

**Richard J. Haier**

tłumaczenie Paweł Kabziński  
redakcja naukowa Szymon Mąka

# **Neuro- naukowe podstawy inteligencji**



**NEURONAUKA  
W PSYCHOLOGII**

**Neuro-  
naukowe  
podstawy  
inteligencji**



WYDAWNICTWO  
UNIWERSYTETU  
ŁÓDZKIEGO

**Richard J. Haier**

**tłumaczenie Paweł Kabziński  
redakcja naukowa Szymon Mąka**

# **Neuro- naukowe podstawy inteligencji**

RADA NAUKOWA SERII „NEURONAUKA W PSYCHOLOGII”

Eleonora Bielawska-Batorowicz, Dominika Fijałkowska, Katarzyna Nowakowska-Domagala  
(przewodnicząca serii), Monika Talarowska-Dublicka

REDAKTOR INICJUJĄCY SERII „NEURONAUKA W PSYCHOLOGII”

Natasza Koźbiał-Grabowiecka

TŁUMACZENIE

Paweł Kabziński

OPRACOWANIE NAUKOWE

Szymon Mąka

OPRACOWANIE REDAKCYJNE

Eliza Orman

PROJEKT TYPOGRAFICZNY SERII, SKŁAD I ŁAMANIE

Monika Rawska

KOREKTA TECHNICZNA

Katarzyna Woźniak

PROJEKT OKŁADKI

Monika Rawska

Źródło grafiki wykorzystanej na okładce: Freepik.com

Publikacja sfinansowana ze środków Wydawnictwa Uniwersytetu Łódzkiego

© Richard J. Haier 2023

© Copyright for Polish translation by Paweł Kabziński, Łódź 2025

© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2026

<https://doi.org/10.18778/8331-892-9>

ISBN 978-83-8331-891-2

e-ISBN 978-83-8331-892-9

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego

Wydanie I. W.11778.25.0.M

Ark. wyd. 22,5; ark. druk. 25,625

Mojej rodzinie, która zmieniła bieg mojego życia, oraz  
Pamięci mojego ojca, który zmarł zbyt młodo, oraz  
Pamięci mojej matki, która się nie poddała, oraz  
Pamięci moich dziadków, którzy poświęcili się dla przyszłości,  
jaką ledwo mogli sobie wyobrazić.



# Spis treści

Przedmowa do polskiego wydania	9
Przedmowa do pierwszego wydania	13
Przedmowa do drugiego wydania	17
Podziękowania (wydanie pierwsze)	19
Podziękowania (wydanie drugie)	21
1. Co wiemy o inteligencji na podstawie wielu badań	23
2. Natura silniejsza niż wychowanie. Wpływ genetyki na inteligencję	73
3. Zerkając do wnętrza żywego mózgu. Neuroobrazowanie to <i>game changer</i> w obszarze badań nad inteligencją	123
4. 50 twarzy istoty szarej. Mózgowy obraz inteligencji wart jest tysiąca słów	165
5. Święty Graal. Czy neuronauka może zwiększyć inteligencję?	223
6. Co dalej z badaniami nad inteligencją w obliczu postępów neuronauki?	271
Glosariusz	331
Bibliografia	339
Indeks	395



# Przedmowa do polskiego wydania

Czytelnikom polskiego wydania tej książki należą się krótkie wyjaśnienia. Nie są one konieczne dla zrozumienia jej treści, niemniej liczę, że mogą pomóc w rozwianiu pewnych wątpliwości. Byłbym ponadto szczególnie zadowolony, jeśli przeczytanie tego krótkiego wstępu rozbudzi zaniepokojenie i atmosferę oczekiwania na właściwą treść książki, jak również zmotywuje do dalszych poszukiwań i poszerzenia zdobytej wiedzy w przyszłości.

Po pierwsze, dlaczego tytuł polskiego wydania to *Neuronaukowe podstawy inteligencji*, a nie *Neuronauka inteligencji*, skoro angielskie wydanie książki ma zupełnie jednoznaczny tytuł *Neuroscience of Intelligence? Czyż nie jest to aby pierwszy błąd ze strony tłumacza lub oznaka translatorskiej „samowolki”*? Spieszę z wyjaśnieniami, iż wybór ten podyktowany był dość błahym powodem, mianowicie chęcią zachowania spójności z nadrzędną dla tej książki serią podręczników popularnonaukowych publikowanych przez University of Cambridge, która nosi nazwę „Neuronaukowe Podstawy Psychologii”. Przykład ten, choć pozornie nieistotny, pozwala mi jednak w dość obrazowy sposób odnieść się do dylematu, przed którym stanąłem jako tłumacz: na jak wiele zmian w stosunku do oryginału mogę sobie pozwolić? Które zmiany są uzasadnione i zgodne z duchem oryginalnego tekstu, a co byłoby wyłącznie moją interpretacją czy nawet fanaberią? Czy mam dążyć do stworzenia tekstu, który będzie jak najbardziej dosłownym i wiernym tłumaczeniem słów, czy też mogę pozwolić sobie na wprowadzanie pewnych zmian, o ile tylko zachowam pierwotny sens przekazywanej treści? Uważam za zasadne poinformowanie wszystkich Czytelników, że w pracy nad tłumaczeniem *Neuronaukowych podstaw inteligencji* obrałem tę drugą drogę. Nie jest to innymi słowy tłumaczenie dosłowne, gdyż zdecydowałem się wprowadzić pewne zmiany w treści książki.

Choć w pełni zdaję sobie sprawę z tego, że przeczytanie zwrotu „zmiany w treści” może u znacznej części osób wywołać zrozumiałe poczucie oburzenia, to jednocześnie mam nadzieję, że wyjaśnienie charakteru tych „zmian” pozwoli rozwiązać negatywne odczucia. Większość z nich miała na celu zwiększenie płynności i zrozumiałości tekstu poprzez dodanie jednego słowa doprecyzującego oryginalną treść, dodanie spójnika lub zaimka czy też podzielenie zdania

wielokrotnie złożonego na dwa krótsze zdania. Ktoś mógłby w tym miejscu zwrócić uwagę, że „przecież tego słowa nie ma w oryginale”, na co ja odpowiem „tak, to prawda, ale dzięki temu teraz czyta się to łatwiej”. Takie zmiany o charakterze czysto stylistycznym są według mnie uzasadnione i niekontrowersyjne. W przypadku pozostałych poprawek sprawa jest już niestety nieco bardziej skomplikowana. W toku pracy nad książką natrafiłem na co najmniej kilkanaście fragmentów, w których pojawiły się błędy treściowe lub ewidentne błędy językowe, jakie żartobliwie nazywam „efektem nadgorliwej autokorekty”. Do przykładów tego rodzaju błędów należą: przytoczenie błędnego roku publikacji lub nazwiska współautora danego artykułu z bibliografii, błędne przytoczenie danych z cytowanego artykułu (np. wartości danej statystyki, liczebności jednej z grup) czy też nazywanie lewej strony omawianego rysunku stroną prawą. Błędy takie postanowiłem korygować bez wyróżniania ich z treści oraz bez przypisów wyjaśniających. Zapewniam, że każdy taki przypadek został przeze mnie zweryfikowany kilka(naście) razy, zanim zdecydowałem się na wprowadzenie danej zmiany w treści. Wiem, że nie przekonam wszystkich Czytelników takimi wyjaśnieniami. Wiem również, że wśród Czytelników mogą znaleźć się osoby chętne do poszukiwania tych fragmentów i wytknięcia mi ewentualnych błędów. Niemniej uważam, że wprowadzone przeze mnie zmiany nie były nadużyciem, gdyż pozwoliły przybliżyć wersję polską do tego, czym oryginalny tekst *mógłby być w swojej najlepszej formie*. Pomimo pewnych różnic w stosunku do wersji angielskiej tekst polskiego tłumaczenia oddaję w ręce Czytelników z przekonaniem, że w żadnym fragmencie książki nie zmieniłem tego, co w mojej ocenie jest najważniejsze: *znaczenia przekazywanej treści*.

