

## University of Groningen

### Flexible Aging

Nijmeijer, Saskia Esmee

DOI:  
[10.33612/diss.563506598](https://doi.org/10.33612/diss.563506598)

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*  
2023

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*  
Nijmeijer, S. E. (2023). *Flexible Aging: a multidisciplinary approach to learning to preserve*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. University of Groningen. <https://doi.org/10.33612/diss.563506598>

#### Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

#### Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

# Appendices

References

Nederlandse samenvatting

List of publications

Dankwoord

About the author

# References

- 2020 Alzheimer's disease facts and figures. (2020). *Alzheimer's & Dementia*, 16(3), 391–460. <https://doi.org/10.1002/alz.12068>
- Abutalebi, J., & Green, D. W. (2016). Neuroimaging of language control in bilinguals: neural adaptation and reserve. *Bilingualism: Language and Cognition*, 19(4), 689–698. <https://doi.org/10.1017/S1366728916000225>
- Alain, C., Khatamian, Y., He, Y., Lee, Y., Moreno, S., Leung, A. W. S., & Bialystok, E. (2018). Different neural activities support auditory working memory in musicians and bilinguals. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1423(1), 435–446. <https://doi.org/10.1111/nyas.13717>
- Alain, C., Moussard, A., Singer, J., Lee, Y., Bidelman, G. M., & Moreno, S. (2019). Music and visual art training modulate brain activity in older adults. *Frontiers in Neuroscience*, 13, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00182>
- Alladi, S., Bak, T. H., Duggirala, V., Surampudi, B., Shailaja, M., Shukla, A. K., Chaudhuri, J. R., & Kaul, S. (2013). Bilingualism delays age at onset of dementia, independent of education and immigration status. *Neurology*, 81(22), 1938–1944. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000436620.33155.a4>
- American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). In *American Journal of Psychiatry*. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596.744053>
- Anderson, J. A. E., Grundy, J. G., Grady, C. L., Craik, F. I. M., & Bialystok, E. (2021). Bilingualism contributes to reserve and working memory efficiency: Evidence from structural and functional neuroimaging. *Neuropsychologia*, 163, 108071. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2021.108071>
- Andrews, M. (2012). Unexpected age. *Journal of Aging Studies*, 26(4), 386–393. <https://doi.org/10.1016/j.jaging.2012.04.002>
- Antoniou, M., Gunasekera, G., & Wong, P. C. M. (2013). Foreign language training as cognitive therapy for age-related cognitive decline: A hypothesis for future research. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37(10), 2689–2698. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.09.004>
- Antoniou, M., & Wright, S. M. (2017). Uncovering the mechanisms responsible for why language learning may promote healthy cognitive aging. In *Frontiers in Psychology* (Vol. 8, Issue DEC). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02217>
- Arnell, K. M., Howe, A. E., Joanisse, M. F., & Klein, R. M. (2006). Relationships between attentional blink magnitude, RSVP target accuracy, and performance on other cognitive tasks. *Memory & Cognition*, 34(7), 1472–1483. <https://doi.org/10.3758/BF03195912>
- Aron, L., Zullo, J., & Yankner, B. A. (2022). The adaptive aging brain. In *Current Opinion in Neurobiology* (Vol. 72, pp. 91–100). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2021.09.009>
- Arredondo, M. M., Hu, X., Satterfield, T., & Kovelman, I. (2017). Bilingualism alters children's frontal lobe functioning for attentional control. *Developmental Science*, 20(3). <https://doi.org/10.1111/desc.12377>
- Asaridou, S. S., & McQueen, J. M. (2013). Speech and music shape the listening brain: evidence for shared domain-general mechanisms. *Frontiers in Psychology*, 4, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00321>
- Assen, M., & Busstra, R. (2018). *Learn a language, live longer?*
- Backer, K. C., & Bortfeld, H. (2021). Characterizing Bilingual Effects on Cognition: The Search for Meaningful Individual Differences. *Brain Sciences*, 11(1), 81. <https://doi.org/10.3390/brainsci11010081>
- Bak, T. H. (2016). The impact of bilingualism on cognitive ageing and dementia. *Linguistic Approaches to Bilingualism*, 6(1–2), 205–226. <https://doi.org/10.1075/lab.15002.bak>
- Bak, T. H., Long, M. R., Vega-Mendoza, M., & Sorace, A. (2016). Novelty, challenge, and practice: The impact of intensive language learning on attentional functions. *PLoS ONE*, 11(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153485>
- Bak, T. H., Nissan, J. J., Allerhand, M. M., & Deary, I. J. (2014). Does bilingualism influence cognitive aging? *Annals of Neurology*, 75(6), 959–963. <https://doi.org/10.1002/ana.24158>
- Barker, J. W., Aarabi, A., & Huppert, T. J. (2013). Autoregressive model based algorithm for correcting motion and serially correlated errors in fNIRS. *Biomedical Optics Express*, 4(8), 1366. <https://doi.org/10.1364/BOE.4.001366>

- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B. M., & Walker, S. C. (2015). *Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4*. 67(1). <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Beatty-Martinez, A. L., Guzzardo Tamargo, R. E., & Dussias, P. E. (2021). Phasic pupillary responses reveal differential engagement of attentional control in bilingual spoken language processing. *Scientific Reports*, 11(1), 23474. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03008-1>
- Beatty-Martinez, A. L., Navarro-Torres, C. A., Dussias, P. E., Bajo, M. T., Guzzardo Tamargo, R. E., & Kroll, J. F. (2020). Interactional context mediates the consequences of bilingualism for language and cognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 46(6), 1022–1047. <https://doi.org/10.1037/xlm0000770>
- Bellander, M., Berggren, R., Mårtensson, J., Brehmer, Y., Wenger, E., Li, T. Q., Bodammer, N. C., Shing, Y. L., Werkle-Bergner, M., & Lövdén, M. (2016). Behavioral correlates of changes in hippocampal gray matter structure during acquisition of foreign vocabulary. *NeuroImage*, 131, 205–213. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.10.020>
- Bell-McGinty, S., Podell, K., Franzen, M., Baird, A. D., & Williams, M. J. (2002). Standard measures of executive function in predicting instrumental activities of daily living in older adults. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 17(9), 828–834. <https://doi.org/10.1002/gps.646>
- Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 57(1), 289–300. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x>
- Benton, A. L., Hamsher, K., & Sivan, A. B. (1994). *Multilingual Aphasia Examination* (3rd ed.). AJA Associates.
- Berggren, R., Nilsson, J., Brehmer, Y., Schmiedek, F., & Lövdén, M. (2020). Foreign language learning in older age does not improve memory or intelligence: Evidence from a randomized controlled study. *Psychology and Aging*, 35(2), 212–219. <https://doi.org/10.1037/pag0000439>
- Bialystok, E. (2016). Aging and bilingualism: Why does it matter? *2Linguistic Approaches to Bilingualism*, 6(1/2), 1–8.
- Bialystok, E. (2017). The bilingual adaptation: How minds accommodate experience. *Psychological Bulletin*, 143(3), 233–262. <https://doi.org/10.1037/bul0000099>
- Bialystok, E., & Craik, F. I. M. (2022). How does bilingualism modify cognitive function? Attention to the mechanism. *Psychonomic Bulletin & Review*, 0123456789. <https://doi.org/10.3758/s13423-022-02057-5>
- Bialystok, E., Craik, F. I. M., & Freedman, M. (2007). Bilingualism as a protection against the onset of symptoms of dementia. *Neuropsychologia*, 45(2), 459–464. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.10.009>
- Bialystok, E., Craik, F. I. M., Green, D. W., & Gollan, T. H. (2009). Bilingual Minds. *Psychological Science in the Public Interest*, 10(3), 89–129. <https://doi.org/10.1177/1529100610387084>
- Bialystok, E., Craik, F. I. M., Klein, R., & Viswanathan, M. (2004). Bilingualism, Aging, and Cognitive Control: Evidence From the Simon Task. *Psychology and Aging*, 19(2), 290–303. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.19.2.290>
- Bialystok, E., Craik, F. I. M., & Luk, G. (2012). Bilingualism: Consequences for mind and brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(4), 240–249. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.03.001>
- Bialystok, E., & DePape, A.-M. (2009). Musical expertise, bilingualism, and executive functioning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(2), 565–574. <https://doi.org/10.1037/a0012735>
- Bice, K., & Kroll, J. F. (2015). Native language change during early stages of second language learning. *NeuroReport*, 26(16), 966–971. <https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000000453>
- Bice, K., & Kroll, J. F. (2019). English only? Monolinguals in linguistically diverse contexts have an edge in language learning. *Brain and Language*, 196(December 2018), 104644. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2019.104644>
- Borsa, V. M., Perani, D., Della Rosa, P. A., Videsott, G., Guidi, L., Weekes, B. S., Franceschini, R., & Abutalebi, J. (2018). Bilingualism and healthy aging: Aging effects and neural maintenance. *Neuropsychologia*, 111, 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.01.012>

- Boshier, R. (1991). Psychometric properties of the alternative form of the education participation scale. *Adult Education Quarterly*, *41*(3), 150–167.
- Braver, T. S., & Barch, D. M. (2002). A theory of cognitive control, aging cognition, and neuromodulation. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *26*(7), 809–817. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(02\)00067-2](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(02)00067-2)
- Brisson, B., Spalek, T. M., & di Lollo, V. (2011). On the role of intervening distractors in the attentional blink. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *73*(1), 42–52. <https://doi.org/10.3758/s13414-010-0003-8>
- Broadbent, D. E., & Broadbent, M. H. P. (1987). From detection to identification: Response to multiple targets in rapid serial visual presentation. *Perception & Psychophysics*, *42*(2), 105–113. <https://doi.org/10.3758/BF03210498>
- Broadbent, D. E., Cooper, P. F., FitzGerald, P., & Parkes, K. R. (1982). The cognitive failures questionnaire (CFQ) and its correlates. *British Journal of Clinical Psychology*, *21*(1), 1–16. [Dutch translation: Merkelbach, 1996]. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1982.tb01421.x>
- Bubbico, G., Chiacchiarretta, P., Parenti, M., di Marco, M., Panara, V., Sepede, G., Ferretti, A., & Perrucci, M. G. (2019). Effects of Second Language Learning on the Plastic Aging Brain: Functional Connectivity, Cognitive Decline, and Reorganization. *Frontiers in Neuroscience*, *13*, 423. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00423>
- Bugos, J. A., Perlstein, W. M., McCrae, C. S., Brophy, T. S., & Bedenbaugh, P. H. (2007). Individualized Piano Instruction enhances executive functioning and working memory in older adults. *Aging and Mental Health*, *11*(4), 464–471. <https://doi.org/10.1080/13607860601086504>
- Bugos, J., & Kochar, S. (2017). Efficacy of a short-term intense piano training program for cognitive aging: A pilot study. *Musicae Scientiae*, *21*(2), 137–150. <https://doi.org/10.1177/1029864917690020>
- Buitenweg, J. I. v., Murre, J. M. J., & Ridderinkhof, K. R. (2012). Brain training in progress: a review of trainability in healthy seniors. *Frontiers in Human Neuroscience*, *6*, 183. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00183>
- Buitenweg, J. I. V., van de Ven, R. M., Prinssen, S., Murre, J. M. J., & Ridderinkhof, K. R. (2017). Cognitive Flexibility Training: A Large-Scale Multimodal Adaptive Active-Control Intervention Study in Healthy Older Adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, *11*, 529. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00529>
- Burke, S. N., Mormino, E. C., Rogalski, E. J., Kawas, C. H., Willis, R. J., & Park, D. C. (2019). What are the later life contributions to reserve, resilience, and compensation? *Neurobiology of Aging*, *83*, 140–144. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2019.03.023>
- Cabeza, R., Albert, M., Belleville, S., Craik, F. I. M., Duarte, A., Grady, C. L., Lindenberger, U., Nyberg, L., Park, D. C., Reuter-Lorenz, P. A., Rugg, M. D., Steffener, J., & Rajah, M. N. (2018). Maintenance, reserve and compensation: the cognitive neuroscience of healthy ageing. In *Nature Reviews Neuroscience* (Vol. 19, Issue 11, pp. 701–710). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41583-018-0068-2>
- Carson, N., Leach, L., & Murphy, K. J. (2018). A re-examination of Montreal Cognitive Assessment (MoCA) cutoff scores. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *33*(2), 379–388. <https://doi.org/10.1002/gps.4756>
- Chaddock-Heyman, L., Loui, P., Weng, T. B., Weisshappel, R., McAuley, E., & Kramer, A. F. (2021). Musical Training and Brain Volume in Older Adults. *Brain Sciences*, *11*(1), 50. <https://doi.org/10.3390/brainsci11010050>
- Chang, S.-C., Pan, A., Kawachi, I., & Okereke, O. I. (2016). Risk factors for late-life depression: A prospective cohort study among older women. *Preventive Medicine*, *91*, 144–151. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.08.014>
- Cohen, J. (1969). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Academic Press.
- Colzato, L. S., Bajo, M. T., van den Wildenberg, W., Paolieri, D., Nieuwenhuis, S., la Heij, W., & Hommel, B. (2008). How does bilingualism improve executive control? A comparison of active and reactive inhibition mechanisms. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *34*(2), 302–312. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.34.2.302>
- Costa, A., Hernández, M., Costa-Faidella, J., & Sebastián-Gallés, N. (2009). On the bilingual advantage in conflict processing: Now you see it, now you don't. *Cognition*, *113*(2), 135–149. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.08.001>
- Costa, A., Hernández, M., & Sebastián-Gallés, N. (2008). Bilingualism aids conflict resolution: Evidence from the ANT task. *Cognition*, *106*(1), 59–86. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.12.013>
- Council of Europe. (2001). *The Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment*. <https://doi.org/10.1093/elt/ccit05>

- Craik, F. I. M., Bialystok, E., & Freedman, M. (2010). Delaying the onset of Alzheimer disease: Bilingualism as a form of cognitive reserve. *Neurology*, *75*(19), 1726–1729. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181fc2a1c>
- Craik, F. I. M., & Salthouse, T. A. (2008). *The handbook of aging and Cognition*. Psychology Press.
- Dajani, D. R., & Uddin, L. Q. (2015). Demystifying cognitive flexibility: Implications for clinical and developmental neuroscience. In *Trends in Neurosciences* (Vol. 38, Issue 9, pp. 571–578). <https://doi.org/10.1016/j.tins.2015.07.003>
- Dale, G., & Arnell, K. M. (2010). Individual differences in dispositional focus of attention predict attentional blink magnitude. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *72*(3), 602–606. <https://doi.org/10.3758/APP.72.3.602>
- Dale, G., & Arnell, K. M. (2015). Multiple measures of dispositional global/local bias predict attentional blink magnitude. *Psychological Research*, *79*(4), 534–547. <https://doi.org/10.1007/s00426-014-0591-3>
- Dash, T., Berroir, P., Joannette, Y., & Ansaldo, A. I. (2019). Alerting, Orienting, and Executive Control: The Effect of Bilingualism and Age on the Subcomponents of Attention. *Frontiers in Neurology*, *10*(OCT), 1122. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.01122>
- Dause, T., & Kirby, E. (2019). Aging gracefully: social engagement joins exercise and enrichment as a key lifestyle factor in resistance to age-related cognitive decline. *Neural Regeneration Research*, *14*(1), 39. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.243698>
- Davidson, M. C., Amsos, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, *44*(11), 2037–2078. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- Davis, R. N., & Nolen-Hoeksema, S. (2000). Cognitive Inflexibility Among Ruminators and Nonruminators. *Cognitive Therapy and Research*, *24*(6), 699–711. <https://doi.org/10.1023/A:1005591412406>
- de Bruin, A. (2019). Not All Bilinguals Are the Same: A Call for More Detailed Assessments and Descriptions of Bilingual Experiences. *Behavioral Sciences*, *9*(3), 33. <https://doi.org/10.3390/bs9030033>
- De Jong-Gierveld, J., & Van Tilburg, T. (2006). A 6-item scale for overall, emotional, and social loneliness: Confirmatory tests on survey data. *Research on Aging*, *28*(5), 582–598. <https://doi.org/10.1177/0164027506289723>
- de Leeuw, E., & Bogulski, C. A. (2016). Frequent L2 language use enhances executive control in bilinguals. *Bilingualism: Language and Cognition*, *19*(5), 907–913. <https://doi.org/10.1017/S1366728916000201>
- Deaton, A., & Cartwright, N. (2018). Understanding and misunderstanding randomized controlled trials. *Social Science and Medicine*, *210*, 2–21. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.12.005>
- Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. H. (2001). *Delis-Kaplan executive function system*.
- DeLuca, V., Rothman, J., Bialystok, E., & Pliatsikas, C. (2019). Redefining bilingualism as a spectrum of experiences that differentially affects brain structure and function. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *116*(15), 7565–7574. <https://doi.org/10.1073/pnas.1811513116>
- DeLuca, V., Rothman, J., Bialystok, E., & Pliatsikas, C. (2020). Duration and extent of bilingual experience modulate neurocognitive outcomes. *NeuroImage*, *204*, 116222. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116222>
- DeLuca, V., Segaert, K., Mazaheri, A., & Krott, A. (2020). Understanding bilingual brain function and structure changes? U bet! A unified bilingual experience trajectory model. *Journal of Neurolinguistics*, *56*(April), 100930. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2020.100930>
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, *64*(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Dias, N. S., Barbosa, I. G., Kuang, W., & Teixeira, A. L. (2020). Depressive disorders in the elderly and dementia: An update. *Dementia e Neuropsychologia*, *14*(1), 1–6. <https://doi.org/10.1590/1980-57642020dn14-010001>
- Doesburg, S. M., Vidal, J., & Taylor, M. J. (2013). Reduced Theta Connectivity during Set-Shifting in Children with Autism. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 785. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00785>
- Dorris, J. L., Neely, S., Terhorst, L., VonVille, H. M., & Rodakowski, J. (2021). Effects of music participation for mild cognitive impairment and dementia: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, *69*(9), 2659–2667. <https://doi.org/10.1111/jgs.17208>
- Douglas, K. M., & Porter, R. J. (2009). Longitudinal assessment of neuropsychological function in major depression. In *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry* (Vol. 43).

