R. W. (2001). Examiner's man- ual. Woodcock-Johnson III tests of achievement. Itasca, IL: Riverside Publishing.

80 McGrew, K. S., & Woodcock, R. W. (2001). Technical Manual. Woodcock-Johnson III. Itasca, IL: Riverside Publishing.

81 McGrew, K. S., & Woodcock, R. W. (2001). Technical Manual. Woodcock-Johnson III. Itasca, IL: Riverside Publishing.

خلال فترة التمدرس (من سن الخامسة إلى الثامنة عشرة سنة) ولا تتراجع كثيرا مع تقدم العمر. في حين لا يبلغ التعبير الشفهي أوجه حتى فترة ما بين الخمسين والستين سنة. كما ترتبط قراءة الكلمات وفك الرموز أو القدرات الصوتية ارتباطًا وثيقًا بالاشتغال المعرفي العام ولا تتأثر نسبيًا بالشيخوخة والخرف المبكر[82].

الأبحاث والدراسات حول الوظائف التنفيذية وتقدم العمر

من المعروف أن العديد من الحالات تتسم بتحديات الوظائف التنفيذية نذكر منها: اضطرابات طيف التوحد، واضطراب تشتت الانتباه وفرط النشاط، واضطراب السلوك، واضطراب التحدي المعارض، واضطراب الوسواس القهري، والاكتئاب والقلق. يمكن معالجة مشاكل النمو بشكل أفضل، في كل مرحلة من مراحل العمر، من خلال فهم الوظائف التنفيذية من مرحلة الطفولة الصغرى إلى مرحلة الرشد[83]. تتجه الدراسات التي تفسر هذه الوظائف في الغالب نحو مناقشة نقص الانتباه عند الأطفال في سن التمدرس. بينما قد يفسر ذلك معدل انتشار اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه بين الأطفال في سن التمدرس بشكل أفضل، إلا أن فحص هذه الوظائف في كل مراحل حياة الانسان بات محل تركيز في السنوات الأخيرة. فمثلا، يختلف أداء كبار السن لمهام قياس الوظائف التنفيذية حيث يعتبر أضعف مقارنة بأداء نظرائهم الأصغر سنا [84](مثلا، في مهام فرز البطاقات لويسكونسنفرز، ومهام المسارات تريلز ب، و مهام برج لندن، ومهام

82 McGurn, B., Starr, J. M., Topfer, J. A., Pattie, A., Whiteman, M. C., Lemmon, H. A., et al. (2004). Pronunciation of irregular words is preserved in dementia, validating premorbid IQ estimation. Neurology, 62, 1184–1186.

83 Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. Developmental Review, 29(3), 180–200

84 Daniels, K. A., Toth, J. P., & Jacoby, L. L. (2006). The aging of executive functions. In E. Bialystok & F. I. M. Craik (Eds.), Lifespan cognition: Mechanisms of change (pp. 96–111). New York: Oxford University Press.

ستروب). اقترح هاشر وزاكس في ثمانينيات القرن الماضي، أن تدهور الأداء لدى كبار السن يعود إلى عدم فعالية مهارة الكف، وبالتالي زيادة الجهد اللازم للتركيز وتجنب الإلتهاء[85].

ارتبطت ذاكرة العمل والانتباه والكف في السابق، بأدوار رئيسية في الشيخوخة المعرفية [86].من جهة، تم اقتراح حدوث تدهور عام في موارد المعالجة المعرفية للمعلومات كتفسير مقبول بدلاً تدهور مكون معين بالوظائف التنفيذية. تشير إحدى الفرضيات التي تشرح أساس البطء المعرفي العام الى أن القصور قد يكمن في ضعف القدرة على معالجة المعلومات. حضت فرضية التدهور العام بدعم من قبل العديد من الباحثين خلال الثلاثين عامًا الماضية [87]، وبالتالي قد تلعب سرعة المعالجة دورا في الحد من تغييرات القدرات التنفيذية. لاحظ ستيوارت وسكاريسبريك وجولدن [88]أن الوظائف التنفيذية تتطور مع تقدم العمر، بينما تظهر سرعة المعالجة تراجعا مرتبطًا بالعمر يتسبب في بعض التغييرات بالوظائف التنفيذية. " تكمن المشكلة في أن أداء المهام التنفيذية قد يعتمد على أكثر من نهج تنفيذي واحد"[89].