Po drugie, chciałbym również choć częściowo zarysować kontekst indywidualny. Tłumaczenie niniejszej książki rozpocząłem jako student i praktykant na oddziale neurologii oczekujący na egzamin dyplomowy, a zakończyłem je jako świeżo upieczony psycholog oczekujący na rozpoczęcie pracy w zawodzie. Dzięki tej nietypowej pozycji mogłem z większą łatwością odnieść się do moich własnych doświadczeń związanych z wieloletnim procesem przyswajania wiedzy na temat mózgu oraz inteligencji. Liczę na to, że pozwoliło mi to trafniej identyfikować te fragmenty, które mogłyby okazać się trudne bądź niejasne dla innych studentów czy osób nieposiadających wiedzy specjalistycznej. Z tego też powodu tekst tłumaczenia został przeze mnie opatrzony licznymi przypisami

rozszerzającymi oraz wyjaśnieniami dotyczącymi prezentowanej treści. Mam nadzieję, że przypisy te okażą się wartościowym uzupełnieniem głównej treści książki, a także pozwolą zredukować liczbę pojawiających się znaków zapytania na rzecz satysfakcjonujących i zrozumiałych dla Czytelnika odpowiedzi.

Chciałbym w tym miejscu przejść do krótkich podziękowań. Należą się one szczególnie doktorowi Aleksandrowi Gemelowi, gdyż to dzięki jego rekomendacji rozpocząłem współpracę z Wydawnictwem Uniwersytetu Łódzkiego. Tłumaczenie *Neuronaukowych podstaw inteligencji* mojego autorstwa nigdy by się nie pojawiło, gdyby nie jego zapewnienia, że poradzę sobie z tym zadaniem. Serdeczne podziękowania składam również dr n. med. Marcie Strombek-Milczarek: za dziesiątki godzin wspólnych rozmów na temat mózgu, niewyczerpany entuzjizm pedagogiczny oraz nieustające zaciekawienie moją pracą i przemyśleniami. Podziękowania kieruję wreszcie do samego Wydawnictwa, które obdarzyło mnie zaufaniem pomimo niewielkiego doświadczenia w tłumaczeniu tekstów naukowych.

W pracy nad niniejszym tłumaczeniem kierowałem się jedną nadrzędną zasadą: „rób wszystko najlepiej, jak potrafisz”. Dołożyłem wszelkich starań, aby polskie wydanie *Neuronaukowych podstaw inteligencji* było książką zrozumiałą, przystępną oraz co najmniej równie ciekawą jak wydanie angielskie. Richard Haier stwierdza w przedmowie do wydania angielskiego, że neuronaukowe badania inteligencji kryją w sobie poezję i magię. Ja z kolei oddaję niniejsze tłumaczenie w ręce polskich Czytelników z nadzieją, że udało mi się w nim zawrzeć muzyczne aspekty języka, nie odejmując niczego z merytorycznej warstwy tej książki. Nie mogę obiecać, że mi się to udało – to już pozostawiam do oceny przyszłym Czytelnikom. Niemniej jednak liczne dodatkowe godziny poświęcone na weryfikowanie informacji i dopracowywanie tekstu pozwalają mi wierzyć, że powierzone mi zadanie faktycznie wykonałem tak dobrze, jak tylko potrafiłem.

Na zakończenie chciałbym bardzo wyraźnie podkreślić jedną rzecz. A pozwolę sobie to zrobić, parafrazując słowa profesora Haiera: wszystkie błędy w tłumaczeniu są oczywiście wyłącznie z mojej winy.

sierpień 2025  
Paweł Kabziński



# Przedmowa do pierwszego wydania

Dlaczego niektórzy ludzie są mądrzejsi od innych? Ta książka opowiada o tym, co neuronauka mówi nam o inteligencji i mózgu. Każdy ma jakąś koncepcję co do definiowania inteligencji i opinii na temat tego, w jaki sposób różnice pomiędzy jednostkami mogą przyczyniać się do sukcesów akademickich i osiągnięć życiowych. Powszechnie występujące idee na temat tego, jak rozwija się inteligencja, są sprzeczne ze sobą i kontrowersyjne. Możesz być zaskoczony, kiedy dowiesz się, że odkrycia naukowe dotyczące wszystkich tych tematów są bardziej jednoznaczne, niż myślisz. Wzrastająca liczba dowodów pochodzących z badań neuronaukowych szybko koryguje przestarzałe i błędne przekonania.

Napisałem tę książkę dla studentów psychologii i neuronauki, nauczycieli, decydentów politycznych oraz wszystkich innych osób zainteresowanych tym, dlaczego inteligencja ma znaczenie. Z jednej strony, książka ta jest wprowadzeniem do dziedziny, które nie zakłada żadnego specjalistycznego wykształcenia u czytelnika. Z drugiej strony, jest bardziej dogłębna niż treści spopularyzowane w mediach masowych/społecznościowych. Kładę nacisk na wyjaśnienie nauki o inteligencji zrozumiałym językiem. Pogląd, który przenika każdy rozdział, jest taki, że inteligencja jest w 100% zjawiskiem biologicznym, genetycznym lub nie; znajdującym się pod wpływem środowiska lub nie; i że związane z nią procesy biologiczne zachodzą w mózgu. Właśnie dlatego istnieje neuro nauka inteligencji, o której warto pisać.

Ta książka nie jest neutralna, ale wierzę, że jest sprawiedliwa. Moje przemyślenia opierają się na ponad czterdziestoletnim doświadczeniu w prowadzeniu badań nad inteligencją z użyciem testów zdolności umysłowych i technologii neuroobrazowania. Moje osądy dotyczące tego, które badania należy uwzględnić, opierają się na istniejących dowodach. Jeśli ciężar dowodów zmieni się w przypadku któregośkolwiek z poruszanych tu tematów, zmienię swoje zdanie i Ty też powinieneś. To pewne, że sposób, w jaki oceniam ciężar dowodów, nie zadowoli wszystkich, ale właśnie dlatego książka taka jak ta prowokuje dyskusje, potencjalnie otwierając umysły, a przy odrobinie szczęścia sprzyja powstaniu nowych obserwacji.

Uwaga: jeśli uważasz, że inteligencja w całości lub w większości wynika z wpływów środowiska, nowe fakty z dziedziny neuronauki mogą być trudne do zaakceptowania. Zaprzeczanie jest częstą reakcją, kiedy nowe informacje są sprzeczne z wcześniejszymi przekonaniem. Im jesteś starszy, tym bardziej odporne na zmianę mogą być Twoje przekonania. Santiago Ramon Cajal (1852–1934), ojciec neuronauki, napisał kiedyś: „Nic nie wzbudza we mnie większej czci i podziwu niż stary człowiek, który wie, jak zmienić swoje zdanie” (Cajal, 1924). Studenci nie mają wymówki.

Wyzwaniem neuronauki jest zidentyfikowanie procesów mózgowych niezbędnych dla inteligencji oraz odkrycie, w jaki sposób się one rozwijają. Dlaczego to ważne? Ostatecznym celem wszystkich badań nad inteligencją jest jej zwiększenie. Jednym z celów edukacji jest znalezienie sposobów na spożytkowanie potencjału intelektualnego danej osoby w jak największym stopniu. Jak wynika z badań, nie jest jeszcze jasne, w jaki sposób neuronauka może pomóc nauczycielom lub rodzicom w osiągnięciu tego celu. Znalezienie sposobów na zwiększenie inteligencji poprzez manipulowanie mechanizmami mózgu to zupełnie inna sprawa, w której neuronauka ma znaczny potencjał. Jasne, większość ludzi zgodziłaby się z tym, że zwiększanie inteligencji jest pozytywnym celem na drodze do pomagania ludziom znajdującym się poniżej normy intelektualnej, którzy często nie są w stanie nauczyć się prostych umiejętności zawodowych lub dbania o siebie. Jakie więc argumenty wysuwa się przeciwko zwiększaniu inteligencji, dzięki któremu uczniowie mogliby uczyć się więcej, a dorośli mogliby cieszyć się zwiększonym prawdopodobieństwem większych osiągnięć? Jeśli teraz reagujesz negatywnie na tak śmiało stwierdzenie, to mam nadzieję, że pod koniec tej książki ponownie się nad nim zastanowisz.

Trzy zasady regulują treść tej książki: (1) żadna historia o mózgu nie jest prosta, (2) żadne badanie nie jest ostateczne, (3) potrzeba wielu lat, aby uporządkować sprzeczne i niespójne doniesienia oraz ustalić przekonujący ciężar dowodów. Mając to na uwadze, w rozdziale 1 miałem na celu skorygować popularne błędne poglądy oraz podsumować to, w jaki sposób inteligencja jest definiowana i mierzona w badaniach naukowych. Niektóre dane dotyczące trafności będą dla Ciebie zaskakujące. Dla przykładu wyniki IQ w dzieciństwie przewidują śmiertelność dorosłych. Rozdział 2 zawiera przegląd przytłaczających dowodów na występowanie znaczących wpływów genetycznych na inteligencję i jej rozwój. Przekonujące badania

z zakresu genetyki ilościowej i molekularnej nie pozostawiają co do tego wątpliwości. Ponieważ geny zawsze działają poprzez mechanizmy biologiczne, musi istnieć neurobiologiczna podstawa inteligencji, nawet jeśli istnieją czynniki środowiskowe wpływające na te mechanizmy. Geny nie działają w próżni. Ich ekspresja i funkcjonowanie ma miejsce w kontekście środowiska. Badaniem tych interakcji zajmuje się epigenetyka i dlatego też omówimy jej rolę w badaniach nad inteligencją.