- D'Souza, A. A., Moradzadeh, L., & Wiseheart, M. (2018). Musical training, bilingualism, and executive function: working memory and inhibitory control. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s41235-018-0095-6>
- Dufouil, C., Fuhrer, R., & Alperovitch, A. (2005). Subjective cognitive complaints and cognitive decline: Consequence or predictor? The epidemiology of vascular aging study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 616–621. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53209.x>
- Dunn, L. M., & Dunn, D. M. (2007). Peabody Picture Vocabulary Test - Fourth Edition. In *Summary*. NCS Pearson, Inc. <https://doi.org/10.1037/t15144-000>
- Dunst, B., Benedek, M., Jauk, E., Bergner, S., Koschutnig, K., Sommer, M., Ischebeck, A., Spinath, B., Arendasy, M., Bühner, M., Freudenthaler, H., & Neubauer, A. C. (2014). Neural efficiency as a function of task demands. *Intelligence*, 42(1), 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.09.005>
- Dux, P. E., & Marois, R. (2009). The attentional blink: A review of data and theory. *Attention, Perception & Psychophysics*, 71(8), 1683–1700. <https://doi.org/10.3758/APP.71.8.1683>
- Dzierzewski, J. M., Dautovich, N., & Ravyts, S. (2018). Sleep and Cognition in Older Adults. *Sleep Medicine Clinics*, 13(1), 93–106. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2017.09.009>
- Edmonds, E. C., Delano-Wood, L., Galasko, D. R., Salmon, D. P., & Bondi, M. W. (2014). Subjective cognitive complaints contribute to misdiagnosis of mild cognitive impairment. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20(8), 836–847. <https://doi.org/10.1017/S135561771400068X>
- Entezari, M., Shamsipour Dehkordi, P., & Sahaf, R. (2018). Effect of Physical Activity on Cognitive Flexibility and Perfectionism in the Elderly. *Salmand*, 12(4), 402–413. <https://doi.org/10.21859/sija.12.4.402>
- European Commission. (2012). *Europeans and their Languages*.
- European Commission. (2020). *The 2021 Ageing Report: Underlying Assumptions and Projection Methodologies*.
- European Commission Statistics Explained. (2019). *Foreign language skills statistics*. Eurostat. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Foreign\\_language\\_skills\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Foreign_language_skills_statistics)
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). Statistical power analyses using G\*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149–1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Fennell, A. M., Bugos, J. A., Payne, B. R., & Schotter, E. R. (2021). Music is similar to language in terms of working memory interference. *Psychonomic Bulletin & Review*, 28(2), 512–525. <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01833-5>
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (4th ed.). SAGE Publications Inc.
- Foster, P. S., Williamson, J. B., & Harrison, D. W. (2005). The Ruff Figural Fluency Test: Heightened right frontal lobe delta activity as a function of performance. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20(4), 427–434. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2004.09.010>
- Fratiglioni, L., Paillard-Borg, S., & Winblad, B. (2004). An active and socially integrated lifestyle in late life might protect against dementia. *The Lancet Neurology*, 3(6), 343–353. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(04\)00767-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(04)00767-7)
- Freedman, M., Alladi, S., Chertkow, H., Bialystok, E., Craik, F. I. M., Phillips, N. A., Duggirala, V., Raju, S. B., & Bak, T. H. (2014). Delaying onset of dementia: Are two languages enough? *Behavioural Neurology*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/808137>
- Friedman, N. P., & Robbins, T. W. (2022). The role of prefrontal cortex in cognitive control and executive function. *Neuropsychopharmacology*, 47(1), 72–89. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01132-0>
- Friesen, D. C., Latman, V., Calvo, A., & Bialystok, E. (2015). Attention during visual search: The benefit of bilingualism. *International Journal of Bilingualism*, 19(6), 693–702. <https://doi.org/10.1177/1367006914534331>
- Fusar-Poli, L., Bieleninik, Ł., Brondino, N., Chen, X.-J., & Gold, C. (2017). The effect of music therapy on cognitive functions in patients with dementia: a systematic review and meta-analysis. *Aging & Mental Health*, 0(0), 1–10. <https://doi.org/10.1080/13607863.2017.1348474>
- Gabrys, R. L., Tabri, N., Anisman, H., & Matheson, K. (2018). Cognitive control and flexibility in the context of stress and depressive symptoms: The cognitive control and flexibility questionnaire. *Frontiers in Psychology*, 9(NOV). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02219>



- Gajewski, P. D., Ferdinand, N. K., Kray, J., & Falkenstein, M. (2018). Understanding sources of adult age differences in task switching: Evidence from behavioral and ERP studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *92*, 255–275. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.05.029>
- Ganguli, M., Dodge, H. H., & Mulsant, B. H. (2002). Rates and predictors of mortality in an aging, rural, community-based cohort: the role of depression. *Archives of General Psychiatry*, *59*(11), 1046–1052. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.59.11.1046>
- Garbin, G., Sanjuan, A., Forn, C., Bustamante, J. C., Rodriguez-Pujadas, A., Belloch, V., Hernandez, M., Costa, A., & Ávila, C. (2010). Bridging language and attention: Brain basis of the impact of bilingualism on cognitive control. *NeuroImage*, *53*(4), 1272–1278. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.05.078>
- Gardner, E., Vik, P., & Dasher, N. (2013). Strategy use on the ruff figural fluency test. *Clinical Neuropsychologist*, *27*(3), 470–484. <https://doi.org/10.1080/13854046.2013.771216>
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, *134*(1), 31–60. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>
- Giller, F., & Beste, C. (2019). Effects of aging on sequential cognitive flexibility are associated with frontoparietal processing deficits. *Brain Structure and Function*, *224*(7), 2343–2355. <https://doi.org/10.1007/s00429-019-01910-z>
- Gold, B. T. (2015). Lifelong bilingualism and neural reserve against Alzheimer's disease: A review of findings and potential mechanisms. *Behavioural Brain Research*, *281*, 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2014.12.006>
- Gold, B. T., Kim, C., Johnson, N. F., Kryscio, R. J., & Smith, C. D. (2013). Lifelong Bilingualism Maintains Neural Efficiency for Cognitive Control in Aging. *Journal of Neuroscience*, *33*(2), 387–396. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3837-12.2013>
- González, A., Ramírez, M. P., & Viadel, V. (2015). ICT Learning by Older Adults and Their Attitudes toward Computer Use. *Current Gerontology and Geriatrics Research*, *2015*. <https://doi.org/10.1155/2015/849308>
- González-Hernández, J. A., Pita-Alcorta, C., Cedeño, I., Bosch-Bayard, J., Galán-García, L., Scherbaum, W. A., & Figueredo-Rodríguez, P. (2002). Wisconsin card sorting test synchronizes the prefrontal, temporal and posterior association cortex in different frequency ranges and extensions. *Human Brain Mapping*, *17*(1), 37–47. <https://doi.org/10.1002/hbm.10051>
- Gooding, L. F., Abner, E. L., Jicha, G. A., Kryscio, R. J., & Schmitt, F. A. (2014). Musical Training and Late-Life Cognition. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, *29*(4), 333–343. <https://doi.org/10.1177/1533317513517048>
- Gotlib, I. H., & Joormann, J. (2010). Cognition and depression: Current status and future directions. In *Annual Review of Clinical Psychology* (Vol. 6, pp. 285–312). <https://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.121208.131305>
- Green, D. W. (1998). Mental control of the bilingual lexico-semantic system. *Bilingualism: Language and Cognition*, *1*(2), 67–81. <https://doi.org/10.1017/S1366728998000133>
- Green, D. W., & Abutalebi, J. (2013). Language control in bilinguals: The adaptive control hypothesis. *Journal of Cognitive Psychology*, *25*(5), 515–530. <https://doi.org/10.1080/20445911.2013.796377>
- Greenwood, P. M. (2007). Functional plasticity in cognitive aging: review and hypothesis. *Neuropsychology*, *21*(6), 657–673. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.21.6.657>
- Groarke, J. M., & Hogan, M. J. (2019). Listening to self-chosen music regulates induced negative affect for both younger and older adults. *PLOS ONE*, *14*(6), e0218017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218017>
- Gross, J. J., & John, O. P. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, *85*(2), 348–362. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.85.2.348>
- Grossmann, J. A., Koelsch, V. M., Degirmenci, M. G., Aschenbrenner, S., Teichmann, B., & Meyer, P. (2021). Effects of foreign language learning on executive functions in healthy older adults: study protocol for a randomised controlled trial. *BMC Geriatrics*, *21*(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02051-x>
- Grundy, J. G., Chung-Fat-Yim, A., Friesen, D. C., Mak, L., & Bialystok, E. (2017). Sequential congruency effects reveal differences in disengagement of attention for monolingual and bilingual young adults. *Cognition*, *163*, 42–55. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.02.010>

- Gullifer, J. W., Chai, X. J., Whitford, V., Pivneva, I., Baum, S., Klein, D., & Titone, D. (2018). Bilingual experience and resting-state brain connectivity: Impacts of L2 age of acquisition and social diversity of language use on control networks. *Neuropsychologia*, *117*(April 2017), 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.04.037>
- Gullifer, J. W., & Titone, D. (2020). Characterizing the social diversity of bilingualism using language entropy. *Bilingualism: Language and Cognition*, *23*(2), 283–294. <https://doi.org/10.1017/S1366728919000026>
- Hanna-Pladdy, B., & MacKay, A. (2011). The relation between instrumental musical activity and cognitive aging. *Neuropsychology*, *25*(3), 378–386. <https://doi.org/10.1037/a0021895>
- Hariton, E., & Locascio, J. J. (2018). Randomised controlled trials – the gold standard for effectiveness research: Study design: randomised controlled trials. In *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology* (Vol. 125, Issue 13, p. 1716). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.15199>
- Harris, P. A., Taylor, R., Minor, B. L., Elliott, V., Fernandez, M., O'Neal, L., McLeod, L., Delacqua, G., Delacqua, F., Kirby, J., & Duda, S. N. (2019). The REDCap consortium: Building an international community of software platform partners. *Journal of Biomedical Informatics*, *95*, 103208. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103208>
- Harris, P. A., Taylor, R., Thielke, R., Payne, J., Gonzalez, N., & Conde, J. G. (2009). Research electronic data capture (REDCap)—A metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *Journal of Biomedical Informatics*, *42*(2), 377–381. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2008.08.010>
- Hartsuiker, R. J. (2015). Why it is pointless to ask under which specific circumstances the bilingual advantage occurs. *Cortex*, *73*(1998), 336–337. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.07.018>
- Hayakawa, S., & Marian, V. (2019). Consequences of multilingualism for neural architecture. *Behavioral and Brain Functions*, *15*(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s12993-019-0157-z>
- Hays, J. C., Landerman, L. R., George, L. K., Flint, E. P., Koenig, H. G., Land, K. C., & Blazer, D. G. (1998). Social Correlates of the Dimensions of Depression in the Elderly. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *53B*(1), P31–P39. <https://doi.org/10.1093/geronb/53B.1.P31>
- Head, D., Kennedy, K. M., Rodrigue, K. M., & Raz, N. (2009). Age differences in perseveration: Cognitive and neuroanatomical mediators of performance on the Wisconsin Card Sorting Test. *Neuropsychologia*, *47*(4), 1200–1203. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.01.003>
- Hejazi, Z., Kim, J., Pisano, T. S., Ouchikh, Y., Lerman, A., & Obler, L. K. (2019). Brain-based Challenges of Second Language Learning in Older Adulthood. In *The Handbook of the Neuroscience of Multilingualism* (First Edition, pp. 408–426). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119387725.ch20>
- Heller, A. S., Johnstone, T., Peterson, M. J., Kolden, G. G., Kalin, N. H., & Davidson, R. J. (2013). Increased prefrontal cortex activity during negative emotion regulation as a predictor of depression symptom severity trajectory over 6 months. *JAMA Psychiatry*, *70*(11), 1181–1189. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2013.2430>
- Hernandez, S. M., & Pollonini, L. (2020). NIRSplot: A Tool for Quality Assessment of fNIRS Scans. *Biophotonics Congress: Biomedical Optics 2020 (Translational, Microscopy, OCT, OTS, BRAIN), Part F176-*, BM2C.5. <https://doi.org/10.1364/BRAIN.2020.BM2C.5>
- Hilchey, M. D., & Klein, R. M. (2011). Are there bilingual advantages on nonlinguistic interference tasks? Implications for the plasticity of executive control processes. *Psychonomic Bulletin & Review*, *18*(4), 625–658. <https://doi.org/10.3758/s13423-011-0116-7>
- Holtzheimer, P. E., & Mayberg, H. S. (2011). Stuck in a rut: Rethinking depression and its treatment. In *Trends in Neurosciences* (Vol. 34, Issue 1, pp. 1–9). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2010.10.004>
- Hoshi, Y. (2007). Functional near-infrared spectroscopy: current status and future prospects. *Journal of Biomedical Optics*, *12*(6), 062106. <https://doi.org/10.1117/1.2804911>
- Huppert, T. J. (2016). Commentary on the statistical properties of noise and its implication on general linear models in functional near-infrared spectroscopy. *Neurophotonics*, *3*(1), 010401. <https://doi.org/10.1117/1.NPh.3.1.010401>
- Ionescu, T. (2012). Exploring the nature of cognitive flexibility. *New Ideas in Psychology*, *30*(2), 190–200. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2011.11.001>