85 Goral, M. (2004). First-language decline in healthy aging: Implications for attrition in bilingualism. Journal of Neurolinguistics, 17(1), 31–52.

86 Salthouse, T. A., & Ferrer-Caja, E. (2003). What needs to be explained to account for age-related effects on multiple cognitive variables? Psychology and Aging, 18, 91–110.

87 Daigneault, S., Braun, C. M. J., & Whitaker, H. A. (1992). Early effects of normal aging on perseverative and non-perseverative prefrontal measures. Developmental Neuropsychology, 8, 99–114

88 Stewart, J., Scarisbrick, D., & Golden, C. J. (2011). Mediating role of processing speed on age-related declines in executive functioning. Presented at Annual Conference of the American Psychological Association (August, 2011), Washington, DC.

89 Daniels, K. A., Toth, J. P., & Jacoby, L. L. (2006). The aging of executive functions. In E. Bialystok & F. I. M. Craik (Eds.), Lifespan cognition: Mechanisms of change (pp. 96–111). New York: Oxford University Press.

يظهر تراجع تدريجي بالوظائف التنفيذية والذاكرة والانتباه ابتداء من منتصف العمر وحتى نهايته [90]. وقد يحدث تدهور في المنطقة الخاصة بالتفكير والاستدلال في وقت مبكر كمنتصف العشرينيات. قام كروفورد وآخرون[91]، باختبار فرضية التدهور التنفيذي والشيخوخة المعرفية. وذلك من خلال دراستين مع فئتين من الأشخاص البالغين، لمعرفة ما إذا كانت الشيخوخة ترتبط بتغيرات الوظائف التنفيذية بشكل مستقل عن تغيرات الأداء بالمجالات المعرفية الأخرى. تراوحت أعمار المجموعة الأولى بين 18 و75 سنة والمجموعة الثانية بين 60 و89 سنة. مع أن الدراسات كانت مقطعية، وأن نتائجها تعرضت للانتقاد بسبب المبالغة، لاحظ كروفورد وزملاؤه أن التدهور لم يكن واضحا بالوظائف التنفيذية مقارنة بالقدرات المعرفية العامة كما تم قياسها باستخدام مقياس وكسلر لذكاء البالغين[92]. رغم ارتباط الوظائف التنفيذية بالتدهور المرتبط بالعمر في مقاييس الذاكرة، إلا أن سرعة المعالجة تعتبر الوسيط في هذه العملية. إضافة الى ذلك، يمثل كل من الوظائف التنفيذية والقدرة المعرفية العامة نفس القدر من التباين في تدهور الذاكرة المرتبط بالعمر. وختاما، يبدو أن الوظائف التنفيذية، كما يتم قياسها حاليًا (من خلال مهام مثل اختبار فرز بطاقات ويسكونسن واختبار برج لندن)، قد تظهر تراجعا مع تقدم العمر[93]، على الرغم من أنها لا تقدم سوى مساهمة صغيرة مستقلة عن التغيرات التي تطرأ على الوظائف المعرفية الأخرى نتيجة للشيخوخة الطبيعية.

90 Gunstad, J., Paul, R. H., Brickman, A. M., Cohen, R. A., Arns, M., Roe, D., et al. (2006). Patterns of cognitive performance in middle-aged and older adults: A clus- ter analytic examination. Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology, 19, 59–64.

91 Crawford, J. R., Bryan, J., Luszcz, M. A., Obonsawin, M. C., & Stewart, L. (2000). The executive decline hypothesis of cognitive aging: Do executive defi cits qualify as differential defi cits and do they mediate age-related memory decline? Aging, Neuropsychology, and Cognition, 7 , 9–31.

92 Wechsler, D. (1981). Wechsler adult intelligence scale- revised. San Antonio, TX: Psychological Corporation. Zimprich, D. (2002). Cross-sectionally and longitudi- effects of processing speed on intellectual abilities. Experimental Aging Research, 28, 231–251.