Rozdziały 3 i 4 zagłębiają się w tematykę neuroobrazowania oraz tego, w jaki sposób te rewolucyjne technologie wizualizują inteligencję w mózgu i identyfikują mechanizmy neurobiologiczne, które są w nią zaangażowane. Na przykład nowe badania inteligencji przeprowadzane z udziałem bliźniąt łączą neuroobrazowanie i analizy DNA. Kluczowe odkrycia wskazują na istnienie wspólnych genów w przypadku struktury mózgu i inteligencji. Rozdział 5 koncentruje się na zwiększaniu inteligencji. Rozpoczyna się od krytyki trzech szeroko nagłośnionych, ale błędnych twierdzeń dotyczących zwiększenia IQ, a kończy tematem elektrycznej stymulacji mózgu. Jak dotąd nie ma potwierzonego sposobu na zwiększenie inteligencji, ale wyjaśniam, dlaczego istnieje duże prawdopodobieństwo, że manipulowanie niektórymi genami i ich procesami biologicznymi może przynieść spektakularny wzrost zdolności poznawczych. Wyobraźmy sobie ogólnokrajowy wysiłek badawczy tak ambitny i intensywny, jak w przypadku misji kosmicznych, aby osiągnąć ten cel. Zgadnijcie, który naród podejmuje takie zobowiązanie (i nie są to Stany Zjednoczone).

Rozdział 6 przedstawia kilka zdumiewających neuronaukowych metod badania synaps, neuronów, obwodów i sieci neuronalnych, które przenoszą badania nad inteligencją jeszcze bardziej w głąb mózgu. Wkrótce będziemy mogli mierzyć inteligencję, bazując na „szybkości” mózgu, oraz budować inteligentne maszyny na podstawie tego, jak mózg faktycznie działa. W ramach szeroko zakrojonej współpracy badawczej, na całym świecie poszukuje się obecnie genów inteligencji, tworzy wirtualne mózgi i mapuje mózgowie „odciski palców” unikatowe dla poszczególnych osób – „odciski palców”, które przewidują inteligencję. Bada się między innymi nakładające się na siebie neuronalne obwody inteligencji, świadomości i kreatywności. Na zakończenie wprowadzam terminy „neuroubóstwo” i „neuro-SES” (ang. *socioeconomic status*, SES – status socjoekonomiczny) oraz wyjaśniam, dlaczego postępy neuronauki w badaniach nad inteligencją mogą być istotne w kontekście przyszłych zmian w systemie edukacji.

Osobiście uważam, że wkraczamy w złotą erę badań nad inteligencją, która dalece wykracza poza niemal wymarłe już spory dotyczące tego, czy inteligencję można zdefiniować lub zmierzyć oraz czy geny są w nią zaangażowane. Dążyłem do tego, by mój osobisty entuzjazm dla tej dziedziny badań przenikał każdy rozdział tej książki. Jeśli jesteś nauczycielem, decydem politycznym, rodzicem lub uczniem, to musisz wiedzieć, co neuronauka XXI wieku mówi o inteligencji. Jeśli kogoś z Was pociąga kariera w psychologii lub neuronauce oraz podejmowanie wyzwań związanych z badaniami nad inteligencją, to jest to dodatkowa zaleta.

# Przedmowa do drugiego wydania

Wiele się wydarzyło od czasu, gdy w 2015 roku złożyłem ostateczną wersję pierwszego wydania tej książki, ale niewiele się zmieniło. Pisząc drugie wydanie w 2022 roku, odkryłem, że dowody naukowe w kwestiach kluczowych dla inteligencji są teraz jeszcze silniejsze. W niemalym stopniu jest to zasługa nowego pokolenia badaczy, którzy mają dostęp do bardziej zaawansowanych technologii i metod analizy danych oraz do niewiarygodnie dużych baz danych zawierających wyniki testów DNA, neuroobrazowania i testów poznawczych. Badania nad inteligencją podlegają temu samemu nieuniknionemu postępowi, co wszystkie inne dziedziny nauki i są znacząco napędzane przez obserwacje i spostrzeżenia wynikające z postępu metodologicznego i technologicznego. Z satysfakcją mogę poinformować, że ostatnie 7 lat zaostrzyło nasze neuronaukowe dociekanie odpowiedzi, ale też formułowanie pytań, na które wciąż nie ma odpowiedzi.

To wydanie zawiera nowe podrozdziały dotyczące przewidywania inteligencji na podstawie DNA z użyciem wskaźników poligenowych. Fakt, że takie przewidywanie jest możliwe, jeszcze bardziej podważa uporczywie utrzymujące się poglądy, że inteligencja ma niewiele wspólnego z genami lub że nie można jej ocenić w badaniach naukowych. Co jednak ważniejsze, odkrycia te stymulują wysiłki zmierzające do zrozumienia, w jaki sposób ekspresja genów wpływa na inteligencję. Otwierają one drzwi dla badań z zakresu biologii molekularnej, które mogą zidentyfikować najistotniejsze mechanizmy leżące u podstaw procesów poznawczych niezbędnych dla inteligencji. Wierzę, że tego rodzaju badania mogą pewnego dnia doprowadzić do powstania metod radykalnego zwiększania inteligencji u ludzi. Nadal uważam, że jest to ostateczny i szlachetny cel badań nad inteligencją.

Pojawiły się również nowe podrozdziały dotyczące neuroobrazowania i analiz połączeń mózgowych, które identyfikują określone sieci i obwody mózgowie istotne dla inteligencji oraz różnic indywidualnych. Badania takie mają potencjał do zidentyfikowania sposobów na manipulowanie przepływem informacji w danym obszarze lub pomiędzy różnymi obszarami mózgu, aby zwiększyć inteligencję. W związku z tymi postęпами wielu neuronaukowców poznawczych, którzy wcześniej koncentrowali się na uczeniu się i pamięci, poszerzyło swoje

zainteresowania o badanie inteligencji i różnic indywidualnych. Nie chodzi już tylko o psychometrię, ale do wartościowej współpracy badawczej wciąż wymagane jest psychometryczne wyrafinowanie.

Rozdziały w tym wydaniu zostały zaktualizowane o nowe wyniki badań i źródła. Było ich wiele i nie mogłem uwzględnić wszystkich. Ich wyniki są w większości spójne z tym, co omawiałem w pierwszym wydaniu. Może to być wynikiem mojej nieświadomionej wybiórczości lub odzwierciedleniem solidności danych opisujących zjawiska fundamentalne dla inteligencji. Czas pokaże, która z opcji była prawdziwa, i jeżeli zmieni się ciężar dowodów, będę pierwszym, który zmieni zdanie. Ale w nauce jest tak, że nowe dane sprawiają zazwyczaj, że wyjaśnienie staje się bardziej, a nie mniej złożone. Widzimy to na przykładzie oszałamiających zdjęć z teleskopu Jamesa Webba oraz ich wpływu na teorie kosmologiczne. W zdjęciach tych jest poezja i odrobina magii. W miarę jak neuronauka coraz bardziej zagłębia się w coraz mniejsze struktury mózgu i coraz szybsze funkcje, wyłaniająca się z nich złożoność okazuje się zarówno piękna, jak i koszmarnie wymagająca. Dynamika ta sprawia, że badania nad inteligencją są prawdziwie ekscytujące, co mam nadzieję przekazać na każdej stronie tej książki. To, czy dostrzeżesz w tym poezję i magię, zależy już tylko od Ciebie.