- Isaacowitz, D. M., & Smith, J. (2003). Positive and Negative Affect in Very Old Age. *The Journals of Gerontology: Series B*, 58(3), 143–152. <https://doi.org/10.1093/geronb/58.3.P143>
- Izaks, G. J., Joosten, H., Koerts, J., Gansevoort, R. T., & Slaets, J. P. (2011). Reference data for the ruff figural fluency test stratified by age and educational level. *PLoS ONE*, 6(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017045>
- Jacques, S. L. (2013). Optical properties of biological tissues: a review. *Physics in Medicine and Biology*, 58(11), R37–R61. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/58/11/R37>
- Jäncke, L. (2009). Music drives brain plasticity. *Fronto Biology Reports*, 1, 78. <https://doi.org/10.3410/B1-78>
- Jäncke, L. (2012). The relationship between music and language. *Frontiers in Psychology*, 3, 1–2. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00123>
- Jansari, A. S., Devlin, A., Agnew, R., Akesson, K., Murphy, L., & Leadbetter, T. (2014). Ecological Assessment of Executive Functions: A New Virtual Reality Paradigm. *Brain Impairment*, 15(2), 71–87. <https://doi.org/10.1017/Brlmp.2014.14>
- Janus, M., Lee, Y., Moreno, S., & Bialystok, E. (2016). Effects of short-term music and second-language training on executive control. *Journal of Experimental Child Psychology*, 144, 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.11.009>
- Jessen, F., Amariglio, R. E., van Boxtel, M., Breteler, M., Ceccaldi, M., Chételat, G., Dubois, B., Dufouil, C., Ellis, K. A., van der Flier, W. M., Glodzik, L., van Harten, A. C., de Leon, M. J., Mchugh, P., Mielke, M. M., Molinuevo, J. L., Mosconi, L., Osorio, R. S., Perrotin, A., ... Wagner, M. (2014). A conceptual framework for research on subjective cognitive decline in preclinical Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement*, 10(6), 844–852. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2014.01.001>
- Jessen, F., Wiese, B., Bachmann, C., Eifflaender-Gorfer, S., Haller, F., Kölsch, H., Luck, T., Mösch, E., Bussche, H. van den, Wagner, M., Wollny, A., Zimmermann, T., Pentzek, M., Riedel-Heller, S. G., Romberg, H.-P., Weyerer, S., Kaduszkiewicz, H., Maier, W., Bickel, H., & German Study on Aging Cognition and Dementia in Primary Care Patients Study Group. (2010). Prediction of dementia by subjective memory impairment: effects of severity and temporal association with cognitive impairment. *Archives of General Psychiatry*, 67(4), 414–422. <https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.30>
- Ji, Z., Feng, T., Mei, L., Li, A., & Zhang, C. (2019). Influence of acute combined physical and cognitive exercise on cognitive function: an NIRS study. *PeerJ*, 7, e7418. <https://doi.org/10.7717/peerj.7418>
- Johnston, S. J., Linden, D. E. J., & Shapiro, K. L. (2012). Functional Imaging Reveals Working Memory and Attention Interact to Produce the Attentional Blink. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(1), 28–38. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_00054](https://doi.org/10.1162/jocn_a_00054)
- Johnstone, T., van Reekum, C. M., Urry, H. L., Kalin, N. H., & Davidson, R. J. (2007). Failure to Regulate: Counterproductive Recruitment of Top-Down Prefrontal-Subcortical Circuitry in Major Depression. *Journal of Neuroscience*, 27(33), 8877–8884. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2063-07.2007>
- Joormann, J., & Gotlib, I. H. (2010). Emotion regulation in depression: relation to cognitive inhibition. *Cognition & Emotion*, 24(2), 281–298. <https://doi.org/10.1080/02699930903407948>
- Kable, J. W., Caulfield, M. K., Falcone, M., McConnell, M., Bernardo, L., Parthasarathi, T., Cooper, N., Ashare, R., Audrain-McGovern, J., Hornik, R., Diefenbach, P., Lee, F. J., & Lerman, C. (2017). No Effect of Commercial Cognitive Training on Brain Activity, Choice Behavior, or Cognitive Performance. *The Journal of Neuroscience*, 37(31), 7390–7402. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2832-16.2017>
- Kałamała, P., Walther, J., Zhang, H., Diaz, M., Senderecka, M., & Wodniecka, Z. (2022). The use of a second language enhances the neural efficiency of inhibitory control: An ERP study. *Bilingualism: Language and Cognition*, 25(1), 163–180. <https://doi.org/10.1017/S1366728921000389>
- Kalisch, R. (2009). The functional neuroanatomy of reappraisal: Time matters. In *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* (Vol. 33, Issue 8, pp. 1215–1226). <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.06.003>
- Kappenman, E. S., & Luck, S. J. (2010). The effects of electrode impedance on data quality and statistical significance in ERP recordings. *Psychophysiology*, 47(5), 888–904. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01009.x>
- Kappes, H. B. (2016). *Replication of LS Colzato, MT Bajo, W van den Wildenberg, D Paolieri, S Nieuwenhuis, W La Heij, B Hommel (2008, JEPLMC 34(2), Exp. 3)*. [osf.io/pg9thw](https://osf.io/pg9thw)

- Kelly, M. E., Loughrey, D., Lawlor, B. A., Robertson, I. H., Walsh, C., & Brennan, S. (2014). The impact of cognitive training and mental stimulation on cognitive and everyday functioning of healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, *15*(1), 28–43. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2014.02.004>
- Khare, V., Verma, A., Kar, B., Srinivasan, N., & Brysbaert, M. (2013). Bilingualism and the increased attentional blink effect: evidence that the difference between bilinguals and monolinguals generalizes to different levels of second language proficiency. *Psychological Research*, *77*(6), 728–737. <https://doi.org/10.1007/s00426-012-0466-4>
- Kim, C., Cilles, S. E., Johnson, N. F., & Gold, B. T. (2012). Domain general and domain preferential brain regions associated with different types of task switching: A Meta-Analysis. *Human Brain Mapping*, *33*(1), 130–142. <https://doi.org/10.1002/hbm.21999>
- Kim, J. U., Weisenbach, S. L., & Zald, D. H. (2019). Ventral prefrontal cortex and emotion regulation in aging: A case for utilizing transcranial magnetic stimulation. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *34*(2), 215–222. <https://doi.org/10.1002/gps.4982>
- Kliesch, M., Giroud, N., Pfenninger, S. E., Meyer, M., & Pfenninger, S. (2018). Research on second language acquisition in old adulthood: What we have and what we need. In *Third Age Learners of Foreign Languages* (pp. 48–76). Multilingual Matters. <https://doi.org/10.21832/9781783099412-006>
- Kliesch, M., Pfenninger, S. E., Wieling, M., Stark, E., & Meyer, M. (2021). Cognitive Benefits of Learning Additional Languages in Old Adulthood? Insights from an Intensive Longitudinal Intervention Study. *Applied Linguistics*. <https://doi.org/10.1093/applin/amab077>
- Klimova, B., & Pikhart, M. (2020). Current Research on the Impact of Foreign Language Learning Among Healthy Seniors on Their Cognitive Functions From a Positive Psychology Perspective—A Systematic Review. *Frontiers in Psychology*, *11*(April), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00765>
- Klimova, B., Valis, M., & Kuca, K. (2017). Cognitive decline in normal aging and its prevention: a review on non-pharmacological lifestyle strategies. *Clinical Interventions in Aging*, *Volume 12*, 903–910. <https://doi.org/10.2147/CIA.S132963>
- Korczyn, A. D., & Halperin, I. (2009). Depression and dementia. *Journal of the Neurological Sciences*, *283*(1–2), 139–142. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2009.02.346>
- Kousaie, S., & Phillips, N. A. (2017). A behavioural and electrophysiological investigation of the effect of bilingualism on aging and cognitive control. *Neuropsychologia*, *94*, 23–35. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.11.013>
- Kramer, A. F., Bherer, L., Colcombe, S. J., Dong, W., & Greenough, W. T. (2004). Environmental Influences on Cognitive and Brain Plasticity During Aging. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *59*(9), M940–M957. <https://doi.org/10.1093/gerona/59.9.M940>
- Krivanek, T. J., Gale, S. A., McFeeley, B. M., Nicastrì, C. M., & Daffner, K. R. (2021). Promoting Successful Cognitive Aging: A Ten-Year Update. *Journal of Alzheimer's Disease*, *81*(3), 871–920. <https://doi.org/10.3233/JAD-201462>
- Kroll, J. F., & Bialystok, E. (2013). Understanding the consequences of bilingualism for language processing and cognition. *Journal of Cognitive Psychology*, *25*(5), 497–514. <https://doi.org/10.1080/20445911.2013.799170>
- Kroll, J. F., & Gollan, T. H. (2013). Speech Planning in Two Languages. In *Oxford Handbook of Language Production* (Issue January). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199735471.013.001>
- Kuiper, J. S., Oude Voshaar, R. C., Verhoeven, F. E. A., Zuidema, S. U., & Smidt, N. (2017). Comparison of cognitive functioning as measured by the Ruff Figural Fluency Test and the CogState computerized battery within the LifeLines Cohort Study. *BMC Psychology*, *5*, 15. <https://doi.org/10.1186/s40359-017-0185-0>
- Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., & Christensen, R. H. B. (2017). lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models. *Journal of Statistical Software*, *82*(13). <https://doi.org/10.18637/jss.v082.i13>
- Kwak, C., & Clayton-Matthews, A. (2002). Multinomial Logistic Regression. *Nursing Research*, *51*(6), 404–410. <https://doi.org/10.1097/00006199-200211000-00009>

- Lange, K., Kühn, S., & Filevich, E. (2015). "Just Another Tool for Online Studies" (JATOS): An Easy Solution for Setup and Management of Web Servers Supporting Online Studies. *PLOS ONE*, 10(6), e0130834. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130834>
- Lee, R. S. C., Hermens, D. F., Porter, M. A., & Redoblado-Hodge, M. A. (2012). A meta-analysis of cognitive deficits in first-episode Major Depressive Disorder. In *Journal of Affective Disorders* (Vol. 140, Issue 2, pp. 113–124). <https://doi.org/10.1016/j.jad.2011.10.023>
- Lehtonen, M., Soveri, A., Laine, A., Järvenpää, J., de Bruin, A., & Antfolk, J. (2018). Is bilingualism associated with enhanced executive functioning in adults? A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 144(4), 394–425. <https://doi.org/10.1037/bul0000142>
- Leibson, C. L., Long, K. H., Ransom, J. E., Roberts, R. O., Hass, S. L., Duhig, A. M., Smith, C. Y., Emerson, J. A., Pankratz, V. S., & Peterson, R. C. (2015). Direct medical costs and source of cost differences across the spectrum of cognitive decline: A population-based study. *Alzheimer's & Dementia*, 11(8), 917–932. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2015.01.007>
- Leivada, E., Westergaard, M., Duñabeitia, J. A., & Rothman, J. (2021). On the phantom-like appearance of bilingualism effects on neurocognition: (How) should we proceed? *Bilingualism: Language and Cognition*, 24(1), 197–210. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S1366728920000358>
- Lemhöfer, K., & Broersma, M. (2012). Introducing LexTALE: A quick and valid Lexical Test for Advanced Learners of English. *Behavior Research Methods*, 44(2), 325–343. <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0146-0>
- Lenze, E. J., Schulz, R., Martire, L. M., Zdaniuk, B., Glass, T., Kop, W. J., Jackson, S. A., & Reynolds, C. F. (2005). The course of functional decline in older people with persistently elevated depressive symptoms: Longitudinal findings from the cardiovascular health study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 569–575. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53202.x>
- Li, P., Legault, J., & Litcofsky, K. A. (2014). Neuroplasticity as a function of second language learning: Anatomical changes in the human brain. *Cortex*, 58, 301–324. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2014.05.001>
- Li, R., Qin, W., Zhang, Y., Jiang, T., & Yu, C. (2012). The Neuronal Correlates of Digits Backward Are Revealed by Voxel-Based Morphometry and Resting-State Functional Connectivity Analyses. *PLoS ONE*, 7(2), e31877. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031877>
- Liang, J., Bi, G., & Zhan, C. (2020). Multinomial and ordinal Logistic regression analyses with multi-categorical variables using R. *Annals of Translational Medicine*, 8(16), 982. <https://doi.org/10.21037/atm-2020-57>
- Lindert, J., Paul, K. C., Lachman, M. E., Ritz, B., & Seeman, T. E. (2021). Depression-, Anxiety-, and Anger and Cognitive Functions: Findings From a Longitudinal Prospective Study. *Frontiers in Psychiatry*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.665742>
- Liu, H., & Wu, L. (2021). Lifelong Bilingualism Functions as an Alternative Intervention for Cognitive Reserve Against Alzheimer's Disease. *Frontiers in Psychiatry*, 12, 696015. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.696015>
- Long, M. R., Vega-Mendoza, M., Rohde, H., Sorace, A., & Bak, T. H. (2020). Understudied factors contributing to variability in cognitive performance related to language learning. *Bilingualism: Language and Cognition*, 23(4), 801–811. <https://doi.org/10.1017/S1366728919000749>
- Luck, S. J. (2005). An Introduction to the Event-Related Potential Technique. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 78(3), 388. <https://doi.org/10.1118/1.4736938>
- Luk, G., Anderson, J. A. E., Craik, F. I. M., Grady, C., & Bialystok, E. (2010). Distinct neural correlates for two types of inhibition in bilinguals: Response inhibition versus interference suppression. *Brain and Cognition*, 74(3), 347–357. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2010.09.004>
- Machón, M., Larrañaga, I., Dorronsoro, M., Vrotsou, K., & Vergara, I. (2017). Health-related quality of life and associated factors in functionally independent older people. *BMC Geriatrics*, 17, 19. <https://doi.org/10.1186/s12877-016-0410-3>
- Manelis, A., Huppert, T. J., Rodgers, E., Swartz, H. A., & Phillips, M. L. (2019). The role of the right prefrontal cortex in recognition of facial emotional expressions in depressed individuals: fNIRS study. *Journal of Affective Disorders*, 258, 151–158. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.08.006>



- Mansky, R., Marzel, A., Orav, E. J., Chocano-Bedoya, P. O., Grünheid, P., Mattle, M., Freystätter, G., Stähelin, H. B., Egli, A., & Bischoff-Ferrari, H. A. (2020). Playing a musical instrument is associated with slower cognitive decline in community-dwelling older adults. *Aging Clinical and Experimental Research*, *32*, 1577–1584. <https://doi.org/10.1007/s40520-020-01472-9>
- Marian, V., Blumenfeld, H. K., & Kaushanskaya, M. (2007). The Language Experience and Proficiency Questionnaire (LEAP-Q): Assessing Language Profiles in Bilinguals and Multilinguals. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *50*(4), 940–967. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2007\)067](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007)067)
- Marian, V., & Hayakawa, S. (2021). Measuring bilingualism: The quest for a “bilingualism quotient.” *Applied Psycholinguistics*, *42*(2), 527–548. <https://doi.org/10.1017/S0142716420000533>
- Marin, R. S., Biedrzycki, R. C., & Firinciogullari, S. (1991). Reliability and validity of the Apathy Evaluation Scale. *Psychiatry Research*, *38*(2), 143–162. [Dutch: Lampe & Heeren, 2000].
- Marin, T., & Moore, J. (2011). Understanding Near-Infrared Spectroscopy. *Advances in Neonatal Care*, *11*(6), 382–388. <https://doi.org/10.1097/ANC.0b013e3182337ebb>
- Martens, S., & Wyble, B. (2010). The attentional blink: Past, present, and future of a blind spot in perceptual awareness. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *34*(6), 947–957. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.12.005>
- Mårtensson, J., Eriksson, J., Bodammer, N. C., Lindgren, M., Johansson, M., Nyberg, L., & Lövdén, M. (2012). Growth of language-related brain areas after foreign language learning. *NeuroImage*, *63*(1), 240–244. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.06.043>
- Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods*, *44*(2), 314–324. <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0168-7>
- Mayberg, H. S. (1997). Limb ic-Cortical Dysregulation: A Proposed Model of Depression. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, *9*, 471–481.
- McCabe, D. P., Mcdaniel, M. A., Hambrick, D. Z., Roediger, H. L., Mcdaniel, M. A., Balota, D. A., & Hambrick, D. Z. (2010). The Relationship between working memory capacity and executive function. *Neuropsychology*, *24*(2), 222–243. <https://doi.org/10.1037/a0017619>
- McDermott, L. M., & Ebmeier, K. P. (2009). A meta-analysis of depression severity and cognitive function. In *Journal of Affective Disorders* (Vol. 119, Issues 1–3, pp. 1–8). <https://doi.org/10.1016/j.jad.2009.04.022>
- McDonald, B. C., Flashman, L. A., & Saykin, A. J. (2002). Executive dysfunction following traumatic brain injury: Neural substrates and treatment strategies. *NeuroRehabilitation*, *17*(4), 333–344.
- McLaughlin, J., Osterhout, L., & Kim, A. (2004). Neural correlates of second-language word learning: minimal instruction produces rapid change. *Nature Neuroscience*, *7*(7), 703–704. <https://doi.org/10.1038/nn1264>
- Meltzer, J. A., Kates Rose, M., Le, A. Y., Spencer, K. A., Goldstein, L., Gubanova, A., Lai, A. C., Yossofzai, M., Armstrong, S. E. M., & Bialystok, E. (2021). Improvement in executive function for older adults through smartphone apps: a randomized clinical trial comparing language learning and brain training. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 1–22. <https://doi.org/10.1080/13825585.2021.1991262>
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, *24*, 167–202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Mishra, R. K. (2018). Bilingualism and Cognitive Control. In *Bilingualism and Cognitive Control*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92513-4>
- Mitchell, A. J., Beaumont, H., Ferguson, D., Yadegarfar, M., & Stubbs, B. (2014). Risk of dementia and mild cognitive impairment in older people with subjective memory complaints: Meta-analysis. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, *130*(6), 439–451. <https://doi.org/10.1111/acps.12336>
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, *21*(1), 8–14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, a H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>