93 Daniels, K. A., Toth, J. P., & Jacoby, L. L. (2006). The aging of executive functions. In E. Bialystok & F. I. M. Craik (Eds.), Lifespan cognition: Mechanisms of change (pp. 96–111). New York: Oxford University Press.

- **التداعيات**

تحدثنا سابقا عن الوظائف التنفيذية أو المهارة، ليس فقط ككيان واحد ولكن أيضًا كوسيط يؤثر على الوظائف المعرفية الأخرى (أي المهارة التي يستخدم بها الفرد معرفته للتعامل مع تحديات وأنشطة الحياة اليومية).

من خلال ما نعرفه عن التغيرات المرتبطة بالعمر في مجالات أخرى من الاشتغال المعرفي، أين يمكن أن نفترض أن الوظائف التنفيذية تؤدي دورها؟ هل صحيح أن التدهور الحقيقي لوحظ في الذكاء (خصوصا بالاستدلال الإدراكي[94])، وذاكرة السياق واسترجاع المعلومات السياقية أكثر من الترميز أو التخزين[95]، الذاكرة العاملة[96]، الانتباه الانتقائي والمنقسّم[97]، سرعة المعالجة[98]، والقدرات اللغوية تحديدًا التسمية[99]؟ أم أن تغييرات الوظائف التنفيذية الناتجة عن الشيخوخة الطبيعية تقلل من قابليتنا على استخدام قدراتنا الفطرية للتعامل بفعالية مع الحياة اليومية وحل المشكلات الجديدة والأداء بتناغم مع أقراننا الأصغر سنًا.

94 Ryan, J. J., Sattler, J., & Lopez, S. J. (2000). Age effects on Wechsler adult intelligence scale-III subtests. Archives of Clinical Neuropsychology, 15, 311–317.

95 Connor, L. T. (2001). Memory in old age: Patterns of decline and preservation. Seminars in Speech and Language, 22 , 117–125.

96 Goral, M. (2004). First-language decline in healthy aging: Implications for attrition in bilingualism. Journal of Neurolinguistics, 17(1), 31–52.

97 Glisky, E. L. (2007). Changes in cognitive function in human aging. In D. R. Riddle (Ed.), Brain aging: Models, methods, mechanisms (pp. 1–15). Boca Raton, FL: CRC Press. Retrieved July 30, 2009, from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book =frbrainage&part=ch1

98 Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. Psychological Review, 103, 403–428.

99 Barresi, B. A., Nicholas, M., Connor, L. T., Obler, L. K., & Albert, M. L. (2000). Semantic degradation and lexical access in age-related naming failures. Aging, Neuropsychology, and Cognition, 7(3), 169–178.

دعونا نلقي نظرة على عمل جانستاد[100] و آخرون.الذي بين أن أداء الذاكرة يتراجع مع تقدم العمر بسبب عوامل أخرى (أحدها الوظائف التنفيذية). يمكن أن تكون التغييرات المرتبطة بالعمر في الاستدلال غير اللفظي (واضحة من خلال الأبحاث التي تبين تراجعات في الاستدلال الإدراكي بمقاييس الذكاء[101]) ناتجة عن تراجع المهارة أو الوظائف التنفيذية، في استخدام ما لدينا لحل هذه المشاكل، في حين أن المهام التي تعتمد على المعرفة (المهام التي تقيس الاستدلال اللفظي) تظل أكثر استقرارًا مع مرور الوقت. يبدو أن البحث الذي قمنا بمراجعته يدعم عموما فكرة أن جزءا كبيرا من معرفتنا يظل سليما بينما تتراجع قدراتنا مع مرور الوقت. نحن نستخدم القدرات الفطرية لاكتساب المعرفة وننسق بينها، من خلال الوظائف التنفيذية، لحل المشكلات اليومية وأداء المهام ذات أولوية. بمجرد أن يصبح هذا الأداء اعتياديا ومتكررا، تصبح قدرات الأداء أقل أهمية والمهام أكثر استنادًا إلى المعرفة. وبالتالي، يمكننا أن نقترح أن دور الوظائف التنفيذية، كما عرفناها، ضروري فقط للمهام التي تم تعلمها حديثًا، وبالتالي، فإن تدهور هذه الوظائف مع تقدم العمر يؤدي إلى صعوبة في أداء المهام التي ثم تعلمها حديثًا أو التي لازالت تتطلب دمج المعرفة والقدرات، وهذا ما يتوافق مع بعض الدراسات الموجودة [102].