# Podziękowania (wydanie pierwsze)

Ponieważ pracowałem i wykładałem na uczelniach medycznych, nigdy nie miałem studentów psychologii pracujących ze mną nad badaniami, więc nie mam nikogo, komu mógłbym podziękować. Przez te wszystkie lata współpracowałem jednak ze wspańnymi ludźmi, którzy sprawili, że wszystko się zmieniło. Współautorami większości moich neuroobrazowych badań inteligencji są przyjaciele Rex Jung, Roberto Colom, Kevin Head, Sherif Karama i Michael Alkire. Wielu innych, zbyt wielu, by ich wymienić, wkładało swój czas i wysiłek oraz podsuwało nowe pomysły w ciągu ostatnich 40 lat. Jestem im wszystkim wdzięczny. Jestem szczególnie wdzięczny Matthew Bennettowi z Cambridge University Press za zaproszenie mnie do współtworzenia ich serii o neuronauce. Jest to pierwszy raz, kiedy inteligencja została uwzględniona. Wersje robocze tej książki zostały przeczytane w całości lub w części przez Rosalind Arden, Roberto Coloma, Douga Dettermana, George'a Goodfellowa, Earla Hunta, Rexa Junga, Sherifa Karamę, Marty'ego Nemkę, Aljoschę Neubauera, Yulię Kovas i Larsa Penkego. Ich poprawki i spostrzeżenia były nieocenione; wszelkie pozostałe błędy są moje. Chociaż zawarłem znaczną liczbę cytatów do odpowiednich prac, nie mogłem uwzględnić wszystkiego, co chciałem. W rzeczywistości dziedzina ta rozwija się tak szybko, że dodawałem nowo opublikowane prace aż do ostatnich dni przed upływem terminu. Przepraszam każdego, kto uważa, że jego praca została pominięta. Niektóre tematy, wyjaśnienia i ilustracje z tej książki zostały zawarte w serii wykładów wideo mojego autorstwa, *The Intelligent Brain* (prawa autorskie: The Teaching Company. LLC. (2013). [www.thegreatcourses.com](http://www.thegreatcourses.com)). A co najważniejsze, moja żona chroniła mój czas pracy przed wszelkimi niepożądanymi ingerencjami, dzięki czemu ta książka w ogóle powstała.



## **Podziękowania (wydanie drugie)**

Wiele osób zrecenzowało fragmenty tego wydania i wszystkim im dziękuję. Wszelkie błędy są oczywiście wyłącznie z mojej winy. Dziękuję również Davidowi Repetto i Rowanowi Groatowi z Cambridge University Press za doprowadzenie do wydania tej książki. Dziękuję również wszystkim czytelnikom pierwszego wydania, którzy publicznie lub prywatnie komentowali zarówno formę, jak i jej treść. Sprawili oni, że z zapałem pracowałem nad drugim wydaniem. Okazało się to trudniejszym zadaniem, niż sobie wyobrażałem, ponieważ pojawiło się tak wiele nowych i interesujących artykułów do rozważenia. Jestem wdzięczny, że miałem czas i środki, by skupić się na pisaniu. Szczególnie przy bezwarunkowym wsparciu mojej żony, dzięki której wszystko jest możliwe.



## Co wiemy o inteligencji na podstawie wielu badań

Atak na testy jest, w bardzo znacznym i bardzo przerażającym stopniu, atakiem na samą prawdę wyprowadzonym przez tych, którzy radzą sobie z nieprzyjemnymi i niepochlebnymi prawdami, zaprzeczając im i próbując zniszczyć dowody na ich istnienie.

**Barbara Lerner (1980)**

Inteligencja z pewnością nie jest jedyną ważną umiejętnością, ale bez odpowiedniego udziału inteligencji inne zdolności i talenty zwykle nie mogą być w pełni rozwinięte i efektywnie wykorzystywane [...]. [Inteligencja] została określona jako „zdolność integracyjna” umysłu.

**Arthur Jensen (1981)**

Zaletą nauki jest to, że jest prawdziwa niezależnie od tego, czy w nią wierzysz, czy nie.

**Neil deGrasse Tyson, HBO's Real Time with Bill Maher, 4 lutego 2011**

Uniwersytet California nie będzie już brał pod uwagę wyników Testu SAT<sup>1</sup> i ACT<sup>2</sup>.

**Los Angeles Times, 15 maja 2021**

---

**1** Test SAT (ang. *Scholastic Assessment Test*) – standaryzowany test wiedzy i umiejętności dla uczniów szkół średnich w USA. Składa się z dwóch części – czytanie i pisanie oraz matematyka. Jest nieobowiązkowy, ale zdanie Testu SAT jest często wymagane przez amerykańskie uczelnie w kontekście rekrutacji na studia [przyp. tłum.].

**2** Test ACT (ang. *American College Testing*) – kolejny standaryzowany test dla uczniów szkół średnich. Składa się z czterech modułów – język angielski, matematyka, czytanie ze zrozumieniem oraz przedmioty ścisłe. Podobnie jak w przypadku Testu SAT jest nieobowiązkowy, ale może być wymagany do przyjęcia na wybrane uczelnie wyższe w USA [przyp. tłum.].

## Czego dowiesz się w tym rozdziale

- Jak inteligencja definiowana jest w większości badań naukowych?
- W jaki sposób struktura zdolności umysłowych odnosi się do koncepcji ogólnego czynnika inteligencji?
- Dlaczego wyniki testów inteligencji szacują, ale nie mierzą inteligencji?
- Jakie są cztery rodzaje dowodów na to, że wyniki testów inteligencji mają wartość prognostyczną?
- Dlaczego utrzymują się mity na temat inteligencji?

## Wprowadzenie

Kiedy komputer pokonuje ludzkiego mistrza w grach strategicznych, takich jak szachy lub Go, albo w grze językowej, takiej jak Scrabble – czy komputer jest mądrzejszy od człowieka? Dlaczego niektórzy ludzie potrafią zapamiętać wyjątkowo długie ciągi losowych liczb lub określić dzień tygodnia dla dowolnej daty w przeszłości, teraźniejszości lub przyszłości? Czym jest geniusz artystyczny i czy jest on powiązany z inteligencją? To tylko niektóre wyzwania związane z definiowaniem inteligencji na potrzeby badań naukowych. Oczywiście jest, że bez względu na to, jak ją zdefiniujemy, inteligencja musi mieć coś wspólnego z mózgiem i dlatego ta książka jest na temat badań neuronaukowych.

Wśród wielu mitów na temat inteligencji być może najbardziej szkodliwy jest mit mówiący o tym, że inteligencja jest pojęciem zbyt amorficznym i niedostatecznie zdefiniowanym jak na standardy badań naukowych. W rzeczywistości jednak definicje i miary stosowane w badaniach są wystarczająco rozwinięte do badań empirycznych i są takie od ponad 100 lat. Ta długa tradycja badawcza wykorzystywała różne rodzaje testów zdolności umysłowych oraz wyrafinowane metody statystyczne łącznie znane pod nazwą psychometrii. Nowa nauka o inteligencji jest zbudowana na bazie tych danych i łączy je z nowymi technologiami ostatnich dwóch dekad, zwłaszcza z metodami genetycznymi i neuroobrazowaniem. Postępy te, na których skupia się niniejsza książka, pomagają rozwinąć podejście bardziej zorientowane na neuronaukę w badaniach nad inteligencją. Trajektoria tych badań jest podobna do tej, która w innych dziedzinach nauki doprowadziła, zaczynając od lepszych narzędzi pomiarowych, do

bardziej wyrafinowanych definicji i rozumienia na przykład „atomu” i „genu”. Zanim zajmiemy się mózgiem w kolejnych rozdziałach, w tym rozdziale dokonamy przeglądu obecnego stanu podstawowych zagadnień badawczych dotyczących definicji inteligencji jako ogólnej zdolności umysłowej, pomiaru inteligencji w odniesieniu do innych ludzi oraz trafności wyników testów inteligencji w kontekście przewidywania zmiennych w świecie rzeczywistym.

## 1.1. Czym jest inteligencja? Czy rozpoznasz ją, kiedy ją zobaczysz?

Może się to wydawać dziwne, ale zacznijmy naszą dyskusję na temat inteligencji od wartości liczby pi, czyli obwodu koła podzielonego przez jego średnicę. Jak wiadomo, wartość pi jest zawsze taka sama: 3,14... ciągnące się w nieskończonym, niepowtarzającym się ciągu liczb po przecinku. Dla celów naszego wywodu wystarczy, że jest to po prostu bardzo długi ciąg liczb w pozornie losowej kolejności, który jest zawsze taki sam. Był on wykorzystywany jako prosty test pamięci. Niektórzy ludzie potrafią zapamiętać dłuższy ciąg liczb pi niż inni. A kilka osób jest w stanie zapamiętać bardzo długi ciąg.