- Mora, J. F., & Abad, M. P. (2016). Perceived benefits, motivations and preferences for foreign language learning by older adults. Insights from an initiative in Cuenca, Ecuador. *MASKANA*, 7(1), 23–38.
- Moradzadeh, L., Blumenthal, G., & Wiseheart, M. (2015). Musical Training, Bilingualism, and Executive Function: A Closer Look at Task Switching and Dual-Task Performance. *Cognitive Science*, 39(5), 992–1020. <https://doi.org/10.1111/cogs.12183>
- Moreno, S., & Bidelman, G. M. (2014). Examining neural plasticity and cognitive benefit through the unique lens of musical training. *Hearing Research*, 308, 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2013.09.012>
- Moreno, S., Wodniecka, Z., Tays, W., Alain, C., & Bialystok, E. (2014). Inhibitory control in bilinguals and musicians: Event related potential (ERP) evidence for experience-specific effects. *PLoS ONE*, 9(4), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094169>
- Mortimer, J. A., Ding, D., Borenstein, A. R., DeCarli, C., Guo, Q., Wu, Y., Zhao, Q., & Chu, S. (2012). Changes in Brain Volume and Cognition in a Randomized Trial of Exercise and Social Interaction in a Community-Based Sample of Non-Demented Chinese Elders. *Journal of Alzheimer's Disease*, 30(4), 757–766. <https://doi.org/10.3233/JAD-2012-120079>
- Mukadam, N., Sommerlad, A., & Livingston, G. (2017). The Relationship of Bilingualism Compared to Monolingualism to the Risk of Cognitive Decline or Dementia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Alzheimer's Disease*, 58, 45–54. <https://doi.org/10.3233/JAD-170131>
- Muñoz, C., & Singleton, D. (2011). A critical review of age-related research on L2 ultimate attainment. *Language Teaching*, 44(1), 1–35. <https://doi.org/10.1017/S0261444810000327>
- Murphy, F. C., Michael, A., & Sahakian, B. J. (2012). Emotion modulates cognitive flexibility in patients with major depression. *Psychological Medicine*, 42(07), 1373–1382. <https://doi.org/10.1017/S0033291711002418>
- Murty, D. V. P. S., Manikandan, K., Kumar, W. S., Ramesh, R. G., Purokayastha, S., Javali, M., Rao, N. P., & Ray, S. (2020). Gamma oscillations weaken with age in healthy elderly in human EEG. *NeuroImage*, 215, 116826. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116826>
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L., & Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695–699. [Dutch: A.J. Wester & R.P.C. Kessels].
- Nguyen, L., Murphy, K., & Andrews, G. (2019). Cognitive and neural plasticity in old age: A systematic review of evidence from executive functions cognitive training. In *Ageing Research Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2019.100912>
- Nichols, E. S., & Joanisse, M. F. (2016). Functional activity and white matter microstructure reveal the independent effects of age of acquisition and proficiency on second-language learning. *NeuroImage*, 143, 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.08.053>
- Nijmeijer, S. E., van Tol, M. J., Aleman, A., & Keijzer, M. (2021). Foreign Language Learning as Cognitive Training to Prevent Old Age Disorders? Protocol of a Randomized Controlled Trial of Language Training vs. Musical Training and Social Interaction in Elderly With Subjective Cognitive Decline. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13(April), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.550180>
- Nucci, M., Mapelli, D., & Mondini, S. (2012). Cognitive Reserve Index questionnaire (CRIq): a new instrument for measuring cognitive reserve. *Ageing Clinical and Experimental Research*, 24(3), 218–226. [Dutch: Kessels & Oosterman, 2016].
- Nyberg, L. (2018). Cognitive control in the prefrontal cortex: A central or distributed executive? In *Scandinavian Journal of Psychology* (Vol. 59, Issue 1, pp. 62–65). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/sjop.12409>
- Ochsner, K. N., Silvers, J. A., & Buhle, J. T. (2012). Functional imaging studies of emotion regulation: a synthetic review and evolving model of the cognitive control of emotion. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1251(1), E1–E24. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2012.06751.x>
- Olivers, C. N. L., & Nieuwenhuis, S. (2005). The Beneficial Effect of Concurrent Task-Irrelevant Mental Activity on Temporal Attention. *Psychological Science*, 16(4), 265–269. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.01526.x>

- Olszewska, A. M., Gaca, M., Herman, A. M., Jednoróg, K., & Marchewka, A. (2021). How Musical Training Shapes the Adult Brain: Predispositions and Neuroplasticity. *Frontiers in Neuroscience*, *15*, 204. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.630829>
- Oostenveld, R., Fries, P., Maris, E., & Schoffelen, J. M. (2011). FieldTrip: Open source software for advanced analysis of MEG, EEG, and invasive electrophysiological data. *Computational Intelligence and Neuroscience*, *2011*(Article ID 156869). <https://doi.org/10.1155/2011/156869>
- Paap, K. R., Johnson, H. A., & Sawi, O. (2015). Bilingual advantages in executive functioning either do not exist or are restricted to very specific and undetermined circumstances. *Cortex*, *69*, 265–278. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.04.014>
- Paap, K. R., Mason, L., Zimiga, B., Ayala-Silva, Y., & Frost, M. (2020). The alchemy of confirmation bias transmutes expectations into bilingual advantages: A tale of two new meta-analyses. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *73*(8), 1290–1299. <https://doi.org/10.1177/1747021819900098>
- Papmeyer, M., Sussmann, J. E., Hall, J., McKirdy, J., Peel, A., Macdonald, A., Lawrie, S. M., Whalley, H. C., & McIntosh, A. M. (2015). Neurocognition in individuals at high familial risk of mood disorders with or without subsequent onset of depression. *Psychological Medicine*, *45*(15), 3317–3327. <https://doi.org/10.1017/S0033291715001324>
- Park, D. C. (2019). Cognitive ability in old age is predetermined by age 20 y. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *116*(6), 1832–1833. <https://doi.org/10.1073/pnas.1821142116>
- Park, D. C., & Bischof, G. N. (2013). The aging mind: Neuroplasticity in response to cognitive training. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, *15*(1), 109–119. <https://doi.org/10.1007/s11065-009-9119-9>
- Park, D. C., Lodi-Smith, J., Drew, L., Haber, S., Hebrank, A., Bischof, G. N., & Aamodt, W. (2014). The impact of sustained engagement on cognitive function in older adults: the Synapse Project. *Psychological Science*, *25*(1), 103–112. <https://doi.org/10.1177/0956797613499592>
- Perani, D., & Abutalebi, J. (2015). Bilingualism, dementia, cognitive and neural reserve. In *Current Opinion in Neurology* (Vol. 28, Issue 6, pp. 618–625). <https://doi.org/10.1097/WCO.000000000000267>
- Pessoa, L. (2014). Understanding brain networks and brain organization. In *Physics of Life Reviews* (Vol. 11, Issue 3, pp. 400–435). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2014.03.005>
- Petersen, R. C., Caracciolo, B., Brayne, C., Gauthier, S., Jelic, V., & Fratiglioni, L. (2014). Mild cognitive impairment: a concept in evolution. *Journal of Internal Medicine*, *275*(3), 214–228. <https://doi.org/10.1111/joim.12190>
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. *Annual Review of Neuroscience*, *35*(1), 73–89. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>
- Pfenninger, S. E., & Polz, S. (2018). Foreign language learning in the third age: A pilot feasibility study on cognitive, socio-affective and linguistic drivers and benefits in relation to previous bilingualism of the learner. *Journal of the European Second Language Association*, *2*(1), 1–13. <https://doi.org/10.22599/jesla.36>
- Philippot, P., & Agrigoroaei, S. (2017). Repetitive thinking, executive functioning, and depressive mood in the elderly. *Aging & Mental Health*, *21*(11), 1192–1196. <https://doi.org/10.1080/13607863.2016.1211619>
- Pliatsikas, C. (2020). Understanding structural plasticity in the bilingual brain: The Dynamic Restructuring Model. *Bilingualism: Language and Cognition*, *23*(2), 459–471. <https://doi.org/10.1017/S1366728919000130>
- Pliatsikas, C., DeLuca, V., & Voits, T. (2020). The Many Shades of Bilingualism: Language Experiences Modulate Adaptations in Brain Structure. *Language Learning*, *70*(S2), 133–149. <https://doi.org/10.1111/lang.12386>
- Poarch, G. J., & Krott, A. (2019). A Bilingual Advantage? An Appeal for a Change in Perspective and Recommendations for Future Research. *Behavioral Sciences*, *9*(9), 95. <https://doi.org/10.3390/bs9090095>
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The Attention System of the Human Brain. *Annual Review of Neuroscience*, *13*(1), 25–42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Pot, A., Keijzer, M., & de Bot, K. (2018). Intensity of Multilingual Language Use Predicts Cognitive Performance in Some Multilingual Older Adults. *Brain Sciences*, *8*(5), 92. <https://doi.org/10.3390/brainsci8050092>
- Pot, A., Porkert, J., & Keijzer, M. (2019). The Bidirectional in Bilingual: Cognitive, Social and Linguistic Effects of and on Third-Age Language Learning. *Behavioral Sciences*, *9*(9), 98. <https://doi.org/10.3390/bs9090098>
- Prat, C. S., Yamasaki, B. L., Kluender, R. A., & Stocco, A. (2016). Resting-state qEEG predicts rate of second language learning in adults. *Brain and Language*, *157–158*, 44–50. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2016.04.007>



- Prior, A., & MacWhinney, B. (2010). A bilingual advantage in task switching. *Bilingualism: Language and Cognition*, 13(2), 253–262. <https://doi.org/10.1017/S1366728909990526>
- R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.r-project.org/>.
- Raes, F., Hermans, D., Williams, J. M. G., Bijttebier, P., & Eelen, P. (2007). A “Triple W”-Model of Rumination on Sadness: Why Am I Feeling Sad, What’s the Meaning of My Sadness, and Wish I Could Stop Thinking About my Sadness (But I Can’t!). *Cognitive Therapy and Research*, 32, 526–541. <https://doi.org/10.1007/s10608-007-9137-y>
- Rajtar-Zembaty, A., Sałakowski, A., Rajtar-Zembaty, J., & Starowicz-Filip, A. (2017). Executive dysfunction in late-life depression. *Psychiatria Polska*, 51(4), 705–718. <https://doi.org/10.12740/PP/OnlineFirst/63765>
- Rami, L., Mollica, M. A., Garcfa-Sanchez, C., Saldafia, J., Sanchez, B., Sala, I., Valls-Pedret, C., Castellvi, M., Olives, J., & Molinuevo, J. L. (2014). The subjective cognitive decline questionnaire (SCD-Q): A validation study. *Journal of Alzheimer’s Disease*, 41(2), 453–466. <https://doi.org/10.3233/JAD-132027>
- Ramírez Gómez, D. (2016). Critical geragogy and foreign language learning: An exploratory application. *Educational Gerontology*, 42(2), 136–143. <https://doi.org/10.1080/03601277.2015.1083388>
- Ramos, S., Fernández García, Y., Antón, E., Casaponsa, A., & Duñabeitia, J. A. (2017). Does learning a language in the elderly enhance switching ability? *Journal of Neurolinguistics*, 43, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2016.09.001>
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(3), 849–860. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.18.3.849>
- Reisberg, B., Shulman, M. B., Torossian, C., Leng, L., & Zhu, W. (2010). Outcome over seven years of healthy adults with and without subjective cognitive impairment. *Alzheimer’s and Dementia*, 6(1), 11–24. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2009.10.002>
- Remijnse, P. L., van den Heuvel, O. A., Nielen, M. M. A., Vriend, C., Hendriks, G.-J., Hoogendijk, W. J. G., Uylings, H. B. M., & Veltman, D. J. (2013). Cognitive inflexibility in obsessive-compulsive disorder and major depression is associated with distinct neural correlates. *PLoS One*, 8(4), e59600. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059600>
- Rende, B. (2000). Cognitive Flexibility: Theory, Assessment, and Treatment. *Seminars in Speech and Language*, Volume 21(Number 02), 0121–0153. <https://doi.org/10.1055/s-2000-7560>
- Reuter-Lorenz, P. A., & Lustig, C. (2005). Brain aging: Reorganizing discoveries about the aging mind. In *Current Opinion in Neurobiology* (Vol. 15, Issue 2, pp. 245–251). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.03.016>
- Richards, J. C. (2006). Communicative Language Teaching Today. In *Journal of Experimental Psychology: Applied* (Issue 3). Cambridge University Press.
- Richard’s, M. M., Krzemien, D., Valentina, V., Vernucci, S., Zamora, E. v., Comesaña, A., García Coni, A., & Introzzi, I. (2021). Cognitive flexibility in adulthood and advanced age: Evidence of internal and external validity. *Applied Neuropsychology:Adult*, 28(4), 464–478. <https://doi.org/10.1080/23279095.2019.1652176>
- Richter, L., Nijmeijer, S., van Tol, M.-J., & Keijzer, M. (n.d.). *Cognitive effects of a 3-month language learning or music intervention in functionally monolingual elderly: a resting-state EEG study*.
- Ridderinkhof, K. R., Span, M. M., & van der Molen, M. W. (2002). Perseverative Behavior and Adaptive Control in Older Adults: Performance Monitoring, Rule Induction, and Set Shifting. *Brain and Cognition*, 49(3), 382–401. <https://doi.org/10.1006/brcg.2001.1506>
- Roca, M., Vives, M., Lopez-Navarro, E., Garcia-Campayo, J., & Gili, M. (2015). Cognitive impairments and depression: a critical review. *Actas Esp Psiquiatr*, 43(5), 187–193.
- Rodríguez-Fornells, A., Krämer, U. M., Lorenzo-Seva, U., Festman, J., & Münte, T. F. (2012). Self-Assessment of Individual Differences in Language Switching. *Frontiers in Psychology*, 2, 388. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00388>
- Rodríguez-Pujadas, A., Sanjuán, A., Ventura-Campos, N., Román, P., Martín, C., Barceló, F., Costa, A., & Ávila, C. (2013). Bilinguals Use Language-Control Brain Areas More Than Monolinguals to Perform Non-Linguistic Switching Tasks. *PLoS ONE*, 8(9), e73028. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073028>

- Roldán-Tapia, M. D., Cánovas, R., León, I., & García-García, J. (2017). Cognitive Vulnerability in Aging May Be Modulated by Education and Reserve in Healthy People. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *9*, 340. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00340>
- Román-Caballero, R., Arnedo, M., Triviño, M., & Lupiáñez, J. (2018). Musical practice as an enhancer of cognitive function in healthy aging - A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, *13*(11), e0207957. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207957>
- Ruff, R. M., Light, R. H., & Evans, R. W. (1987). The ruff figural fluency test: A normative study with adults. *Developmental Neuropsychology*, *3*(1), 37–51. <https://doi.org/10.1080/87565648709540362>
- Sala, A., Malpetti, M., Farsad, M., Lubian, F., Magnani, G., Frasca Polara, G., Epiney, J. B., Abutaleb, J., Assal, F., Garibotto, V., & Perani, D. (2022). Lifelong bilingualism and mechanisms of neuroprotection in Alzheimer dementia. *Human Brain Mapping*, *43*(2), 581–592. <https://doi.org/10.1002/hbm.25605>
- Salig, L. K., Valdés Kroff, J. R., Slevc, L. R., & Novick, J. M. (2021). Moving From Bilingual Traits to States: Understanding Cognition and Language Processing Through Moment-to-Moment Variation. *Neurobiology of Language*, *2*(4), 487–512. [https://doi.org/10.1162/nol\\_a\\_00046](https://doi.org/10.1162/nol_a_00046)
- Santosa, H., Zhai, X., Fishburn, F., & Huppert, T. (2018). The NIRS Brain AnalyzIR Toolbox. *Algorithms*, *11*(5), 73. <https://doi.org/10.3390/a11050073>
- Scheibe, S., & Carstensen, L. L. (2010). Emotional Aging: Recent Findings and Future Trends. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *65B*(2), 135–144. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbp132>
- Schlegel, A. A., Rudelson, J. J., & Tse, P. U. (2012). White matter structure changes as adults learn a second language. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *24*(8), 1664–1670. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_00240](https://doi.org/10.1162/jocn_a_00240)
- Schmand, B., Bakker, D., Saan, R., & Louman, J. (1991). [The Dutch Reading Test for Adults: a measure of premorbid intelligence level]. *Tijdschrift Voor Gerontologie En Geriatrie*, *22*(1), 15–19.
- Schneider, C. E., Hunter, E. G., & Bardach, S. H. (2019). Potential Cognitive Benefits From Playing Music Among Cognitively Intact Older Adults: A Scoping Review. *Journal of Applied Gerontology*, *38*(12), 1763–1783. <https://doi.org/10.1177/0733464817751198>
- Scholten, S., Smidt, N., Swertz, M. A., JI Bakker, S., Dottinga, A., Vonk, J. M., Van Dijk, F., Kr Van Zon, S., Wijmenga, C., Wolffenbuttel, B. H., & Stolk, R. P. (2015). Cohort Profile: LifeLines, a three-generation cohort study and biobank. *International Journal of Epidemiology*, *44*(4), 1172–1180. <https://doi.org/10.1093/ije/dyuz29>
- Schroeder, S. R., Marian, V., Shook, A., & Bartolotti, J. (2016). Bilingualism and Musicianship Enhance Cognitive Control. *Neural Plasticity*, *2016*, 4058620. <https://doi.org/10.1155/2016/4058620>
- Seinfeld, S., Figueroa, H., Ortiz-Gil, J., & Sanchez-Vives, M. V. (2013). Effects of music learning and piano practice on cognitive function, mood and quality of life in older adults. *Frontiers in Psychology*, *4*, 810. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00810>
- Servaas, M. N., Riese, H., Ormel, J., & Aleman, A. (2014). The neural correlates of worry in association with individual differences in neuroticism. *Human Brain Mapping*, *35*(9), 4303–4315. <https://doi.org/10.1002/hbm.22476>
- Shapiro, K. L., Raymond, J. E., & Arnell, K. M. (1994). Attention to visual pattern information produces the attentional blink in rapid serial visual presentation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *20*(2), 357–371. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.20.2.357>
- Shatil, E., Mikulecká, J., Bellotti, F., & Bureš, V. (2014). Novel television-based cognitive training improves working memory and executive function. *PLoS ONE*, *9*(7), e101472. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101472>
- Shibasaki, H. (2008). Human brain mapping: hemodynamic response and electrophysiology. *Clinical Neurophysiology*, *119*(4), 731–743. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.10.026>
- Si, T., Xing, G., & Han, Y. (2020). Subjective Cognitive Decline and Related Cognitive Deficits. *Frontiers in Neurology*, *11*. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00247>
- Sibai, A. M., & Hachem, H. (2021). *Older adult learning and active ageing: Bridging self-actualization and emancipation*. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:oru:diva-95872>
- Singleton, D. (2005). The Critical Period Hypothesis: A coat of many colours. *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, *43*(4), 269–285. <https://doi.org/10.1515/iral.2005.43.4.269>