على الرغم من ذلك، فإن معطيات الدراسات التي تختبر تغيرات الوظائف التنفيذية المرتبطة بالعمر لا تزال في مهدها ومن الواضح أنها تعاني من القيود والتحديات.

100 Gunstad, J., Paul, R. H., Brickman, A. M., Cohen, R. A., Arns, M., Roe, D., et al. (2006). Patterns of cognitive performance in middle-aged and older adults: A clus- ter analytic examination. Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology, 19, 59–64.

[101] Ryan, J. J., Sattler, J., & Lopez, S. J. (2000). Age effects on Wechsler adult intelligence scale-III subtests. *Archives of Clinical Neuropsychology, 15*, 311–317.

102 Buckner, R. L. (2005). Memory and executive function review in aging and AD: Multiple factors that cause decline and reserve factors that compensate. Neuron, 44, 195–208.

- **حدود المعرفة الحالية:**

من الناحية العملية، فإن نفس العوامل التي تحد من دراسة الوظائف التنفيذية كبنية مستقلة، تحد أيضًا من قدرتنا على فهم تأثير التغييرات المرتبط بالعمر. يخلق العدد الهائل للمتغيرات المقترحة[103] المندرجة تحت عنوان الوظائف التنفيذية عجزًا كبيرًا في الأبحاث الحالية لأن العديد من هذه المتغيرات لم يتم بعد اكتشاف صلتها بالشيخوخة الطبيعية. بالإضافة إلى ذلك، فإن قياس الوظائف التنفيذية يعتبر صعبا بسبب الارتباط الموجود بين مقاييسها وتلك التي تقيس القدرات المعرفية الأخرى[104].

- **ملخص واستنتاجات**

تدعم العديد من البحوث فكرة أن الاشتغال المعرفي لا يظل مستقرًا بمرور الوقت وأن عددًا من التراجعات تلاحظ مع تقدم العمر، لا سيما في مرحلة الشيخوخة. كما تدعم هذا البحوث أيضا فكرة أن مختلف مجالات الاشتغال تتراجع بمعدلات متفاوتة وأن اكتساب المعرفة وحل المشكلات الجديدة تتدهور بمعدلات أسرع من المعرفة الموجودة[105]. إذا كان هذا صحيحًا، فسيكون متوافقًا مع تعريفنا المقترح للوظائف التنفيذية، والمهارة التي نستخدم بها معرفتنا وقدراتنا على التعامل مع الحياة اليومية. قد تكون هذه الطريقة الأكثر بساطة لتحديد وفهم الوظائف التنفيذية وتأثيرها على القدرات المعرفية الأخرى التي نستخدمها لاكتساب معرفة جديدة، لكنها الأكثر منطقية من بين التعاريف الأخرى التي تم اقتراحها. أظهرت الدراسات التي أجريت على التغيرات البيولوجية المرتبطة بالتدهور المرتبط بالعمر، فقدان الدماغ لحجمه بسبب انخفاض تكوّن الميالين. ويحدث ذلك بالمناطق المسؤولة عن التحكم بالوظائف التنفيذية. ومع ذلك، و كما تمت الاشارة

103 Salthouse,T.A.(2005).Relationsbetweencognitive abilities and measures of executive functioning. Neuropsychology, 19, 532–545.

104 Hedden, T., & Yoon, C. (2006). Individual differences in executive processing predict susceptibility to interference in verbal working memory. Neuropsychology, 20, 511–528.

105 Zimprich, D., Martin, M., Kliegel, M., Dellenback, M., Rast, P., & Zeintl, M. (2008). Cognitive abilities in old age: Results from the Zurich longitudinal study on cognitive aging. Swiss Journal of Psychology, 67, 177–195.