Daniel Tammet, młody Brytyjczyk, studiował komputerowy wydruk sekwencji pi przez miesiąc. Następnie, w ramach demonstracji zorganizowanej przez BBC, Daniel publicznie powtórzył sekwencję z pamięci, podczas gdy kontrolerzy z wydrukiem podążali za nim. Daniel zatrzymał się ponad pięć godzin później, powtarzając poprawnie 22 514 cyfr ciągu. Zatrzymał się, ponieważ był zmęczony i bał się popełnić błąd (Tammet, 2007). Oprócz zdolności do zapamiętywania długich ciągów liczb Daniel ma również łatwość w uczeniu się trudnych języków. BBC zorganizowało pokaz jego zdolności językowych, przenosząc go do Islandii, aby uczył się tam lokalnego języka z korepetytorem. Dwa tygodnie później rozmawiał w islandzkiej telewizji w ich języku ojczystym. Czy zdolności te wskazują, że Daniel jest geniuszem lub przynajmniej jest bardziej inteligentny niż ludzie, którzy nie mają takich zdolności umysłowych? U Daniela zdiagnozowano zaburzenia ze spektrum autyzmu<sup>3</sup> i możliwe, że jego mózg cechuje synestezja.

---

**3** Autor stosuje określenie *autism* (autyzm), które formalnie nie występuje już w klasyfikacjach diagnostycznych, choć ciągle jest powszechnie używane. Obecnie zaleca się, aby wykorzystywać formę „zaburzenia ze spektrum autyzmu” (ang. *autism spectrum disorder*, ASD), co ma podkreślić niejednorodność tego zaburzenia neurorozwojowego, które może objawiać się z różnym nasileniem oraz wpływać na różną liczbę funkcji psychicznych u dwóch różnych osób [przyj. tłum.].

- Abdellaoui, A., Dolan, C. V., Verweij, K. J. H., Nivard, M. G. (2022). Gene–environment correlations across geographic regions affect genome-wide association studies. *Nature Genetics*. <https://doi.org/10.1038/s41588-022-01158-0>
- Ackerman, P. L., Beier, M. E., Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: The same or different constructs? *Psychological Bulletin*, 131(1), 30–60. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.1.30>
- Adamczyk, A. K., Zawadzki, P. (2020). The memory-modifying potential of optogenetics and the need for neuroethics. *NanoEthics*, 14(3), 207–225. <https://doi.org/10.1007/s11569-020-00377-1>
- Alavash, M., Lim, S. J., Thiel, C., Sehm, B., Deserno, L., Obleser, J. (2018). Dopaminergic modulation of hemodynamic signal variability and the functional connectome during cognitive performance. *Neuroimage*, 172, 341–356. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.01.048>
- Alkire, M. T., Haier, R. J. (2001). Correlating in vivo anaesthetic effects with ex vivo receptor density data supports a GABAergic mechanism of action for propofol, but not for isoflurane. *British Journal of Anaesthesia*, 86(5), 618–626. <https://doi.org/10.1093/bja/86.5.618>
- Alkire, M. T., Haier, R. J., Fallon, J. H. (2000). Toward a unified theory of narcosis: Brain imaging evidence for a thalamocortical switch as the neurophysiologic basis of anesthetic-induced unconsciousness. *Consciousness and Cognition*, 9(3), 370–386.
- Alkire, M. T., Haier, R. J., Barker, S. J., Shah, N. K., Wu, J. C., Kao, Y. J. (1995). Cerebral metabolism during propofol anesthesia in humans studied with positron emission tomography. *Anesthesiology*, 82(2), 393–403; discussion 327A. <https://doi.org/10.1097/0000542-199502000-00010>
- Alkire, M. T., Pomfrett, C. J. D., Haier, R. J., Gianzero, M. V., Chan, C. M., Jacobsen, B. P., Fallon, J. H. (1999). Functional brain imaging during anesthesia in humans – Effects of halothane on global and regional cerebral glucose metabolism. *Anesthesiology*, 90(3), 701–709.
- Allegrini, A. G., Selzam, S., Rimfeld, K., von Stumm, S., Pingault, J. B., Plomin, R. (2019). Genomic prediction of cognitive traits in childhood and adolescence. *Molecular Psychiatry*, 24(6), 819–827. <https://doi.org/10.1038/s41380-019-0394-4>

- Anderson, D. J. (2012). Optogenetics, sex, and violence in the brain: Implications for psychiatry. *Biological Psychiatry*, *71*(12), 1081–1089. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2011.11.012>
- Anderson, J. W., Johnstone, B. M., Remley, D. T. (1999). Breast-feeding and cognitive development: A meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *70*(4), 525–535. <https://doi.org/10.1093/ajcn/70.4.525>
- Anderson, K. M., Holmes, A. J. (2021). Predicting individual differences in cognitive ability from brain imaging and genetics. W: A. K. Barbey, S. Karama, R. J. Haier (red.), *Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience* (s. 327–348). New York: Cambridge University Press.
- Andreasen, N. C., Flaum, M., Swayze, V., Oleary, D. S., Alliger, R., Cohen, G., ... Yuh, W. T. C. (1993). Intelligence and brain structure in normal individuals. *American Journal of Psychiatry*, *150*(1), 130–134.
- Antal, A., Luber, B., Brem, A. K., Bikson, M., Brunoni, A. R., Cohen Kadosh, R., ... Paulus, W. (2022). Non-invasive brain stimulation and neuroenhancement. *Clinical Neurophysiological Practise*, *7*, 146–165. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2022.05.002>
- Arden, R. (2003). An arthurian romance. W: H. Nyborg (red.), *The Scientific Study of General Intelligence* (s. 533–553). Amsterdam: Pergamon.
- Arden, R., Chavez, R. S., Grazioplene, R., Jung, R. E. (2010). Neuroimaging creativity: A psychometric view. *Behavioral Brain Research*, *214*(2), 143–156. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2010.05.015>
- Arden, R., Luciano, M., Deary, I. J., Reynolds, C. A., Pedersen, N. L., Plassman, B. L., ... Visscher, P. M. (2015). The association between intelligence and lifespan is mostly genetic. *International Journal of Epidemiology*. <https://doi.org/10.1093/ije/dyv112>
- Ardlie, K. G., DeLuca, D. S., Segre, A. V., Sullivan, T. J., Young, T. R., Gelfand, E. T., ... Consortium, G. (2015). The Genotype-Tissue Expression (GT x) pilot analysis: Multitissue gene regulation in humans. *Science*, *348*(6235), 648–660. <https://doi.org/10.1126/science.1262110>
- Arevalo, A., Abusamra, V., Lepski, G. (2022). Editorial: How to improve neuroscience education for the public and for a multi-professional audience in different parts of the globe. *Frontiers in Human Neuroscience*, *16*, 973893.
- Aristizabal, M. J., Anreiter, I., Halldorsdottir, T., Odgers, C. L., McDade, T. W., Goldenberg, A., ... O'Donnell, K. J. (2020). Biological embedding of experience: A primer on epigenetics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *117*(38), 23261–23269. <https://doi.org/10.1073/pnas.1820838116>

- Asbury, K., Fields, D. (2021). Implications of biological research on intelligence for education and public policy. W: A. Barbey, S. Karama, R. J. Haier (red.), *The Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience* (s. 399–415). New York: Cambridge University Press.
- Asbury, K., Plomin, R. (2014). *G Is for Genes: The Impact of Genetics on Education and Achievement*. Chichester, West Sussex: Wiley-Blackwell.
- Asbury, K., Wai, J. (2020). Viewing education policy through a genetic lens. *Journal of School Choice*, 14(2), 301–315. <https://doi.org/10.1080/15582159.2019.1705008>
- Asbury, K., Wachs, T. D., Plomin, R. (2005). Environmental moderators of genetic influence on verbal and nonverbal abilities in early childhood. *Intelligence*, 33(6), 643–661.
- Ashburner, J., Friston, K. (1997). Multimodal image coregistration and partitioning – A unified framework. *Neuroimage*, 6(3), 209–217.
- Ashburner, J., Friston, K. J. (2000). Voxel-based morphometry – The methods. *Neuroimage*, 11(6 Pt 1), 805–821.
- Aston-Jones, G., Deisseroth, K. (2013). Recent advances in optogenetics and pharmacogenetics. *Brain Research*, 1511, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2013.01.026>
- Atherton, M., Zhuang, J. C., Bart, W. M., Hu, X. P., He, S. (2000). A functional magnetic resonance imaging study of chess expertise. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 105–105.
- Au, J., Buschkuehl, M., Duncan, G. J., Jaeggi, S. M. (2016). There is no convincing evidence that working memory training is NOT effective: A reply to Melby-Lervag and Hulme (2015). *Psychonomic Bulletin and Review*, 23(1), 331–337. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0967-4>
- Au, J., Gibson, B. C., Bunarjo, K., Buschkuehl, M., Jaeggi, S. M. (2020). Quantifying the difference between active and passive control groups in cognitive interventions using two meta-analytical approaches. *Journal of Cognitive Enhancement*, 4(2), 192–210. <https://doi.org/10.1007/s41465-020-00164-6>
- Au, J., Sheehan, E., Tsai, N., Duncan, G. J., Buschkuehl, M., Jaeggi, S. M. (2015). Improving fluid intelligence with training on working memory: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin and Review*, 22(2), 366–377. <https://doi.org/10.3758/s13423-014-0699-x>
- Bagot, K. S., Kaminer, Y. (2014). Efficacy of stimulants for cognitive enhancement in non-attention deficit hyperactivity disorder youth: A systematic review. *Addiction*, 109(4), 547–557. <https://doi.org/10.1111/add.12460>