- Slagter, H. A., Johnstone, T., Beets, I. A. M., & Davidson, R. J. (2010). Neural Competition for Conscious Representation across Time: An fMRI Study. *PLoS ONE*, *5*(5), e10556. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010556>
- Slagter, H. A., Lutz, A., Greischar, L. L., Francis, A. D., Nieuwenhuis, S., Davis, J. M., & Davidson, R. J. (2007). Mental Training Affects Distribution of Limited Brain Resources. *PLoS Biology*, *5*(6), e138. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0050138>
- Smoski, M. J., Keng, S. L., Ji, J. L., Moore, T., Minkel, J., & Dichter, G. S. (2014). Neural indicators of emotion regulation via acceptance vs reappraisal in remitted major depressive disorder. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *10*(9), 1187–1194. <https://doi.org/10.1093/scan/nsv003>
- Snyder, H. R. (2013). Major depressive disorder is associated with broad impairments on neuropsychological measures of executive function: a meta-analysis and review. *Psychological Bulletin*, *139*(1), 81–132. <https://doi.org/10.1037/a0028727>.Major
- Song, S., Stern, Y., & Gu, Y. (2022). Modifiable lifestyle factors and cognitive reserve: A systematic review of current evidence. *Ageing Research Reviews*, *74*, 101551. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101551>
- Soveri, A., Rodriguez-Fornells, A., & Laine, M. (2011). Is There a Relationship between Language Switching and Executive Functions in Bilingualism? Introducing a within group Analysis Approach. *Frontiers in Psychology*, *2*, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00183>
- Spitzer, R. L., Williams, J. B., Gibbon, M., & First, M. B. (1992). The Structured Clinical Interview for DSM-III-R (SCID). I: History, rationale, and description. *Archives of General Psychiatry*, *49*(8), 624–629. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1992.01820080032005>
- Steinke, A., & Kopp, B. (2020). Toward a Computational Neuropsychology of Cognitive Flexibility. *Brain Sciences*, *10*(12), 1000. <https://doi.org/10.3390/brainsci10121000>
- Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, *8*(3), 448–460. <https://doi.org/10.1017/S1355617702813248>
- Stern, Y. (2012). Cognitive reserve in ageing and Alzheimer's disease. *The Lancet Neurology*, *11*(11), 1006–1012. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(12\)70191-6](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(12)70191-6)
- Stern, Y. (2021). How Can Cognitive Reserve Promote Cognitive and Neurobehavioral Health? *Archives of Clinical Neuropsychology*, *36*(7), 1291–1295. <https://doi.org/10.1093/arclin/ac0049>
- Stern, Y., Arenaza-Urquijo, E. M., Bartrés-Faz, D., Belleville, S., Cantilon, M., Chetelat, G., Ewers, M., Franzmeier, N., Kempermann, G., Kremen, W. S., Okonkwo, O., Scarmeas, N., Soldan, A., Udeh-Momoh, C., Valenzuela, M., Vemuri, P., & Vuoksima, E. (2020). Whitepaper: Defining and investigating cognitive reserve, brain reserve, and brain maintenance. *Alzheimer's & Dementia*, *16*(9), 1305–1311. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2018.07.219>
- Stern, Y., Barnes, C. A., Grady, C., Jones, R. N., & Raz, N. (2019). Brain reserve, cognitive reserve, compensation, and maintenance: operationalization, validity, and mechanisms of cognitive resilience. *Neurobiology of Aging*, *83*, 124–129. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2019.03.022>
- Stuart Neto, A., & Nitri, R. (2016). Subjective cognitive decline: The first clinical manifestation of Alzheimer's disease? *Dementia & Neuropsychologia*, *10*(3), 170–177. <https://doi.org/10.1590/S1980-5764-2016DN1003002>
- Styliadis, C., Kartsidis, P., Paraskevopoulos, E., Ioannides, A. A., & Bamidis, P. D. (2015). Neuroplastic Effects of Combined Computerized Physical and Cognitive Training in Elderly Individuals at Risk for Dementia: An eLORETA Controlled Study on Resting States. *Neural Plasticity*, *2015*, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2015/172192>
- Sullivan, M. D., Janus, M., Moreno, S., Astheimer, L., & Bialystok, E. (2014). Early stage second-language learning improves executive control: Evidence from ERP. *Brain and Language*, *139*, 84–98. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2014.10.004>
- Sulpizio, S., del Maschio, N., del Mauro, G., Fedeli, D., & Abutalebi, J. (2020). Bilingualism as a gradient measure modulates functional connectivity of language and control networks. *NeuroImage*, *205*, 116306. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116306>

- Surrain, S., & Luk, G. (2019). Describing bilinguals: A systematic review of labels and descriptions used in the literature between 2005–2015. *Bilingualism: Language and Cognition*, 22(2), 401–415. <https://doi.org/10.1017/S1366728917000682>
- Taatgen, N. A., Juvina, I., Schipper, M., Borst, J. P., & Martens, S. (2009). Too much control can hurt: A threaded cognition model of the attentional blink. *Cognitive Psychology*, 59(1), 1–29. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2008.12.002>
- Teubner-Rhodes, S. E., Mishler, A., Corbett, R., Andreu, L., Sanz-Torrent, M., Trueswell, J. C., & Novick, J. M. (2016). The effects of bilingualism on conflict monitoring, cognitive control, and garden-path recovery. *Cognition*, 150, 213–231. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.02.011>
- The WHOQOL Group. (1998). Development of the World Health Organization WHOQOL-BREF quality of life assessment. *Psychological Medicine*, 28(3), 551–558. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0033291798006667>
- Timmer, K., Wodniecka, Z., & Costa, A. (2021). Rapid attentional adaptations due to language (monolingual vs bilingual) context. *Neuropsychologia*, 159(October 2020), 107946. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2021.107946>
- Uddin, L. Q. (2021). Cognitive and behavioural flexibility: neural mechanisms and clinical considerations. In *Nature Reviews Neuroscience* (Vol. 22, Issue 3, pp. 167–179). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41583-021-00428-w>
- Umberson, D., & Karas Montez, J. (2010). Social Relationships and Health: A Flashpoint for Health Policy. *Journal of Health and Social Behavior*, 51, 554–566. <https://doi.org/10.1177/0022146510383501>
- Valenzuela, M. J., & Sachdev, P. (2006). Brain reserve and dementia: A systematic review. *Psychological Medicine*, 36(4), 441–454. <https://doi.org/10.1017/S0033291705006264>
- Valian, V. (2015). Bilingualism and cognition. *Bilingualism: Language and Cognition*, 18(1), 3–24. <https://doi.org/10.1017/S1366728914000522>
- van de Ven, R. M., Schmand, B., Groet, E., Veltman, D. J., & Murre, J. M. J. (2015). The effect of computer-based cognitive flexibility training on recovery of executive function after stroke: rationale, design and methods of the TAPASS study. *BMC Neurology*, 15, 144. <https://doi.org/10.1186/s12883-015-0397-y>
- van den Noort, M., Struys, E., & Bosch, P. (2019). Individual Variation and the Bilingual Advantage—Factors that Modulate the Effect of Bilingualism on Cognitive Control and Cognitive Reserve. *Behavioral Sciences*, 9(12), 120. <https://doi.org/10.3390/bs9120120>
- van den Noort, M., Struys, E., Bosch, P., Jaswetz, L., Perriard, B., Yeo, S., Barisch, P., Vermeire, K., Lee, S.-H., & Lim, S. (2019). Does the Bilingual Advantage in Cognitive Control Exist and If So, What Are Its Modulating Factors? A Systematic Review. *Behavioral Sciences*, 9(3), 27. <https://doi.org/10.3390/bs9030027>
- van den Noort, M., Vermeire, K., Bosch, P., Staudte, H., Krajenbrink, T., Jaswetz, L., Struys, E., Yeo, S., Barisch, P., Perriard, B., Lee, S.-H., & Lim, S. (2019). A Systematic Review on the Possible Relationship Between Bilingualism, Cognitive Decline, and the Onset of Dementia. *Behavioral Sciences*, 9(7), 81. <https://doi.org/10.3390/bs9070081>
- van der Ploeg, M., Keijzer, M., & Lowie, W. (2020). Methodological concerns and their solutions in third-age language learning studies. *Dutch Journal of Applied Linguistics*, 9(1–2), 97–108. <https://doi.org/10.1075/dujal.19036.van>
- van der Ploeg, M., Richter, L., Lowie, W., & Keijzer, M. (n.d.). Third-Age Language Learning Needs. In *Modern Language Journal: Vol. (submitted)*.
- van Diessen, E., Numan, T., van Dellen, E., van der Kooi, A. W., Boersma, M., Hofman, D., van Lutterveld, R., van Dijk, B. W., van Straaten, E. C. W., Hillebrand, A., & Stam, C. J. (2015). Opportunities and methodological challenges in EEG and MEG resting state functional brain network research. *Clinical Neurophysiology*, 126(8), 1468–1481. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2014.11.018>
- van Eersel, M. E. A., Joosten, H., Koerts, J., Gansevoort, R. T., Slaets, J. P. J., & Izaks, G. J. (2015). Longitudinal study of performance on the ruff figural fluency test in persons aged 35 years or older. *PLoS ONE*, 10(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121411>

- van Kleef, R. S., Marsman, J.-B. C., van Valen, E., Bockting, C. L. H., Aleman, A., & van Tol, M.-J. (2022). Neural basis of positive and negative emotion regulation in remitted depression. *NeuroImage: Clinical*, *34*, 102988. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2022.102988>
- van Tol, M.-J., van der Wee, N. J. A., van den Heuvel, O. A., Nielen, M. M. A., Demenescu, L. R., Aleman, A., Renken, R., van Buchem, M. A., Zitman, F. G., & Veltman, D. J. (2010). Regional Brain Volume in Depression and Anxiety Disorders. *Archives of General Psychiatry*, *67*(10), 1002. <https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.121>
- van Tol, M.-J., Veer, I. M., van der Wee, N. J. A., Aleman, A., van Buchem, M. A., Rombouts, S. A. R. B., Zitman, F. G., Veltman, D. J., & Johnstone, T. (2013). Whole-brain functional connectivity during emotional word classification in medication-free Major Depressive Disorder: Abnormal salience circuitry and relations to positive emotionality. *NeuroImage: Clinical*, *2*(1), 790–796. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2013.05.012>
- van Vugt, M. K., & Slagter, H. A. (2014). Control over experience? Magnitude of the attentional blink depends on meditative state. *Consciousness and Cognition*, *23*(1), 32–39. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2013.11.001>
- Venables, W. N., & Ripley, B. D. (2002). *Modern Applied Statistics with S* (fourth ed). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-21706-2>
- Verssimo, J., Verhaeghen, P., Goldman, N., Weinstein, M., & Ullman, M. T. (2021). Evidence that ageing yields improvements as well as declines across attention and executive functions. *Nature Human Behaviour*. <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01169-7>
- Viviano, R. P., & Damoiseaux, J. S. (2020). Functional neuroimaging in subjective cognitive decline: Current status and a research path forward. *Alzheimer's Research and Therapy*, *12*(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s13195-020-00591-9>
- Voits, T., Robson, H., Rothman, J., & Pliatsikas, C. (2022). The effects of bilingualism on hippocampal volume in ageing bilinguals. *Brain Structure and Function*, *i*(0123456789). <https://doi.org/10.1007/s00429-021-02436-z>
- von Mohr, M., Kirsch, L. P., & Fotopoulou, A. (2021). Social touch deprivation during COVID-19: effects on psychological wellbeing and craving interpersonal touch. *Royal Society Open Science*, *8*(9), 210287. <https://doi.org/10.1098/rsos.210287>
- Wager, T. D., Davidson, M. L., Hughes, B. L., Lindquist, M. A., & Ochsner, K. N. (2008). Prefrontal-Subcortical Pathways Mediating Successful Emotion Regulation. *Neuron*, *59*(6), 1037–1050. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.09.006>
- Wagner, S., Doering, B., Helmreich, I., Lieb, K., & Tadić, A. (2012). A meta-analysis of executive dysfunctions in unipolar major depressive disorder without psychotic symptoms and their changes during antidepressant treatment. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, *125*(4), 281–292. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.2011.01762.x>
- Waltz, J. A. (2017). The neural underpinnings of cognitive flexibility and their disruption in psychotic illness. *Neuroscience*, *345*, 203–217. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.06.005>
- Wang, Y., Pan, Y., & Li, H. (2020). What is brain health and why is it important? *BMJ*, *371*, m3683. <https://doi.org/10.1136/bmj.m3683>
- Ward, L. M. (2003). Synchronous neural oscillations and cognitive processes. *Trends in Cognitive Sciences*, *7*(12), 553–559. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.10.012>
- Ware, C., Damnee, S., Djabelkhir, L., Cristancho, V., Wu, Y.-H., Benovici, J., Pino, M., & Rigaud, A.-S. (2017). Maintaining Cognitive Functioning in Healthy Seniors with a Technology-Based Foreign Language Program: A Pilot Feasibility Study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *9*(March), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00042>
- Ware, C., Dautricourt, S., Gonneaud, J., & Chételat, G. (2021). Does Second Language Learning Promote Neuroplasticity in Aging? A Systematic Review of Cognitive and Neuroimaging Studies. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *13*(November), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.706672>
- Watson, C. W.-M., Manly, J. J., & Zahodne, L. B. (2016). Does bilingualism protect against cognitive aging? *Linguistic Approaches to Bilingualism*, *6*(5), 590–604. <https://doi.org/10.1075/lab.15043.wat>



- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, *54*(6), 1063–1070. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.1063>
- Webb, L. M., & Chen, C. Y. (2022). The COVID-19 pandemic's impact on older adults' mental health: Contributing factors, coping strategies, and opportunities for improvement. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *37*(1). <https://doi.org/10.1002/gps.5647>
- Wechsler, D. (2008). *WAIS-IV: Wechsler adult intelligence scale*. Psychological Corporation.
- Wecker, N. S., Kramer, J. H., Hallam, B. J., & Delis, D. C. (2005). Mental flexibility: Age effects on switching. *Neuropsychology*, *19*(3), 345–352. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.19.3.345>
- Wierda, S. M., van Rijn, H., Taatgen, N. A., & Martens, S. (2010). Distracting the Mind Improves Performance: An ERP Study. *PLoS ONE*, *5*(11), e15024. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015024>
- Willems, C., & Martens, S. (2016). Time to see the bigger picture: Individual differences in the attentional blink. *Psychonomic Bulletin & Review*, *23*(5), 1289–1299. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0977-2>
- Willems, C., Wierda, S. M., van Viegen, E., & Martens, S. (2013). Individual Differences in the Attentional Blink: The Temporal Profile of Blinkers and Non-Blinkers. *PLoS ONE*, *8*(6), e66185. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066185>
- Wilson, C. G., Nusbaum, A. T., Whitney, P., & Hinson, J. M. (2018). Age-differences in cognitive flexibility when overcoming a preexisting bias through feedback. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *40*(6), 586–594. <https://doi.org/10.1080/13803395.2017.1398311>
- Wong, P. C. M., Ou, J., Pang, C. W. Y., Zhang, L., Tse, C. S., Lam, L. C. W., & Antoniou, M. (2019). Language training leads to global cognitive improvement in older adults: A preliminary study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *62*(7), 2411–2424. [https://doi.org/10.1044/2019\\_JSLHR-L-18-0321](https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-L-18-0321)
- Woumans, E., & Duyck, W. (2015). The bilingual advantage debate: Moving toward different methods for verifying its existence. *Cortex*, *73*, 356–357. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.07.012>
- Woumans, E., Santens, P., Sieben, A., Versijpt, J., Stevens, M., & Duyck, W. (2015). Bilingualism delays clinical manifestation of Alzheimer's disease. *Bilingualism*, *18*(3), 568–574. <https://doi.org/10.1017/S136672891400087X>
- Woumans, E., Versijpt, J., Sieben, A., Santens, P., & Duyck, W. (2017). Bilingualism and Cognitive Decline: A Story of Pride and Prejudice. *Journal of Alzheimer's Disease*, *60*(4), 1237–1239. <https://doi.org/10.3233/JAD-170759>
- Xie, Z., & Zhou, S. (2020). Bilingualism, Demographics, and Cognitive Control: A Within-Group Approach. *Frontiers in Psychology*, *11*, 94. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00094>
- Yamada, T. H., Denburg, N. L., Beglinger, L. J., & Schultz, S. K. (2010). Neuropsychological Outcomes of Older Breast Cancer Survivors: Cognitive Features Ten or More Years After Chemotherapy. *Journal of Neuropsychiatry*, *22*(1), 48–54. <https://doi.org/10.1176/appi.neuropsych.22.1.48>
- Yamasaki, B. L., Stocco, A., & Prat, C. S. (2018). Relating individual differences in bilingual language experiences to executive attention. *Language, Cognition and Neuroscience*, *33*(9), 1128–1151. <https://doi.org/10.1080/23273798.2018.1448092>
- Yates, J. A., Clare, L., Woods, R. T., & Cfas, M. (2017). Subjective memory complaints, mood and MCI: a follow-up study. *Aging & Mental Health*, *21*(3), 313–321. <https://doi.org/10.1080/13607863.2015.1081150>
- Yesavage, J., Brink, T. L., Rose, T. L., Lum, O., Huang, V., Adey, M., & Leirer, V. O. (1983). Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *Journal of Psychiatric Research*, *17*(1), 37–49. [Dutch: Bleeker J.A.C., de Winter, M.L.F. C. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(82\)90033-4](https://doi.org/10.1016/0022-3956(82)90033-4)
- Yeung, M. K., Han, Y. M. Y., Sze, S. L., & Chan, A. S. (2016). Abnormal frontal theta oscillations underlie the cognitive flexibility deficits in children with high-functioning autism spectrum disorders. *Neuropsychology*, *30*(3), 281–295. <https://doi.org/10.1037/neu0000231>
- Zhang, H., Wu, Y. J., & Thierry, G. (2020). Bilingualism and aging: A focused neuroscientific review. *Journal of Neurolinguistics*, *54*, 100890. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2020.100890>

# Nederlandse samenvatting

## COGNITIEVE FLEXIBILITEIT

Simpel gezegd heeft ‘cognitief’ te maken met de geest en ‘flexibiliteit’ met het vermogen om te veranderen en aan te passen. Hoewel dit een intuïtieve interpretatie van cognitieve flexibiliteit lijkt, is cognitieve flexibiliteit een breed concept dat in het verleden op veel verschillende manieren is geïnterpreteerd. In de literatuur worden verschillende definities van cognitieve flexibiliteit gebruikt. Binnen de neuropsychologie wordt het construct meestal gedefinieerd als een specifiek vermogen, bijvoorbeeld om gedachten of acties te veranderen (Ionescu, 2012; Steinke & Kopp, 2020). Vanuit dat perspectief wordt cognitieve flexibiliteit vaak beschouwd als één van de belangrijkste executieve functies, samen met w

Executieve functies (of cognitieve controle) omvatten een set mentale processen die betrokken zijn bij de opzettelijke en vrijwillige controle van gedrag, denken en emoties (Miyake & Friedman, 2012). In deze dissertatie wordt cognitieve flexibiliteit gezien als een cognitief proces dat voortbouwt op executieve functies. Cognitieve flexibiliteit is in hoge mate betrokken bij het krijgen en uitdenken van diverse ideeën, en bij het aanpassen van ons doen en denken als reactie op veranderingen in de omgeving (Diamond, 2013; Rende, 2000). Cognitieve flexibiliteit is dus nodig om juiste en efficiënte aanpassingen van het gedrag van een individu te ondersteunen (Dajani & Uddin, 2015). Hiervoor is interactie van meerdere executieve functies, andere cognitieve processen, en verschillende hersennetwerken in voornamelijk de prefrontale cortex nodig. Juist omdat cognitieve flexibiliteit dus voortbouwt op andere executieve functies ontwikkelt het zich over het algemeen pas later in kinderen, na andere belangrijke executieve functies zoals werkgeheugen en inhibitie (Davidson et al., 2006; Garon et al., 2008).

## HET BELANG VAN COGNITIEVE FLEXIBILITEIT

Cognitieve flexibiliteit is van groot belang in het dagelijks leven en in de wereld van vandaag. In een wereld waar veranderingen voortdurend en snel achter elkaar plaatsvinden, moeten individuen voortdurend de omgeving in de gaten houden, bepalen of deze verandert, en aandacht op deze veranderingen richten. Vervolgens, om gedachtes of acties te veranderen als reactie op deze veranderingen in de omgeving, moeten individuen hun eerdere perspectieven, gedachten of acties remmen en updaten, waarbij het werkgeheugen een belangrijke rol speelt. Cognitieve flexibiliteit is dus van groot belang in veel situaties in het dagelijks leven. Disfunctionele cognitieve flexibiliteit kan dan ook ernstige gevolgen hebben.



## **Cognitieve flexibiliteit en depressie**

Cognitieve flexibiliteit en executieve functies zijn van cruciaal belang voor onze mentale gezondheid (Gabrys et al., 2018). Cognitieve inflexibiliteit wordt bijvoorbeeld geassocieerd met stoornissen zoals autismespectrumstoornis, ADHD, schizofrenie, obsessief-compulsieve stoornis, eetstoornissen en stemmingsstoornissen (Dajani & Uddin, 2015; Uddin, 2021). Deze stoornissen worden allemaal gekenmerkt door (onder andere) een gebrek aan flexibiliteit in gedrag of denken. Er is vooral veel onderzoek gedaan naar cognitieve inflexibiliteit in depressieve stoornissen (e.g., Murphy et al., 2012; Pappmeyer et al., 2015; Roca et al., 2015; Snyder, 2013). Dit heeft laten zien dat die inflexibiliteit het lastiger maakt voor mensen met depressieve klachten om andere manieren van denken aan te nemen en de aandacht te verleggen naar meer plezierige gedachten (Davis & Nolen-Hoeksema, 2000; Philippot & Agrigoroaei, 2017). Dit kan ervoor zorgen dat de negatieve stemming en depressieve symptomen hardnekkig aanwezig blijven (Gross & John, 2003; Holtzheimer & Mayberg, 2011; Joormann & Gotlib, 2010).

## **Cognitieve flexibiliteit en veroudering**

Cognitieve inflexibiliteit wordt ook geassocieerd met veroudering. Normale veroudering wordt vaak gezien als een geleidelijk proces waarbij fysieke en mentale vermogens afnemen. Echter, niet alle cognitieve processen gaan achteruit, en evenmin gaan ze allemaal in hetzelfde tempo achteruit (Stern et al., 2019; Verssimo et al., 2021). Cognitieve flexibiliteit is één van de processen die sterk onderhevig zijn aan achteruitgang bij ouderen (e.g., Gajewski et al., 2018; Giller & Beste, 2019; Richard's et al., 2021; Roldán-Tapia et al., 2017) door de grote afhankelijkheid van de prefrontale cortex, een gebied dat over het algemeen sterk door veroudering wordt aangetast (Reuter-Lorenz & Lustig, 2005). Maar ondanks deze algemene bevindingen, lijken niet alle ouderen evenveel last te hebben van verminderende cognitieve flexibiliteit.

Waarom er zoveel verschil is in de mate van achteruitgang in cognitief functioneren en cognitieve flexibiliteit bij ouderen is een mysterie. Een mogelijkheid die vaak wordt gegeven is dat verschillen in hersenplasticiteit en levenservaringen sommige individuen in staat stellen om veranderingen in de hersenen te compenseren en zo een goede cognitieve flexibiliteit te behouden. Dit wordt "cognitieve reserve" genoemd (Stern et al., 2019, 2020). Cognitieve reserve bouwt waarschijnlijk op gedurende het leven. Het is belangrijk om de factoren die cognitieve reserve mogelijk kunnen beïnvloeden en versterken te begrijpen en te identificeren, maar dit is lastig. Er zijn aanwijzingen dat verrijkende levenservaringen zoals (voormalig) beroep, sociaaleconomische status, opleidingsachtergrond, maar ook levensstijl en stimulerende vrijetijdsactiviteiten, zoals lezen of fitness, cognitie kunnen beïnvloeden

en kunnen bijdragen aan cognitieve reserve (Cabeza et al., 2018; Craik & Salthouse, 2008; Kramer et al., 2004). Zelfs op latere leeftijd zou cognitieve reserve nog versterkt kunnen worden (Stern, 2021). Het is waarschijnlijk dat hoe breder het spectrum van levenservaringen en nieuwe ervaringen in het latere leven, hoe meer cognitief vermogen, hoe meer cognitieve flexibiliteit, en hoe meer cognitieve reserve waarschijnlijk worden vergroot, wat weer kan helpen bij gezond ouder worden (Burke et al., 2019; Krivanek et al., 2021; Stern, 2012, 2021).

## **COGNITIEVE FLEXIBILITEIT STIMULEREN**

Er is nog niet genoeg bekend over welke precieze ervaringen kunnen bijdragen aan het behouden of zelfs verbeteren van cognitief functioneren. Veelal bekend zijn de ‘brain games’ die op de computer of telefoon gedaan kunnen worden en die de hersenen langer gezond zouden houden. Er is echter geen overtuigend bewijs dat deze effectief zijn in het verbeteren van het algemene cognitieve vermogen (Kable et al., 2017). Cognitieve trainingsinterventies gericht op het trainen van één of meerdere cognitieve functies (bijvoorbeeld woordenlijsten, complexe puzzels of cijferreeksen onthouden) kunnen mogelijk wel cognitie verbeteren en bijdragen aan cognitieve reserve om zo cognitieve achteruitgang tegen te gaan (Burke et al., 2019; Kelly et al., 2014). Met name interventies die cognitieve flexibiliteit stimuleren lijken veelbelovend (Buitenweg et al., 2012). Een combinatie van verschillende interventietypen die verschillende keren per week worden herhaald, levert mogelijk de beste resultaten op (Klimova et al., 2017; Krivanek et al., 2021).

De hoofdstukken in dit proefschrift dragen bij aan de tot nu toe nog grotendeels onbeantwoorde vraag hoe cognitieve flexibiliteit het beste gestimuleerd en bevordert kan worden. Gezamenlijk vormen de hoofdstukken een multidisciplinaire en interdisciplinaire bijdrage waarin we onderzoeken hoe cognitieve flexibiliteit gedurende het leven wordt beïnvloed, of er een cumulatief effect is van meerdere verschillende levens- en gedragservaringen, en of het later in het leven kan worden verbeterd door middel van cognitieve trainingsinterventies. Specifiek richten we ons op één bepaalde ervaring die in verband is gebracht met cognitieve flexibiliteit, die langdurige cognitieve inspanning vereist, de sociale betrokkenheid bevordert en meestal als plezierig wordt ervaren: het spreken van meerdere talen.

## **EFFECTEN VAN HET SPREKEN VAN MEERDERE TALEN OP COGNITIEVE FLEXIBILITEIT**

Het spreken van meerdere talen is gerelateerd aan verbeterde cognitieve flexibiliteit, voornamelijk bij ouderen (Bialystok et al., 2004; Gold et al., 2013; Hilchey & Klein, 2011;

Teubner-Rhodes et al., 2016). Hoewel lang niet alle studies bewijs vinden voor deze bewering, hebben meerdere studies laten zien dat een meertalige ervaring kan bijdragen aan cognitieve reserve, en zelfs zou kunnen beschermen tegen dementie (van den Noort, Vermeire, et al., 2019; Zhang et al., 2020). Ondanks twijfels over de gunstige effecten van het spreken van meerdere talen, is het daarom de moeite waard om verder te onderzoeken wanneer meerdere talen wel en wanneer ze niet bijdragen aan verbeterde cognitie. Het spreken van meerdere talen zou zelfs een cognitieve trainingsinterventie voor ouderen kunnen zijn om cognitieve flexibiliteit te verbeteren, cognitieve reserve op te bouwen, en cognitieve functies te behouden (Antoniou et al., 2013; Liu & Wu, 2021). Omdat een taaltraining dezelfde neurale netwerken zou beïnvloeden als die aangedaan zijn bij depressie en cognitieve achteruitgang, zouden vooral ouderen die in een risicogroep vallen voor het ontwikkelen van depressieve en/of cognitieve klachten van een taaltraining kunnen profiteren (Antoniou & Wright, 2017).

## **Taaltraining**

Studies naar het effect van het leren spreken van een nieuwe taal op oudere leeftijd laten gemengde resultaten zien (Klimova & Pikhart, 2020; Pot et al., 2019; Ware et al., 2021): sommige studies tonen aan dat cognitie, of een aspect daarvan, in ouderen is verbeterd na een taaltraining, terwijl andere studies een dergelijk effect niet kunnen aantonen, maar wel een verbetering in het welzijn of zelfvertrouwen laten zien. Op zijn minst werden de ouderen beter in de taal die ze leerden, en vonden ze het leuk om te doen (Kliesch et al., 2018; Pfenninger & Polz, 2018; Ware et al., 2017). Dit suggereert dat het in ieder geval geen kwaad kan om een nieuwe taal te leren op latere leeftijd, zeker niet als het ook mogelijk nog cognitieve achteruitgang kan tegengaan. Het is echter niet bekend of het leren spreken van een nieuwe taal uniek is in het verbeteren van cognitie en mogelijk tegengaan van cognitieve achteruitgang. Mogelijk kan cognitieve flexibiliteit ook worden verbeterd door het leren van een andere complexe vaardigheid.

## **DIT PROEFSCHRIFT**

Het doel van dit proefschrift is om beter te begrijpen of het spreken van meerdere talen cognitieve flexibiliteit bij ouderen kan beïnvloeden en of dit kan dienen als unieke trainingsinterventie om cognitieve verouderingseffecten tegen te gaan of af te remmen. Tot nu toe is cognitieve flexibiliteit grotendeels bestudeerd door verschillende onderzoeksvelden die niet of nauwelijks samenwerkten. Het werk in dit proefschrift brengt deze perspectieven samen, waarbij gebruik gemaakt wordt van een multidisciplinaire en interdisciplinaire aanpak. In de verschillende hoofdstukken wordt onderzocht hoe cognitieve flexibiliteit

beïnvloed wordt door het spreken van meerdere talen en hoe dit relateert aan mentale en cognitieve gezondheid van ouderen.

Het eerste deel van dit proefschrift (Hoofdstukken 2 en 3) beslaat observationele studies. Hierbij hebben we onderzocht hoe individuele verschillen in meertalige taalervaringen en het hebben van verschillende cognitief uitdagende levenservaringen samenhangen met cognitieve flexibiliteit en mentale gezondheid. In **Hoofdstuk 2** onderzochten we hoe individuele verschillen in taalgebruik en meertalige levenservaringen samenhangen met aandachtsprocessen en hersenactiviteit in jongvolwassenen. In het bijzonder hebben wij ons gericht op de relatie tussen taalentropie (een index van de mate van diversiteit in meertalig taalgebruik) en de prestatie op een selectieve aandachtstaak. Taalentropie had geen effect op selectieve aandacht, evenmin als andere factoren gerelateerd aan meertalige taalervaringen (zoals taalvaardigheid of de leeftijd waarop de taal is geleerd) dat hadden. Een hogere taaldiversiteit (een hogere entropiescore) hing wel samen met meer hersenactiviteit in de prefrontale cortex tijdens de aandachtstaak in het algemeen. Dat betekent dat wanneer we verder kijken dan alleen gedragsprestaties, en ook onderliggende hersenmechanismen meenemen, een grotere taaldiversiteit gerelateerd kan zijn aan een betere efficiëntie bij het monitoren van informatie.