سابقا، فإن مفهوم الوظائف التنفيذية والأدوات المقترحة لقياسها لم تحدد بشكل جيد، حيث تستند نوعا ما إلى منطق دائري. لذلك فإن أي تعريف سيقترح في المستقبل، بمافيهم هذا التعريف، سيحتاج للخضوع إلى البحث الدقيق لإثبات صلاحيته المتقاربة والمتباينة[106].

قائمة المراجع:

1. American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed., text rev.). Washington, DC: American Psychiatric Association.
2. Andres, P., & van der Linden, M. (2001). Age-related differences in supervisory attentional system functions. *Journal of Gerontology: Psychological Science, 55B*, P373–P380.
3. Ardila, A. (2007). Normal aging increases cognitive heterogeneity: Analysis of dispersion in WAIS-III scores across age. *Archives of Clinical Neuropsychology, 22,* 1003–1011.

106 Salthouse, T. A., Atkinson, T. M., & Berish, D. E. (2003). Executive functioning as a potential mediator of age-related cognitive decline in normal adults. Journal of Experimental Psychology, 132(4), 566–594.

4. Baltes, P. B., & Lindenberger, U. (1997). Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: A new window to the study of cognitive aging? *Psychology and Aging, 12*, 12–21.
5. Barkley, R. A. (2011). *Barkley deficits in executive functioning scale (BDEFS)*. New York, NY: Guilford Press.
6. Barresi, B. A., Nicholas, M., Connor, L. T., Obler, L. K., & Albert, M. L. (2000). Semantic degradation and lexical access in age-related naming failures. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 7*(3), 169–178.
7. Bekhterev, V. M. (1905). Fundamentals of brain function (7 vols.). St. Petersburg. Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review, 29*(3), 180–200.
8. Brickman, A. M., Habeck, C., Zarahn, E., Flynn, J., & Stern, Y. (2007). Structural MRI covariance patterns associated with normal aging and neuropsychological functioning. *Neurobiology of Aging, 28*, 284–295.
9. Buckner, R. L. (2005). Memory and executive function review in aging and AD: Multiple factors that cause decline and reserve factors that compensate. *Neuron, 44*, 195–208.
10. Burke, D. M., & MacKay, D. G. (1997). Memory, language, and aging. *Philosophical Transactions of the Royall Society, Biological Sciences, 352*, 1845–1856.
11. Charlton, R. A., Landau, S., Shiavone, F., Barrick, T. R., Clark, C. A., Markus, H. S., et al. (2008). A structural equation modeling investigation of age-related variance in executive function and DTI measured white matter change. *Neurobiology of Aging, 29*, 1547–1555.

12. Connor, L. T. (2001). Memory in old age: Patterns of decline and preservation. *Seminars in Speech and Language, 22*, 117–125.
13. Corral, M., Rodriguez, M., Amenedo, E., Sanchez, J. L., & Diaz, F. (2006). Cognitive reserve, age, and neuro- psychological performance in healthy participants.*Developmental Neuropsychology, 29*, 479–491.
14. Crawford, J. R., Bryan, J., Luszcz, M. A., Obonsawin, M. C., & Stewart, L. (2000). The executive decline hypothesis of cognitive aging: Do executive deficits qualify as differential deficits and do they mediate age-related memory decline? *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 7*, 9–31.
15. Daigneault, S., & Braun, C. M. J. (1993). Working mem- ory and the self-ordered pointing task: Further evi- dence of early prefrontal decline in normal aging.*Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 15*, 881–895.
16. Daigneault, S., Braun, C. M. J., & Whitaker, H. A. (1992). Early effects of normal aging on perseverative and non-perseverative prefrontal measures. *Developmental Neuropsychology, 8*, 99–114.
17. Daniels, K. A., Toth, J. P., & Jacoby, L. L. (2006). The aging of executive functions. In E. Bialystok & F. I. M. Craik (Eds.), *Lifespan cognition: Mechanisms of change* (pp. 96–111). New York: Oxford University Press.
18. Deary, I. J., Johnson, W., & Starr, J. M. (2010). Are processing speed tasks biomarkers of cognitive aging? *Psychology and Aging, 1*, 219–228.