- Bailey, M. J., Sun, S., Timpe, B. (2021). Prep School for Poor Kids: The long-run impacts of head start on human capital and economic self-sufficiency. *American Economic Review*, 111(12), 3963–4001. <https://doi.org/10.1257/aer.20181801>
- Barbey, A. (2018). Network neuroscience theory of human intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(1), 8–20.
- Barbey, A. (2021). Human intelligence and network neuroscience. W: A. Barbey, S. Karama, R. J. Haier (red.), *Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience* (s. 102–122). New York: Cambridge University Press.
- Barbey, A., Karama, S., Haier, R. J. (red.) (2021). *Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience*. New York: Cambridge University Press.
- Barbey, A. K., Colom, R., Paul, E. J., Grafman, J. (2014). Architecture of fluid intelligence and working memory revealed by lesion mapping. *Brain Structure and Function*, 219(2), 485–494.
- Barbey, A. K., Colom, R., Solomon, J., Krueger, F., Forbes, C., Grafman, J. (2012). An integrative architecture for general intelligence and executive function revealed by lesion mapping. *Brain*, 135(Pt 4), 1154–1164. <https://doi.org/10.1093/brain/aws021>
- Barbey, A. K., Colom, R., Paul, E., Forbes, C., Krueger, F., Goldman, D., Grafman, J. (2014). Preservation of general intelligence following traumatic brain injury: Contributions of the Met66 brain-derived neurotrophic factor. *Plos One*, 9(2).
- Barnett, W. S., Hustedt, J. T. (2005). Head start's lasting benefits. *Infants and Young Children*, 18(1), 16–24.
- Bashwiner, D. M. (2018). The neuroscience of musical creativity. W: R. E. Jung, O. Vartanian (red.), *The Cambridge Handbook of the Neuroscience of Creativity* (s. 495–516). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bashwiner, D. M., Wertz, C. J., Flores, R. A., Jung, R. E. (2016). Musical creativity „revealed” in brain structure: Interplay between motor, default mode, and limbic networks. *Scientific Reports*, 6, 20482. <https://doi.org/10.1038/srep20482>
- Bassett, D. S., Yang, M., Wymbs, N. F., Grafton, S. T. (2015). Learning-induced autonomy of sensorimotor systems. *Natural Neuroscience*, 18(5), 744–751. <https://doi.org/10.1038/nn.3993>
- Basso, A., De Renzi, E., Faglioni, P., Scotti, G., Spinnler, H. (1973). Neuropsychological evidence for the existence of cerebral areas critical to the performance of intelligence tasks. *Brain*, 96(4), 715–728.

- Basten, U., Fiebach, C. J. (2021). Functional brain imaging of intelligence. W: A. Barbey, S. Karama, R. J. Haier (red.), *The Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience* (s. 235–260). New York: Cambridge University Press.
- Basten, U., Hilger, K., Fiebach, C. J. (2015). Where smart brains are different: A quantitative meta-analysis of functional and structural brain imaging studies on intelligence. *Intelligence*, 51(0), 10–27. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2015.04.009>
- Basten, U., Stelzel, C., Fiebach, C. J. (2013). Intelligence is differentially related to neural effort in the task-positive and the task-negative brain network. *Intelligence*, 41(5), 517–528.
- Bates, T. C., Gignac, G. E. (2022). Effort impacts IQ test scores in a minor way: A multi-study investigation with healthy adult volunteers. *Intelligence*, 92, 101652. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2022.101652>
- Bates, T. C., Lewis, G. J., Weiss, A. (2013). Childhood socioeconomic status amplifies genetic effects on adult intelligence. *Psychological Science*, 24(10), 2111–2116.
- Batty, G. D., Deary, I. J., Gottfredson, L. S. (2007). Premorbid (early life) IQ and later mortality risk: Systematic review. *Annals of Epidemiology*, 17(4), 278–288.
- Beaty, R. E. (2015). The neuroscience of musical improvisation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 51, 108–117. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.01.004>
- Beaujean, A. A., Firmin, M. W., Knoop, A. J., Michonski, J. D., Berry, T. P., Lowrie, R. E. (2006). Validation of the Frey and Detterman (2004) IQ prediction equations using the Reynolds Intellectual Assessment Scales. *Personality and Individual Differences*, 41(2), 353–357. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2006.01.014>
- Bejjanki, V. R., Zhang, R., Li, R., Pouget, A., Green, C. S., Lu, Z. L., Bavelier, D. (2014). Action video game play facilitates the development of better perceptual templates. *Proceedings of the National Academy Science USA*, 111(47), 16961–16966. <https://doi.org/10.1073/pnas.1417056111>
- Bengtsson, S. L., Csikszentmihalyi, M., Ullen, F. (2007). Cortical regions involved in the generation of musical structures during improvisation in pianists. *Journal of Cognition Neuroscience*, 19(5), 830–842. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.5.830>
- Benyamin, B., Pourcain, B., Davis, O. S., Davies, G., Hansell, N. K., Brion, M. J., ... Visscher, P. M. (2014). Childhood intelligence is heritable, highly polygenic and associated with FBNPIL. *Molecular Psychiatry*, 19(2), 253–258. <https://doi.org/10.1038/mp.2012.184>
- Berkowitz, A. L., Ansari, D. (2010). Expertise-related deactivation of the right temporoparietal junction during musical improvisation. *Neuroimage*, 49(1), 712–719. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.08.042>

- Bernstein, B. O., Lubinski, D., Benbow, C. P. (2019). Psychological constellations assessed at age 13 predict distinct forms of eminence 35 years later. *Psychological Science*, 30(3), 444–454. <https://doi.org/10.1177/0956797618822524>
- Bhaduri, A., Sandoval-Espinosa, C., Otero-Garcia, M., Oh, I., Yin, R., Eze, U. C., ... Kriegstein, A. R. (2021). An atlas of cortical arealization identifies dynamic molecular signatures. *Nature*, 598(7879), 200–204. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03910-8>
- Biazoli, C. E., Jr., Salum, G. A., Pan, P. M., Zugman, A., Amaro, E., Jr., Rohde, L. A., ... Sato, J. R. (2017). Commentary: Functional connectome fingerprint: Identifying individuals using patterns of brain connectivity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 47.
- Bishop, S. J., Fossella, J., Croucher, C. J., Duncan, J. (2008). COMT val158met genotype affects recruitment of neural mechanisms supporting fluid intelligence. *Cerebral Cortex*, 18(9), 2132–2140. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhm240>
- Bogg, T., Lasecki, L. (2015). Reliable gains? Evidence for substantially underpowered designs in studies of working memory training transfer to fluid intelligence. *Frontiers in Psychology*, 5.
- Bohlken, M. M., Brouwer, R. M., Mandl, R. C., van Haren, N. E., Brans, R. G., van Baal, G. C., ... Hulshoff Pol, H. E. (2014). Genes contributing to subcortical volumes and intellectual ability implicate the thalamus. *Human Brain Mapping*, 35(6), 2632–2642. <https://doi.org/10.1002/hbm.22356>
- Boivin, M. J., Giordani, B., Berent, S., Amato, D. A., Lehtinen, S., Koeppe, R. A., ... Kuhl, D. E. (1992). Verbal fluency and positron emission tomographic mapping of regional cerebral glucose-metabolism. *Cortex*, 28(2), 231–239.
- Bouchard, T. J. (2009). Genetic influence on human intelligence (Spearman's g): How much? *Annals of Human Biology*, 36(5), 527–544.
- Bouchard, T. J., Jr. (1998). Genetic and environmental influences on adult intelligence and special mental abilities. *Human Biology*, 70(2), 257–279.
- Bouchard, T. J., Jr., McGue, M. (1981). Familial studies of intelligence: A review. *Science*, 212(4498), 1055–1059. <https://doi.org/10.1126/science.7195071>
- Bowren, M., Adolphs, R., Bruss, J., Manzel, K., Corbetta, M., Tranel, D., Boes, A. D. (2020). Multivariate lesion-behavior mapping of general cognitive ability and its psychometric constituents. *Journal of Neuroscience*, 40(46), 8924. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1415-20.2020>