Voortbouwend op de suggestie gedaan in eerdere studies dat een combinatie van ervaringen een groter voordeel kan opleveren, richt **Hoofdstuk 3** zich op de vraag of de opeenstapeling van verschillende complexe ervaringen gerelateerd is aan betere cognitie in ouderen, en dus kan ondersteunen in het opbouwen van cognitieve reserve. We hebben ons daarbij gericht op twee complex levenservaringen die vaak in verband zijn gebracht met betere mentale vermogens: meertalige en muzikale ervaringen. We hebben bestudeerd of die twee ervaringen verschillend relateren aan cognitie en welzijn bij ouderen en of deze ervaringen gecombineerd een groter effect hebben dan op zichzelf. Dit onderzoek werd uitgevoerd bij meer dan 10.000 ouderen in Noord Nederland en toonde aan dat meertalige ervaringen samenhangen met beter cognitief functioneren op latere leeftijd. Bovendien werd aangetoond dat individuen met zowel meertalige ervaringen als muzikale ervaringen beter cognitief presenteerden dan individuen met één van deze ervaringen.

Het tweede deel van dit proefschrift (Hoofdstukken 4 en 5) beslaat een experimentele studie en is gericht op het onderzoeken van de unieke effecten van een nieuwe meertalige ervaring in vergelijking met het leren van een andere cognitief complexe vaardigheid op latere leeftijd: het spelen van een muziekinstrument. In **Hoofdstuk 4** beschrijven we het onderzoeksprotocol voor een onderzoek naar de specifieke effecten van een

taalinterventie vs. een muziekinterventie en een sociale interventie. Het primaire doel van deze interventiestudie was om te onderzoeken hoe het leren spreken van een nieuwe taal cognitieve flexibiliteit bij ouderen op unieke wijze kan beïnvloeden. Het secundaire doel was bestuderen of eventuele veranderingen in cognitieve flexibiliteit zich ook uiten in verbeteringen in (subjectieve) cognitieve achteruitgang, depressieve symptomen en algemene mentale gezondheid. Deelnemers aan de studie werden willekeurig toegewezen aan een taalinterventie waar ze Engels leerden, aan een muziekinterventie waarbij ze gitaar leerden spelen, of aan een sociale interventie waarin creatieve workshops werden gegeven. Cognitieve flexibiliteit en mentale gezondheid werden gemeten met meerdere verschillende taken en vragenlijsten.

De effecten van deze taalinterventie worden beschreven in **Hoofdstuk 5**. In dit hoofdstuk richten we ons op hoe het leren van een complexe vaardigheid cognitieve flexibiliteit en mentale gezondheid beïnvloedt. Negenennegentig deelnemers met subjectieve cognitieve achteruitgang namen deel aan de studie. Er werd aangetoond dat cognitieve flexibiliteit verbeterde, op enkele maar niet alle taken die cognitieve flexibiliteit meten, maar niet alleen bij de taalinterventie. Met deze studie konden we dus geen unieke effecten van het leren spreken van een nieuwe taal op cognitieve flexibiliteit aantonen. Daarnaast hebben we in een supplement van Hoofdstuk 5 gekeken of de taalinterventie versus de controle-interventies het brein beïnvloedde. Elektro-encefalografie (EEG) data is verzameld tijdens rusttoestand. Dit is echter maar voor een klein deel van alle deelnemers van Hoofdstuk 5 gedaan vanwege de toen geldende maatregelen omtrent de COVID-19 pandemie. Uit dit supplement blijkt echter wel dat er effecten op het brein kunnen optreden na het leren van een taal. Metingen van hersenactiviteit kunnen daarom van grote toegevoegde waarde zijn bij toekomstige studies omdat ze effecten die gezien worden, of juist niet gezien worden, op cognitieve taken kunnen verduidelijken.

## **IS COGNITIEVE FLEXIBILITEIT OP UNIEKE WIJZE GERELATEERD AAN MEERTALIGE ERVARINGEN?**

Ons onderzoek heeft laten zien dat zowel een meertalige levenservaring en een kortdurende meertalige ervaring beiden verband houden met betere cognitieve flexibiliteit bij ouderen, zij het niet op een unieke manier. Andere complexe ervaringen, specifiek het spelen van een muziekinstrument, leveren vergelijkbare resultaten op. De resultaten van Hoofdstuk 3 en Hoofdstuk 5 laten beiden geen verschil zien in hoe cognitieve flexibiliteit relateert aan een taal- of muziekervaring. Het spreken van meerdere talen kan daarmee wellicht het beste omschreven worden als één van de vele ervaringen die cognitieve flexibiliteit zouden kunnen beïnvloeden. Over het algemeen kan het uitvoeren van activiteiten die cognitief

veeleisend zijn en die cognitieve controle of cognitieve flexibiliteit vereisen cognitieve flexibiliteit verbeteren (Valian, 2015). Het is dan ook niet alleen muziekervaring en/of meertaligheid die cognitie kunnen beïnvloeden, maar ook veel andere factoren kunnen hun weerslag hebben op cognitie en bepalen hoe iemand cognitief presteert. Hoewel het dus op basis van de studies in dit proefschrift niet veel lijkt uit te maken welke specifieke complexe activiteit wordt ondernomen, kunnen er wel degelijk een aantal unieke voordelen worden toegeschreven aan meertaligheid. Meertaligheid, of het leren spreken van een nieuwe taal, is een relatief gemakkelijke en goedkope ervaring die op een simpele manier gerealiseerd kan worden en geen middelen vereist, zoals het spelen van een muziekinstrument dat doet. Bovendien kan het leren van een nieuwe taal op latere leeftijd van onschatbare waarde zijn als persoonlijke en sociale ervaring, kan het de communicatie in een meertalige samenleving helpen, en reizen aanmoedigen. Daarom valt er iets te zeggen voor het spreken van meerdere talen als een gemakkelijk te implementeren levenservaring die potentiële andere ervaringen overstijgt.

## **HOE KUNNEN WE DE COMPLEXITEIT VAN MEERTALIGE LEVENSERVARINGEN VASTLEGGEN?**

Verschillende meertalige ervaringen lijken op andere wijze verband te houden met cognitieve flexibiliteit. Op basis van het (zwakke) bewijs in Hoofdstuk 2 en de factoren die een meertalig individu het beste kunnen onderscheiden en beschrijven in Hoofdstuk 3, kunnen we voorzichtig concluderen dat ‘meertalig taalgebruik’ cognitieve flexibiliteit gunstig beïnvloedt. Individuen met een hogere mate van meertalige ervaringen, gerelateerd aan factoren zoals het aantal gesproken talen en de mate van taalgebruik in het dagelijks leven, vertoonden een betere cognitie dan degenen die in hun dagelijks leven minder (intens) talen naast elkaar gebruikten. De laatste jaren wordt steeds meer erkend dat een meertalige ervaring geen statische, gemakkelijk te definiëren ervaring is die een individu al dan niet heeft. Meertalige individuen worden veelal gedefinieerd als mensen die vloeiend kunnen communiceren in meer dan één taal, maar taaldominantie en patronen van taalgebruik kunnen gedurende een leven aanzienlijk veranderen (Surrain & Luk, 2019). Recent is het uitgangspunt van onderzoek steeds vaker om te vragen welke individuen, met welke meertalige ervaringen, cognitieve verbetering laten zien. Hiervoor is het van belang dat de meertalige ervaring uitgebreid wordt gekarakteriseerd en beschreven (de Bruin, 2019; Poarch & Krott, 2019). De studies in dit proefschrift toonden aan dat het moeilijk kan zijn om een meertalige ervaring en meertalig taalgebruik volledig vast te leggen. Een enkele variabele doet geen recht aan de complexiteit van een meertalige ervaring, en staat niet

één-op-één in relatie tot cognitie. Waarschijnlijker is het dat een mogelijk effect volgt uit een complexe combinatie van en interactie tussen factoren (Pot et al., 2018).

## **KAN COGNITIEVE FLEXIBILITEIT OP OUDERE LEEFTIJD WORDEN GESTIMULEERD DOOR MIDDEL VAN TAALTRAINING?**

In dit proefschrift wordt gesuggereerd dat cognitieve flexibiliteit kan worden gestimuleerd door het leren spreken van een nieuwe taal op oudere leeftijd. Uit Hoofdstuk 5 bleek dat het leren spreken van een nieuwe taal inderdaad mogelijk cognitieve flexibiliteit en werkgeheugen kan verbeteren, waar cognitieve flexibiliteit op voortbouwt. We hebben echter geen bewijs gevonden dat het leren spreken van een nieuwe taal een cognitief voordeel zou kunnen hebben ten opzichte van andere complexe activiteiten. Uit Hoofdstuk 5 bleek ook dat ouderen wel in staat zijn om op latere leeftijd nog een nieuwe vaardigheid te leren, ondanks dat er vaak wordt gedacht dat ouderen hiertoe niet meer goed in staat zijn. Of het leren spreken van een nieuwe taal effectief is in het verbeteren van cognitie of andere aspecten, zoals zelfvertrouwen en welzijn, hangt wellicht sterk van het individu af. Afhankelijk van factoren zoals voorgaande (taal)ervaringen, motivatie en doorzettingsvermogen zou een taaltraining kunnen resulteren in verbeteringen in cognitieve flexibiliteit. Dit betekent ook dat verschillende interventies effectief zouden zijn voor verschillende individuen op manieren die niet altijd van tevoren goed te voorspellen zijn. Gebaseerd op Hoofdstuk 3 zou bovendien overwogen moeten worden om meerdere interventies tegelijk, of geïntegreerd in een gecombineerde interventie, uit te voeren (Klimova et al., 2017; Krivanek et al., 2021), gegeven de bevinding dat meerdere complexe leerervaringen gecombineerd verband hield met betere cognitieve effecten.

## **WELK ANDER COGNITIEF MECHANISME ZOU VERSTERKT KUNNEN WORDEN DOOR MEERTALIGHEID?**

Dit proefschrift was gericht op hoe meertaligheid, wat op zichzelf een brede ervaring is, cognitieve flexibiliteit zou kunnen versterken. Hierbij werd cognitieve flexibiliteit beschouwd als een breed begrip dat meerdere cognitieve processen omvat. In de hoofdstukken werden verschillende taken gebruikt om cognitieve flexibiliteit te meten. We vonden aanwijzingen voor verhoogde cognitieve flexibiliteit in relatie tot meertalige ervaringen, maar niet alle taken die gericht waren op het meten van cognitieve flexibiliteit brachten een dergelijk effect aan het licht. Dit zou erop kunnen wijzen dat cognitieve flexibiliteit misschien niet het primaire cognitieve proces is dat wordt versterkt door meertalige ervaringen. De hersengegevens uit Hoofdstuk 2 gaven aan dat activering van de prefrontale cortex (PFC) gerelateerd is aan meertalige ervaringen, wat suggereert dat positieve effecten van

meertaligheid via de PFC lopen, maar mogelijk verloopt dit via een ander mechanisme dan cognitieve flexibiliteit, zoals aandacht. Aandacht is in recente jaren aangehaald als een belangrijk proces dat verbeterd wordt door meertalige ervaringen (Bialystok, 2017; Bialystok & Craik, 2022). Ook in Hoofdstuk 2 toonden we een relatie aan tussen meertaligheid en aandacht. Aandachtscontrole is het vermogen om te kiezen waar je aandacht aan besteedt en wat je negeert, en is gerelateerd aan executieve functies (Diamond, 2013). Aandachtscontrole zou daarom inherent kunnen zijn aan het inzetten van cognitieve flexibiliteit (d.w.z. het verschuiven van aandacht / flexibel inzetten van aandachtscontrole) en zou beschouwd kunnen worden als een belangrijke bouwsteen van cognitieve flexibiliteit (Garon et al., 2008). Daarnaast zijn beide processen sterk afhankelijk van hersennetwerken in de pariëtale en prefrontale cortex. De prefrontale cortex lijkt dus hoe dan ook relevant te zijn in hoe meertalige ervaringen cognitief functioneren beïnvloeden, maar hoe dit gebeurt is complex en lastig te omvatten.

## **DRAGEN COMPLEXE (LEER)ERVARINGEN BIJ AAN EEN BETERE HERSEN-GEZONDHEID BIJ OUDEREN?**

De hoofdstukken in dit proefschrift suggereren voornamelijk dat complexe (leer)ervaringen gerelateerd zijn aan betere cognitie en dus mogelijk ook aan een betere hersengezondheid: “het behoud van optimale hersenintegriteit en mentale en cognitieve functie op een bepaalde leeftijd in de afwezigheid van openlijke hersenziekten die de normale hersenfunctie beïnvloeden” (vertaald van Wang et al., 2020, p. 1). Hersengezondheid heeft onder andere betrekking op zowel cognitief als emotioneel functioneren. Het brein wordt gevormd door vele ervaringen en processen en is flexibel en veerkrachtig, ook op oudere leeftijd (Aron et al., 2022). Er werden in dit proefschrift enkele effecten op het cognitief functioneren gevonden, maar er kon niet worden aangetoond dat meertalige (of muzikale) ervaringen, hetzij in de vorm van leerervaringen op korte termijn, hetzij als levenslange ervaringen, grote invloed uitoefenen op emotioneel functioneren. Of cognitieve reserve wordt verbeterd door het leren van meerdere talen of meertaligheid is niet direct te bewijzen op basis van de studies in dit proefschrift. Dit is voornamelijk omdat cognitieve reserve lastig te meten is. De bevindingen in dit proefschrift stellen daarom vraagtekens bij het klinische voordeel van een taalreïnterventie voor oudere volwassenen, zoals eerdere studies dat ook hebben gedaan (bijv. Berggren et al., 2020; Ramos et al., 2017). Hieronder wordt daar nader op ingegaan.

## **KLINISCHE EN MAATSCHAPPELIJKE IMPLICATIES**

De gecombineerde resultaten die in de afzonderlijke hoofdstukken van dit proefschrift worden gerapporteerd hebben implicaties voor verschillende groepen. Over het algemeen



impliceren de resultaten dat het belangrijk is (meerdere) complexe levenservaringen op te zoeken, juist ook op latere leeftijd. Gecombineerde complexe levenservaringen kunnen een positiever effect hebben op cognitie en mentale gezondheid van oudere volwassenen in vergelijking met een enkele ervaring en mogelijk een rol spelen bij het vertragen van cognitieve verouderingseffecten. Het lijkt niet veel uit te maken welke complexe activiteit wordt ondernomen. In plaats daarvan lijkt de belangrijkste boodschap te zijn om iets te doen, in plaats van niets doen, om de hersenen op welke manier dan ook te stimuleren.

Specifiek voor ouderen impliceren de resultaten dat het leren van complexe vaardigheden op oudere leeftijd gunstig zou kunnen zijn. Daarom moeten ouderen worden gemotiveerd om te beginnen (of door te gaan, of nooit te stoppen) met leren. Naast dat het aanleren van nieuwe vaardigheden op oudere leeftijd de cognitie ten goede kan komen, kan het ook een gunstige uitwerking hebben op sociale interactie, op het tegengaan van eenzaamheid, en het bevorderen van algemeen welzijn. Voor een klinisch relevant effect lijkt het vooralsnog weinig uit te maken welke activiteit wordt ondernomen. Daarom zouden ouderen zich moeten concentreren op iets dat voor hen leuk en plezierig is, dat voor een langere periode kan worden volgehouden en waarvoor zij bereid zijn zich in te spannen. In het beste geval wordt cognitieve veroudering vertraagd of op zijn minst gehandhaafd; in het slechtste geval – bij afwezigheid van enig cognitief effect – zouden oudere mensen iets doen wat ze leuk vinden.

Dit proefschrift heeft ook implicaties voor klinici die met ouderen werken. Aangezien de voordelen van een meertalige ervaring, hetzij als levenslange ervaring of kortdurende training, slechts gering bleken te zijn, is het de vraag of dit effect klinisch relevant is voor een effect op cognitieve reserve en het vertragen van cognitieve veroudering. Omdat er momenteel echter nog geen medicijn is voor cognitieve achteruitgang zijn cognitieve trainingsinterventies en andere manieren om mentale activiteit te stimuleren de enige beschikbare behandelingen of preventieve maatregelen die we hebben. Artsen zouden oudere patiënten actiever kunnen aanmoedigen om op zoek te gaan naar (complexe) leerervaringen en hun hersenen actief te houden, voor zover zij dat op dit moment nog niet doen.

Voor onderzoek naar meertaligheid impliceren de resultaten van dit proefschrift dat het leren van nieuwe talen potentieel bij zou kunnen dragen aan gezond (cognitief) ouder worden. Er valt echter nog veel te leren en toekomstige onderzoeken zouden nieuwe interventies op kunnen zetten welke nog meer focussen op het echt leren gebruiken van een nieuwe taal, gericht op communicatie, aangezien dit een belangrijke factor lijkt te zijn. Toekomstige studies zouden er ook goed aan doen om naar de sociale rol van taal te kijken.