19. DeCarli, C., Massaro, J., Harvey, D., Hald, J., Tullberg, M., Auf, R., et al. (2005). Measures of brain morphology and infarction in the Framingham Heart Study: Establishing what is normal. *Neurobiology of Aging, 26*, 491–510.
20. Duncan, G. J., Brooks-Gunn, J., & Klebanov, P. K. (1994). Economic deprivation and early-childhood develop- ment. *Child Development, 65*, 296–318.
21. Ferrer-Caja, E., Crawford, J. R., & Bryan, J. (2002). A structural modeling examination of the executive decline hypothesis of cognitive aging through reanalysis of Crawford et al.'s (2000) data. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 9*, 231–249.
22. Finkel, D., & Pedersen, N. L. (2000). Contribution of age, genes, and environment to the relationship between perceptual speed and cognitive ability. *Psychology and Aging, 15*, 56–64.
23. Finkel, D., Reynolds, C. A., McArdel, J. J., Hamagami, F., & Pedersen, N. L. (2009). Genetic variance in processing speed drives variation in aging of spatial and memory abilities. *Developmental Psychology, 45*, 820–834.
24. Finkel, D., Reynolds, C. A., McArdle, J. J., & Pedersen, N. L. (2007). Age changes in processing speed as a leading indicator of cognitive aging. *Psychology and Aging, 22*, 558–568.
25. Ghisletta, P., & Lindenberger, U. (2003). Age-based structural dynamics between perceptual speed and knowl- edge in the Berlin Aging Study: Direct evidence for ability dedifferentiation in old age. *Psychology and Aging, 18*, 696–713.
26. Glisky, E. L. (2007). Changes in cognitive function in human aging. In D. R. Riddle (Ed.), *Brain aging: Models, methods, mechanisms* (pp. 1–15). Boca Raton, FL: CRC Press.

Retrieved July 30, 2009, from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book=frbrainage&part=ch1

27. Good, C. D., Johnsrude, I. S., Ashburner, J., Henson, R. N., Friston, K. J., & Frackowiak, R. S. (2001). A voxel-based morphometric study of ageing in 465 normal adult human brains. *NeuroImage, 14*, 21–36.
28. Goral, M. (2004). First-language decline in healthy aging: Implications for attrition in bilingualism. *Journal of Neurolinguistics, 17*(1), 31–52.
29. Gow, A. J., Johnson, W., Pattie, A., Brett, C. E., Robersts, B., Starr, J. M., et al. (2011). Stability and change in intelligence from age 11 to ages 70, 79, and 87: The Lothian birth cohorts of 1921 and 1936. *Psychology and Aging, 26*, 232–240.
30. Gunstad, J., Paul, R. H., Brickman, A. M., Cohen, R. A., Arns, M., Roe, D., et al. (2006). Patterns of cognitive performance in middle-aged and older adults: A clus- ter analytic examination. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology, 19*, 59–64.
31. Hartman, M., & Stratton-Salib, B. C. (2007). Age differences in concept formation. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 29*, 198–214.
32. Hedden, T., & Yoon, C. (2006). Individual differences in executive processing predict susceptibility to interfer- ence in verbal working memory. *Neuropsychology, 20*, 511–528.
33. Hertzog, C., & Bleckley, M. K. (2001). Age differences in the structure of intelligence: *Influences of information processing speed. Intelligence, 29*(3), 191–217.
34. Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia, 44*(11), 2017–2036.

35. Isella, V., Mapelli, C., Morielli, N., Pelati, O., Franceschi, M., & Appollonio, I. M. (2008). Age-related quantita- tive and qualitative changes in decision making abil- ity. *Behavioural Neuropsychology, 19*, 59–63.

36. Jenkins, L., Myerson, J., Joerding, J. A., & Hale, S. (2000). Converging evidence that visuospatial cogni- tion is more age-sensitive than verbal cognition.*Psychology and Aging, 15*, 157–175.

37. Kaufman, A. S. (2001). WAIS-III Iqs, Horn's theory and generational changes from young adulthood to old age. *Intelligence, 29*, 131–167.