- Brans, R. G. H., Kahn, R. S., Schnack, H. G., van Baal, G. C. M., Posthuma, D., van Haren, N. E. M., ... Pol, H. E. H. (2010). Brain plasticity and intellectual ability are influenced by shared genes. *Journal of Neuroscience*, *30*(16), 5519–5524.
- Brem, A. K., Almquist, J. N., Mansfield, K., Plessow, F., Sella, F., Santarnecchi, E., ... Honeywell SHARP Team authors. (2018). Modulating fluid intelligence performance through combined cognitive training and brain stimulation. *Neuropsychologia*, *118*(Pt A), 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.04.008>
- Brodmann, K. (1909). *Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellenbaues*. Leipzig: Barth.
- Brody, N. (2003). Construct validation of the Sternberg Triarchic Abilities Test Comment and reanalysis. *Intelligence*, *31*(4), 319–329. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(01\)00087-3](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(01)00087-3)
- Bruzzone, S. E. P., Lumaca, M., Brattico, E., Vuust, P., Kringelbach, M. L., Bonetti, L. (2022). Dissociated brain functional connectivity of fast versus slow frequencies underlying individual differences in fluid intelligence: A DTI and MEG study. *Scientific Reports*, *12*(1), 4746. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08521-5>
- Burgaleta, M., Colom, R. (2008). Short-term storage and mental speed account for the relationship between working memory and fluid intelligence. *Psicothema*, *20*(4), 780–785.
- Burgaleta, M., Johnson, W., Waber, D. P., Colom, R., Karama, S. (2014). Cognitive ability changes and dynamics of cortical thickness development in healthy children and adolescents. *Neuroimage*, *84*, 810–819. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.09.038>
- Burgaleta, M., Macdonald, P. A., Martinez, K., Roman, F. J., Alvarez-Linera, J., Gonzalez, A. R., ... Colom, R. (2013). Subcortical regional morphology correlates with fluid and spatial intelligence. *Human Brain Mapping*. <https://doi.org/10.1002/hbm.22305>
- Burgoyne, A. P., Engle, R. W. (2020). Mitochondrial functioning and its relation to higher-order cognitive processes. *Journal of Intelligence*, *8*(2).
- Burt, C. (1943). Ability and income. *British Journal of Educational Psychology*, *13*, 83–98.
- Burt, C. (1955). The evidence for the concept of intelligence. *British Journal of Educational Psychology*, *25*, 158–177.
- Burt, C. (1966). Genetic determination of differences in intelligence – A study of monozygotic twins reared together and apart. *British Journal of Psychology*, *57*, 137–153.
- Cabeza, R., Nyberg, L. (2000). Imaging cognition II: An empirical review of 275 PET and fMRI studies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *12*(1), 1–47.
- Cajal, R. S. (1924). *Pensamientos Escogidos*. Madrid: Cuadernos Literarios.

- Campbell, F. A., Pungello, E., Miller-Johnson, S., Burchinal, M., Ramey, C. T. (2001). The development of cognitive and academic abilities: Growth curves from an early childhood educational experiment. *Developmental Psychology*, 37(2), 231–242.
- Cardoso-Leite, P., Bavelier, D. (2014). Video game play, attention, and learning: How to shape the development of attention and influence learning? *Current Opinion in Neurology*, 27(2), 185–191. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000077>
- Carl, N. (2018). How stifling debate around race, genes and IQ can do harm. *Evolutionary Psychological Science*, 4(4), 399–407. <https://doi.org/10.1007/s40806-018-0152-x>
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their Structure, Growth, and Action*. Boston: Houghton Mifflin.
- Cattell, R. B. (1987). *Intelligence: Its Structure, Growth, and Action*. North-Holland: Sole distributors for the U.S.A. and Canada, Elsevier Science Pub. Co.
- Ceci, S. J. (1991). How much does schooling influence general intelligence and its cognitive components – A reassessment of the evidence. *Developmental Psychology*, 27(5), 703–722.
- Ceci, S. J., Williams, W. M. (1997). Schooling, intelligence, and income. *American Psychologist*, 52(10), 1051–1058.
- Chabris, C. F. (1999). Prelude or requiem for the 'Mozart effect'? *Nature*, 400(6747), 826–827.
- Chabris, C. F., Hebert, B. M., Benjamin, D. J., Beauchamp, J., Cesarini, D., van der Loos, M., ... Laibson, D. (2012). Most reported genetic associations with general intelligence are probably false positives. *Psychological Science*, 23(11), 1314–1323.
- Champagne, F. A., Curley, J. P. (2009). Epigenetic mechanisms mediating the long-term effects of maternal care on development. *Neuroscience Biobehavioral Review*, 33(4), 593–600. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2007.10.009>
- Cheesman, R., Hunjan, A., Coleman, J. R. I., Ahmadzadeh, Y., Plomin, R., McAdams, T. A., ... Breen, G. (2020). Comparison of adopted and nonadopted individuals reveals gene-environment interplay for education in the UK Biobank. *Psychological Science*, 31(5), 582–591. <https://doi.org/10.1177/0956797620904450>
- Chen, C.-Y., Tian, R., Ge, T., Lam, M., Sanchez-Andrade, G., Singh, T., ... Runz, H. (2022). The impact of rare protein coding genetic variation on adult cognitive function. *medRxiv*, 2022.2006.2024.22276728. <https://doi.org/10.1101/2022.06.24.22276728>

- Chiang, M. C., Barysheva, M., McMahon, K. L., de Zubicaray, G. I., Johnson, K., Montgomery, G. W., ... Thompson, P. M. (2012). Gene network effects on brain microstructure and intellectual performance identified in 472 twins. *Journal of Neuroscience*, *32*(25), 8732–8745. <https://doi.org/10.1523/Jneurosci.5993-11.2012>
- Chiang, M. C., Barysheva, M., Shattuck, D. W., Lee, A. D., Madsen, S. K., Avedissian, C., ... Thompson, P. M. (2009). Genetics of brain fiber architecture and intellectual performance. *Journal of Neuroscience*, *29*(7), 2212–2224. <https://doi.org/10.1523/Jneurosci.4184-08.2009>
- Chiang, M. C., Barysheva, M., Toga, A. W., Medland, S. E., Hansell, N. K., James, M. R., ... Thompson, P. M. (2011a). BDNF gene effects on brain circuitry replicated in 455 twins. *Neuroimage*, *55*(2), 448–454. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.12.053>
- Chiang, M. C., McMahon, K. L., de Zubicaray, G. I., Martin, N. G., Hickie, I., Toga, A. W., ... Thompson, P. M. (2011b). Genetics of white matter development: A DTI study of 705 twins and their siblings aged 12 to 29. *Neuroimage*, *54*(3), 2308–2317. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.015>
- Choi, Y. Y., Shamosh, N. A., Cho, S. H., DeYoung, C. G., Lee, M. J., Lee, J. M., ... Lee, K. H. (2008). Multiple bases of human intelligence revealed by cortical thickness and neural activation. *Journal of Neuroscience*, *28*(41), 10323–10329. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3259-08.2008>
- Chollet, F. (2019). *On the measure of intelligence*. arXiv preprint arXiv:1911.01547.
- Chooi, W. T., Thompson, L. A. (2012). Working memory training does not improve intelligence in healthy young adults. *Intelligence*, *40*(6), 531–542.
- Chugani, H. T., Phelps, M. E., Mazziotta, J. C. (1987). Positron emission tomography study of human brain functional development. *Annals of Neurology*, *22*(4), 487–497.
- Clark, V. P., Coffman, B. A., Mayer, A. R., Weisend, M. P., Lane, T. D., Calhoun, V. D., ... Wassermann, E. M. (2012). TDCS guided using fMRI significantly accelerates learning to identify concealed objects. *Neuroimage*, *59*(1), 117–128. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.11.036>
- Coffman, B. A., Clark, V. P., Parasuraman, R. (2014). Battery powered thought: Enhancement of attention, learning, and memory in healthy adults using transcranial direct current stimulation. *Neuroimage*, *85*(Pt 3), 895–908. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.07.083>
- Cofnas, N. (2020). Research on group differences in intelligence: A defense of free inquiry. *Philosophical Psychology*, *33*(1), 125–147. <https://doi.org/10.1080/09515089.2019.1697803>