Specifiek gerelateerd aan hoe het leren van talen cognitieve achteruitgang kan tegengaan, is het belangrijk om de effecten van een taalinterventie bij een groep mensen met ernstigere cognitieve achteruitgang (MCI of beginnende dementie), of depressie, nader te bestuderen. Er is meer onderzoek nodig om te ontdekken voor wie het leren van talen op latere leeftijd gunstig kan zijn in termen van cognitie en geestelijke gezondheid en juist ook welke vorm van interventie voor welke specifieke doelgroepen het meest doeltreffendst is.

Belangrijk is dat dit proefschrift zich sterk maakt voor het combineren van kennis, perspectieven en methoden van meertaligheidsonderzoek maar ook cognitief en neurowetenschappelijk onderzoek, om te bestuderen hoe het spreken van meerdere talen de cognitie bij ouderen beïnvloedt. De neuropsychologische concepten die worden bestudeerd en de taken die worden gebruikt om ze te meten, zijn van groot belang voor de onderzoeksresultaten. Evenzo is in verschillende hoofdstukken van dit proefschrift aangetoond dat metingen van hersenactiviteit een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan inzichten hoe levenservaringen bijdragen aan gezond ouder worden. Gecombineerd kunnen de sterke punten van de verschillende disciplines meer licht werpen op de rol van het leren van vreemde talen op oudere leeftijd en de invloed ervan op de cognitieve en emotionele mentale gezondheid, wat uiteindelijk kan helpen om flexibel ouder te worden.

# List of publications

## **PUBLISHED**

Nijmeijer, S. E., van Tol, M. J., Aleman, A., & Keijzer, M. (2021). Foreign Language Learning as Cognitive Training to Prevent Old Age Disorders? Protocol of a Randomized Controlled Trial of Language Training vs. Musical Training and Social Interaction in Elderly With Subjective Cognitive Decline. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *13*, 1–14.

Nijmeijer, S. E., van Tol, M. J., Aleman, A., & Keijzer, M. (2022). Musical and multilingual experience are related to healthy aging: better some than none but even better together. *The Journals of Gerontology: Series B*

## **SUBMITTED FOR PUBLICATION**

Nijmeijer S. E., Keijzer M., Wucher A., Martens S., & van Tol M. J. (2022). Attending multiple languages: the relation between individual multilingual language use and attentional control.

Nijmeijer, S. E., Keijzer, M., Aleman, A., & van Tol, M. J (2022). Effects of foreign language learning in older adults at risk for old-age disorders: a randomized controlled trial.

# Dankwoord

**Mijn proefschrift is af! Het voelt een beetje gek en onwerkelijk om nu dan eindelijk echt op dit punt te zijn. Maar nu is het moment daar! Dit had ik nooit alleen kunnen doen. Ik wil op deze plek graag de mensen benoemen en bedanken die me hebben ondersteund, onderwezen, geholpen, gemotiveerd, begeleid en bijgestaan.**

Laat ik beginnen met het bedanken van alle **onderzoek deelnemers**, en in het bijzonder de deelnemers van de FlexLang studie. Het is een hele investering om 3 maanden of zelfs meer bijna elke dag te besteden aan het leren van een nieuwe vaardigheid. Ik ben erg dankbaar dat er zoveel mensen zijn geweest die interesse hadden in deelname aan het onderzoek. Helaas konden door COVID-19 de trainingen niet langer in een groep plaatsvinden, en werd de training volledig online. Ik vind het bijzonder hoe de – oudere – deelnemers hier flexibel mee omgingen en niet terugdeinsden voor online groepslessen en videobellen. Heel erg bedankt dat niet heeft opgegeven en betrokken bent gebleven bij het onderzoek. Ik wil alle deelnemers bedanken voor hun inzet en wens hun niets dan goeds.

Uiteraard wil ik ook heel graag mijn promotoren bedanken, Prof. dr. Marie-José van Tol, en Prof. dr. Merel Keijzer. Ten eerste wil ik jullie heel erg bedanken voor de kans die jullie me hebben gegeven om te promoveren en voor het vertrouwen wat jullie in me hebben gesteld. Vanaf het moment van de sollicitatie (waarvoor ik overigens zeven kleuren scheet) had ik de vrijheid om het onderzoek vorm te geven, en dat is gedurende het hele promotietraject zo gebleven.

**Marie-José**, ik heb jou leren kennen als begeleider van mijn masterthese, inmiddels meer dan 8 jaar geleden. Vanaf het moment dat ik je leerde kennen heb ik veel bewondering gehad voor jouw passie voor de wetenschap, voor hoe je dingen naar een hoger niveau weet te tillen, en voor hoe je verbindingen weet te leggen tussen personen, concepten en perspectieven. Bedankt voor alle waardevolle inhoudelijke input, maar ook voor je steun en dat je daarnaast altijd bereikbaar was voor advies. **Merel**, ik vind het bijzonder hoe betrokken je bent bij het werk wat je doet en jouw vakgebied. Ik had geen achtergrond of kennis van taalwetenschappen, maar jij hebt me ervoor weten te enthousiasmeren. Een voordeel van een taalwetenschapper als begeleider is dat er allemaal mooie Engelse woorden in je proefschrift staan, waarvoor bedankt! Daarnaast bedankt voor je kalmte en optimisme, dat je altijd achter me stond, en dat je me stimuleerde om naar congressen te gaan en internationale contacten op te doen.

Ik ben erg dankbaar dat jullie elkaar hebben leren kennen bij de Young Academy Groningen (YAG bedankt!) en de flexibiliteit hadden om deze samenwerken aan te gaan en dit

interessante project op te zetten. Ik waardeer het erg dat jullie me hebben vrijgelaten in het onderzoek. Hoewel ik hierdoor regelmatig het gevoel had dat ik aan het verdrinken was, ben ik dankbaar dat ik dit heb kunnen ervaren. Ik heb er ontzettend veel van geleerd en vertrouwen in mezelf door opgebouwd. Bedankt voor alle inhoudelijke discussies, gezelligheid en jullie persoonlijke betrokkenheid maar ook dat jullie me hebben aangemoedigd om af en toe lekker vrij te nemen en juist hebben ontmoedigd om in de avonden en weekenden te werken.

Verder wil ik de leden van de leescommissie Prof. dr. **Erik Scherder**, Prof. dr. **Wander Lowie** en Prof. dr. **Gigi Luk** hartelijk bedanken voor hun interesse en tijd om dit proefschrift te lezen en beoordelen.

Uiteraard wil ik ook alle mensen bedanken die hebben geholpen om de FlexLang studie op te zetten en uit te voeren. **Karolien Dons** en **Krista de Wit**, bedankt voor jullie input voor de muziekcursus en hulp met het opzetten ervan. **Ruben** en **Rhomé**, heel erg bedankt voor het geven van alles muziek- en taallessen. Ook wil ik de LOI (Leidse onderwijsinstellingen) bedanken voor het mede mogelijk maken van de muziekcursus en taalcursus. Zonder jullie inzet, betrokkenheid en flexibiliteit was het niet mogelijk geweest om de cursussen op te zetten en uit te voeren.

Ook alle studenten die hebben geholpen wil ik ontzettend bedanken voor hun inzet en bijdrage aan de studie, jullie waren geweldig. Het gaf me veel energie om jullie te mogen begeleiden, te zien iedereen zich ontwikkelde, en verslagen, trainingen en scripties tot stand te zien komen. **Anna, Louisa, Laurisa, Gina, Raisav Lynette, Michelle, Nina, Annuska, Nathalie, Mare, Emma, Marcella, Danielle, Wim, Steven, Annemijn, Kate, en Christel**: het was fantastisch om met jullie te werken. Bedankt voor wat jullie allemaal voor de studie hebben gedaan.

Dearest paranimphs, **Marlijn** and **Nena**, thank you for all your support over the past years at the NIC/CNC and of course during the preparation of the defense. I'm very happy that you'll be with me during the defense. **Marlijn**, bedankt voor alle gezelligheid die je met je meebrengt. Ik vind het knap hoe je jouw indrukwekkende onderzoeksproject hebt opgezet en overziet en hoe je je flexibel binnen verschillende disciplines beweegt. Het was fijn om met iemand te kunnen kletsen (of klagen) over onze beurs. **Nena**, it was great having you as a roommate. I really enjoyed our discussions, your cat pictures, and our chats over tea or coffee. It is inspiring to work with you as you are a critical, creative, hard-working, resilient, kind, and thoughtful colleague.

In het bijzonder wil ik mijn fijne kamergenootjes, mijn roomies, van kamer 123 wil ik bedanken voor alle gezelligheid en steun! **Elise, Rozemarijn** en **Sjoerd**, heel veel dank dat jullie mij meteen een welkom gevoel gaven. **Elise**, het was heerlijk om als beginnende promovenda te horen en te zien hoe jij met nuchtere ‘bitterness’ doch elegante manier omging met jouw promotietraject. Ik heb bewondering voor hoe jij weet wat je wilt en ervoor gaat om dat te bereiken. **Rozemarijn**, het was een beetje gek om de switch te maken van jou als begeleider van mijn masterscriptie, naar jou als collega, maar wat ben ik dankbaar dat ik jou als collega had! Je bent ontzettend attent en betrokken, weet goed aan te voelen hoe het met iemand gaat en biedt altijd een luisterend oor, bedankt daarvoor! Het was een eer om je bij te mogen staan tijdens jouw promotie. **Daouia**, fijn dat je ons kwam vergezellen op kamer 123. Bedankt voor alle gezelligheid en je relativerende humor. **Mieke** en **Nena**, bedankt voor alle gezelligheid in de laatste fase van mijn PhD, en natuurlijk voor het zorgen van onze plantjes in corona-tijd. Jullie, roomies, hebben mijn promotietijd zo veel leuker gemaakt!

Daarnaast wil ik ook **André** bedanken voor je adviezen, je input. Na veel overleg en feedback van Marie-José en Merel wist jij altijd nog weer met een nieuw standpunt te komen. Iets wat wij toch nog over het hoofd hadden gezien, of een nieuwe invalshoek. Het was prettig samenwerken. I would also like to thank **Brani** for all her help with setting up the NIRS experiments and with analyzing the fNIRS data. **Sander**, bedankt voor de prettige samenwerking. **Jan-Bernard** en **Remco** bedankt voor het sparren over de aanpak van de verschillende analyses. Ook dank aan alle overige NIC/CNC-collega's: **Alban, Anita, Anne, Emile, Haiyang, Hanneke, Hedwig, Hugo, Ilse, Iris, Jassy, Jelle, Jenny, Judith, Katharina, Lenny, Marc, Marieke, Moni, Ronja, Sander, Tania, Thania, Theresa, Yuanyuan**. Bedankt voor alle hulp, gezelligheid, NIC(e) lunches, potluck borrels, journal clubs, en PhD peer meetings. Ik wens jullie het allerbeste.

Verder wil ik mijn RUG-collega's van de afdeling taalwetenschappen bedanken. Ik kon altijd rekenen op jullie hulp en gezelligheid. In het bijzonder wil ik **Mara, Jelle** en **Floor**, heel erg bedanken. Ik ben blij dat ik veel van mijn belevenissen met jullie heb mogen delen, met als hoogtepunt natuurlijk het congres in Atlanta, Amerika. Ik heb erg genoten van ons avontuur, van de biertjes en jullie gezelligheid. **Mara**, jij verspreidt vrolijkheid en optimisme. Ik ben erg blij dat ik je heb leren kennen en dat we onze (onderzoeks)triomfen en frustraties konden delen. Met jou waren congressen altijd een feestje. Uiteraard vanwege gedeeld enthousiasme, maar ook zeker omdat we een hoop hebben gelachen. **Jelle** en **Floor**, ik ben dankbaar dat ik met jullie heb mogen samenwerken en dat jullie verder onderzoek doen naar hoe het leren spreken van een nieuwe taal ouderen zou kunnen helpen. Ik heb veel plezier met jullie gehad tijdens de schrijfweek en andere BALAB-activiteiten. Ook de andere



collega's van het BALAB en de RUG wil ik erg bedanken: **Beatriz, Hanneke, Janine, Joanna, Louisa, Marita, Remco, Seyit.**

Verder viel ik als promovendus onder de Young Academy Groningen (YAG), een grote enthousiaste en ambitieuze groep jonge onderzoekers van de RUG en het UMCG die zich inzetten voor de wetenschap en de bredere impact daarvan op de academische wereld en de samenleving. Ik heb daar veel mensen ontmoet en gesproken, en wil iedereen bedanken voor de inspirerende ontmoetingen.

Lieve vrienden en familie, ook jullie natuurlijk heel erg bedankt voor al jullie liefde en steun!

**Bram, Gwennyth, Sanne, en Rutger**, heel erg bijzonder dat we elkaar hebben leren kennen, en dat het altijd zo ongecompliceerd gezellig is. Bedankt voor alle borrels, etentjes, en weekendjes weg vol gezelligheid de afgelopen jaren. Ook **Ricardo** en **Janneke** natuurlijk bedankt voor al het gezelligs en de nodige ontspanning. Ik heb geluk met jullie allen in mijn leven.

**Maaïke, Mariska, en Ilse**, het begon allemaal bij het VIP-kamp. Ik ben blij dat ik samen met jullie heb mogen studeren, dat we samen in colleges zaten, samen konden klagen en samen konden feesten. Ik hoop dat we nog vaak gezellig wijntjes samen gaan doen.

**Kimberly**, we kennen elkaar al sinds altijd eigenlijk! Ik vind het bijzonder hoe het altijd weer gezellig met jou is en hoe weer verder gaan waar we gebleven waren, hoelang het ook is geleden dat we elkaar hebben gezien. Hoewel we elk een andere weg zijn gegaan weet ik dat ik altijd op je kan rekenen en daarvoor ben ik dankbaar.

Natuurlijk ook heel veel dank voor **Roelof** en **Gerdien**. Bij jullie kan ik altijd terecht. Bedankt voor jullie steun, jullie belangstelling en bedankt dat ik me altijd bij jullie thuis voel.

Lieve **papa** en **mama**, er zijn natuurlijk niet genoeg woorden in de wereld om te omschrijven wat ik allemaal aan jullie te danken heb. Bedankt dat jullie altijd voor me klaar staan. Pap, naast ontelbaar andere onmisbare vaardigheden heb jij mij ooit geleerd hoe handig Excel kan zijn, waarvoor grote dank. Maar ook bedankt voor je vertrouwen in mij, ik voel me altijd gesteund. Mam, bedankt voor het zelfgemaakte doosje vol met motiverende, inspirerende, liefdevolle briefjes die je aan me gaf toen ik het nodig had. Bedankt dat je altijd ziet wat ik nodig heb en er voor me bent. Lieve **Pim**, bedankt dat je mijn broer bent. Jouw gezelligheid en humor waren een welkome afleiding.

Liefste **Edwin**, mijn grootste dank ik voor jou. Jij hebt mij de afgelopen jaren letterlijk en figuurlijk ondersteund. Bedankt voor al je liefde, voor het geduld waarmee je luistert en voor de schouder om op uit te huilen als ik het even niet meer weet. Bedankt dat je mij in evenwicht houdt, dat je me terugfluit als dat nodig is, of juist een schop onder mijn kont geeft. Met jou aan mijn zijde weet ik het beste uit mezelf te halen. Ik ben blij mijn leven met jou te mogen leven. Al 11 jaar lang kan ik op jou steunen, bouwen en vertrouwen en ik weet dat dit nog vele jaren meer gaan worden. Nu mijn promotietraject klaar is kijk ik heel erg uit naar de rest van ons leven. Op naar nieuwe avonturen samen, ik kan niet wachten!

# About the author

Saskia Nijmeijer was born on the 1<sup>st</sup> of November in 1994 in Hogeveen, the Netherlands. After finishing her secondary education (VWO) in 2013, she started studying Psychology at the University of Groningen and she moved to Groningen soon after. During her Bachelor studies, Saskia developed an interest in studying the mechanisms behind psychopathologies. For her Master studies, she chose the specialization Cognitive Psychology and Psychophysiology. During her Master studies, Saskia was a research assistant for several research project of the University of Groningen (RUG) and the University Medical



Center Groningen (UMCG). For her Master's thesis she investigated neural and cognitive abnormalities in positive emotion processing underlying vulnerability for depression. In 2017 she obtained her Master's degree and soon after she started as an interdisciplinary PhD candidate at the Cognitive Neuroscience Center of the UMCG and the Faculty of Arts of the University of Groningen, under supervision of Prof. dr. Marie-José van Tol and Prof. dr. Merel Keijzer. During her time as a PhD student, Saskia investigated whether and how speaking multiple languages can influence cognitive flexibility and how this relates to mental and cognitive health in older adulthood, of which the results can be found in this dissertation. At present, she is working as a Clinical Study Manager at ICON clinical research in Groningen where she is responsible for the operational execution of clinical drug trials.