38. Kemper, S., Thompson, M., & Marquis, J. (2001). Longitudinal change in language production: Effects of aging and dementia on grammatical complexity and propositional content. *Psychology and Aging, 16*, 600–614.

39. Keys, B. A., & White, D. A. (2000). Exploring the relationship between age, executive abilities, and psychomotor speed. *Journal of the International Neuropsychological Society, 6*, 76–82.

40. Lee, J. Y., Lyoo, I. K., Kim, S. U., Jang, H. S., Lee, D. W., Jeon, H. J., et al. (2005). Intellect declines in healthy elderly subjects and cerebellum. *Psychiatry and Clinical Neurosciences, 59*, 45–51.

41. Lemke, U., & Zimprich, D. (2005). Longitudinal changes in memory performance and processing speed in old age. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 12*, 57–77.

42. Levy, R. (1994). Aging-associated cognitive decline. *International Psychogeriatrics, 6*, 63–68.

43. Lu, P. H., Lee, G. J., Raven, E. P., Tingus, K., Khoo, T., Thompson, P. M., et al. (2011). Age-related slowing in cognitive processing speed is associated with myelin integrity in a very healthy elderly sample. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 33*(10), 1059–1068.

44. Mather, N., & Woodcock, R. W. (2001). *Examiner's man- ual. Woodcock-Johnson III tests of achievement*. Itasca, IL: Riverside Publishing.

45. McGrew, K. S., & Woodcock, R. W. (2001). *Technical Manual. Woodcock-Johnson III*. Itasca, IL: Riverside Publishing.

46. McGurn, B., Starr, J. M., Topfer, J. A., Pattie, A., Whiteman, M. C., Lemmon, H. A., et al. (2004). Pronunciation of irregular words is preserved in dementia, validating premorbid IQ estimation. *Neurology, 62*, 1184–1186.

47. Miller, L. J., Myers, A., Prinzi, L., & Mittenberg, W. (2009). Changes in intellectual functioning associated with normal aging. *Archives of Clinical Neuropsychology, 24*, 681–688.

48. Mittenberg, W., Seidenberg, M., O'Leary, D., & DiGiulio, D. (1989). Changes in cerebral functioning associated with normal aging. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 11*, 918–932.

49. Naveh-Benjamin, M., Craik, F. I. M., Guez, J., & Kreuger, S. (2005). Divided attention in younger and older adults: Effects of strategy and relatedness on memory performance and secondary task costs. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 31*, 520–537.

50. Nettelbeck, T., & Burns, N. R. (2010). Processing speed, working memory and reasoning ability from child- hood to old age. *Personality and Individual Differences, 48*, 379–384.

51. Parkin, A. J., & Java, R. I. (1999). Deterioration of frontal lobe function in normal aging: Influences on fluid intelligence versus perceptual speed. *Neuropsychology, 13*, 539–545.

52. Parkin, A. J., & Java, R. I. (2000). Determinants of age- related memory loss. In T. J. Perfect & E. A. Maylor (Eds.), Models of cognitive aging (pp. 188–203). Oxford, UK: Oxford University Press.

53. Posthuma, D., Baaré, W. F. C., Pol, H. E. H., Kahn, R. S., Boomsma, D. I., & de Geus, E. J. C. (2003). Genetic correlations between brain volumes and the WAIS-III dimensions of verbal comprehension, working memory, perceptual organization, and processing speed. *Twin Research, 6*, 131–139.

54. Rabbitt, P., Scott, M., Lunn, M., Thacker, N., Lowe, C., Pendleton, N., et al. (2007). White matter lesions account for all age-related declines in speed but not intelligence. *Neuropsychology, 21*, 363–370.

55. Raz, N. (2000). Aging of the brain and its impact on cognitive performance: Integration of structural and behavioural findings. In F. I. M. Craik & T. Salthouse (Eds.), *Handbook of aging and cognition* (2nd ed., pp. 1–90). Mahwah, NJ: Erlbaum.

56. Resnick, S. M., Pham, D. L., Kraut, M. A., Zonderman, A. B., & Davatzikos, C. (2003). Longitudinal magnetic resonance imaging studies of older adults: A shrinking brain. *Journal of Neuroscience, 23*, 3295–3301.

57. Ribot, T. (1882). Diseases of memory. New York: Appleton-Century-Crofts.

58. Royall, D. R., Palmer, R., Chiodo, L. K., & Polk, M. J. (2004). Declining executive control in normal aging predicts change in functional status: the Freedom House Study. *Journal of the American Geriatrics Society, 52*(3), 346–352.

59. Ryan, J. J., Sattler, J., & Lopez, S. J. (2000). Age effects on Wechsler adult intelligence scale-III subtests. *Archives of Clinical Neuropsychology, 15*, 311–317.

60. Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review, 103*, 403–428.

61. Salthouse, T. A. (2004). Localizing age-related individual differences in a hierarchical structure. *Intelligence, 32*, 541–561.

62. Salthouse, T. A. (2009). When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiology of Aging, 30*, 507–514.

63. Salthouse, T. A., & Ferrer-Caja, E. (2003). What needs to be explained to account for age-related effects on mul- tiple cognitive variables? *Psychology and Aging, 18*, 91–110.

64. Salthouse, T. A., Atkinson, T. M., & Berish, D. E. (2003). Executive functioning as a potential mediator of age- related cognitive decline in normal adults. *Journal of Experimental Psychology, 132*(4), 566–594.

65. Salthouse,T.A.(2005).Relationsbetweencognitive abilities and measures of executive functioning. *Neuropsychology, 19*, 532–545.

66. Schaie, K. W. (2005). What can we learn from longitudinal studies of adult development? *Research in Human Development, 2*, 133–158.

67. Schretlen, D., Pearlson, G. D., Anthony, J. C., Aylward, E. H., Augustine, A. M., Davis, A., et al. (2000). Elucidating the contributions of processing speed, executive ability, and frontal

lobe volume to normal age- related differences in fluid intelligence. *Journal of the International Neuropsychological Society, 6*, 52–61.

68. Smith, G., & Rush, B. K. (2006). Normal aging and mild cognitive impairment. In D. K. Attix & K. A. Welsh- Bohmer (Eds.), *Geriatric neuropsychology: Assessment and intervention* (pp. 27–55). New York: Guilford Press.
69. Souchay, C., Isingrini, M., & Espagnet, L. (2000). Aging, episodic memory, feeling-of-knowing, and frontal functioning. *Neuropsychology, 14*, 299–309.
70. Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society, 8*, 448–460.
71. Stewart, J., Scarisbrick, D., & Golden, C. J. (2011). *Mediating role of processing speed on age-related declines in executive functioning*. Presented at Annual Conference of the American Psychological Association (August, 2011), Washington, DC.
72. Tucker-Drob, E. M. (2011). Global and domain-specific changes in cognition throughout adulthood. *Developmental Psychology, 47*, 331–343.
73. Tucker-Drob, E. M., Johnson, K. E., & Jones, R. N. (2009). The cognitive reserve hypothesis: A longitudinal examination of age-associated declines in reason- ing and processing speed. *Developmental Psychology, 45*, 431–446.
74. Walker, D., Greenwood, C., Hart, B., & Carta, J. (1994). Prediction of school outcomes based on early language production and socioeconomic factors. *Child Development, 65*, 606–621.
75. Wang, M., Gamo, N. J., Jin, L. E., Wang, X. J., Laubach, M., Mazer, J. A., et al. (2011). Neuronal basis of age- related working memory decline. *Nature, 476*, 210–213.

76. Wechsler, D. (1981). *Wechsler adult intelligence scale- revised*. San Antonio, TX: Psychological Corporation. Zimprich, D. (2002). Cross-sectionally and longitudi- effects of processing speed on intellectual abilities. *Experimental Aging Research, 28*, 231–251. Zimprich, D., & Martin, M. (2002). Can longitudinal changes in processing speed explain longitudinal age change in fluid intelligence? *Psychology and Aging, 17*, 690–695.
77. Zimprich, D., Martin, M., Kliegel, M., Dellenback, M., Rast, P., & Zeintl, M. (2008). Cognitive abilities in old age: Results from the Zurich longitudinal study on cognitive aging. *Swiss Journal of Psychology, 67*, 177–195.