- Cohen, J. R., D'Esposito, M. (2021). An integrated, dynamic functional connectome underlies intelligence. W: A. Barbey, S. Karama, R. Haier (red.), *Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience* (s. 261–281). New York: Cambridge University Press.
- Cole, M. W., Yarkoni, T., Repovs, G., Anticevic, A., Braver, T. S. (2012). Global connectivity of prefrontal cortex predicts cognitive control and intelligence. *Journal of Neuroscience*, 32(26), 8988–8999. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0536-12.2012>
- Colom, R., Flores-Mendoza, C. E. (2007). Intelligence predicts scholastic achievement irrespective of SES factors: Evidence from Brazil. *Intelligence*, 35(3), 243–251.
- Colom, R., Jung, R. E., Haier, R. J. (2006a). Distributed brain sites for the g-factor of intelligence. *Neuroimage*, 31(3), 1359–1365.
- Colom, R., Jung, R. E., Haier, R. J. (2006b). Finding the g-factor in brain structure using the method of correlated vectors. *Intelligence*, 34(6), 561.
- Colom, R., Jung, R. E., Haier, R. J. (2007). General intelligence and memory span: Evidence for a common neuroanatomic framework. *Cognitive Neuropsychology*, 24(8), 867–878.
- Colom, R., Karama, S., Jung, R. E., Haier, R. J. (2010). Human intelligence and brain networks. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 12(4), 489–501. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2010.12.4/rcolom>
- Colom, R., Abad, F. J., Quiroga, M. A., Shih, P. C., Flores-Mendoza, C. (2008). Working memory and intelligence are highly related constructs, but why? *Intelligence*, 36(6), 584–606.
- Colom, R., Rebollo, I., Palacios, A., Juan-Espinosa, M., Kyllonen, P. C. (2004). Working memory is (almost) perfectly predicted by g. *Intelligence*, 32(3), 277–296.
- Colom, R., Roman, F. J., Abad, F. J., Shih, P. C., Privado, J., Froufe, M., ... Jaeggi, S. M. (2013). Adaptive n-back training does not improve fluid intelligence at the construct level: Gains on individual tests suggest that training may enhance visuospatial processing. *Intelligence*, 41(5), 712–727.
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., Engle, R. W. (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(12), 547–552. <https://doi.org/10.1016/J.Tics.2003.10.005>
- Covington, H. E., 3rd, Lobo, M. K., Maze, I., Vialou, V., Hyman, J. M., Zaman, S., ... Nestler, E. J. (2010). Antidepressant effect of optogenetic stimulation of the medial prefrontal cortex. *Journal of Neuroscience*, 30(48), 16082–16090. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1731-10.2010>

- Cowan, N. (2014). Working memory underpins cognitive development, learning, and education. *Educational Psychology Review*, 26(2), 197–223. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9246-y>
- Coyle, T. R. (2015). Relations among general intelligence (g), aptitude tests, and GPA: Linear effects dominate. *Intelligence*, 53, 16–22. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2015.08.005>
- Coyle, T. R. (2021). Defining and measuring intelligence: The psychometrics and neuroscience of g. W: A. Barbey, S. Karama, R. J. Haier (red.), *Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience* (s. 3–25). New York: Cambridge University Press.
- Crick, F. (1994). *The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul*. New York, Scribner: Maxwell Macmillan International.
- Curlik, D. M., 2nd, Shors, T. J. (2013). Training your brain: Do mental and physical (MAP) training enhance cognition through the process of neurogenesis in the hippocampus? *Neuropharmacology*, 64, 506–514. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2012.07.027>
- Curlik, D. M., 2nd, Maeng, L. Y., Agarwal, P. R., Shors, T. J. (2013). Physical skill training increases the number of surviving new cells in the adult hippocampus. *Plos One*, 8(2), e55850. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055850>
- Davies, G., Armstrong, N., Bis, J. C., Bressler, J., Chouraki, V., Giddaluru, S., ... Deary, I. J. (2015). Genetic contributions to variation in general cognitive function: A meta-analysis of genome-wide association studies in the CHARGE consortium (N=53949). *Molecular Psychiatry*, 20(2), 183–192. <https://doi.org/10.1038/mp.2014.188>
- Davies, G., Tenesa, A., Payton, A., Yang, J., Harris, S. E., Liewald, D., ... Deary, I. J. (2011). Genome-wide association studies establish that human intelligence is highly heritable and polygenic. *Molecular Psychiatry*, 16(10), 996–1005.
- Davis, J. M., Searles, V. B., Anderson, N., Keeney, J., Raznahan, A., Horwood, L. J., ... Sikela, J. M. (2015). DUF1220 copy number is linearly associated with increased cognitive function as measured by total IQ and mathematical aptitude scores. *Human Genetics*, 134(1), 67–75. <https://doi.org/10.1007/s00439-014-1489-2>
- Dawkins, R. (2016). *The Selfish Gene: 40th Anniversary Edition*. New York: Oxford University Press.
- Deary, I. J. (2000). *Looking Down on Human Intelligence: From Psychometrics to the Brain*. Oxford–New York: Oxford University Press.

- Deary, I. J., Cox, S. R., Hill, W. D. (2022). Genetic variation, brain, and intelligence differences. *Molecular Psychiatry*, 27(1), 335–353. <https://doi.org/10.1038/s41380-021-01027-y>
- Deary, I. J., Penke, L., Johnson, W. (2010). The neuroscience of human intelligence differences. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(3), 201–211. <https://doi.org/10.1038/Nrn2793>
- Deary, I. J., Whiteman, M. C., Starr, J. M., Whalley, L. J., Fox, H. C. (2004). The impact of childhood intelligence on later life: Following up the Scottish Mental Surveys of 1932 and 1947. *Journal of Personality and Social Psychology*, 86(1), 130–147.
- Del Río, D., Cuesta, P., Bajo, R., García-Pacios, J., López-Higes, R., del-Pozo, F., Maestú, F. (2012). Efficiency at rest: Magnetoencephalographic resting-state connectivity and individual differences in verbal working memory. *International Journal of Psychophysiology*, 86(2), 160–167.
- Demetriou, A., Golino, H., Spanoudis, G., Makris, N., Greiff, S. (2021). The future of intelligence: The central meaning-making unit of intelligence in the mind, the brain, and artificial intelligence. *Intelligence*, 87, 101562. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101562>
- Der, G., Batty, G. D., Deary, I. J. (2006). Effect of breast feeding on intelligence in children: Prospective study, sibling pairs analysis, and meta-analysis. *BMJ*, 333(7575), 945. <https://doi.org/10.1136/bmj.38978.699583.55>
- Desrivieres, S., Lourdasamy, A., Tao, C., Toro, R., Jia, T., Loth, E., ... the IMAGEN Consortium (2015). Single nucleotide polymorphism in the neuroplastin locus associates with cortical thickness and intellectual ability in adolescents. *Molecular Psychiatry*, 20(2), 263–274. <https://doi.org/10.1038/mp.2013.197>
- Detterman, D. K. (1998). Kings of men: Introduction to a special issue. *Intelligence*, 26(3), 175–180. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(99\)80001-4](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(99)80001-4)
- Detterman, D. K. (2014). Introduction to the intelligence special issue on the development of expertise: Is ability necessary? *Intelligence*, 45, 1–5.
- Detterman, D. K. (2016). Education and intelligence: Pity the poor teacher because student characteristics are more significant than teachers or schools. *Spanish Journal of Psychology*, 19. <https://doi.org/10.1017/sjp.2016.88>
- Dietrich, A., Kanso, R. (2010). A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. *Psychological Bulletin*, 136(5), 822–848. <https://doi.org/10.1037/a0019749>
- Dietz, P., Soyka, M., Franke, A. G. (2016). Pharmacological neuroenhancement in the field of economics-poll results from an online survey. *Frontiers in Psychology*, 7.

- Dietz, P., Striegel, H., Franke, A. G., Lieb, K., Simon, Ulrich, R. (2013). Randomized response estimates for the 12-month prevalence of cognitive-enhancing drug use in University Students. *Pharmacotherapy*, 33(1), 44–50.
- Donnay, G. F., Rankin, S. K., Lopez-Gonzalez, M., Jiradejvong, P., Limb, C. J. (2014). Neural substrates of interactive musical improvisation: An fMRI study of ‘trading fours’ in jazz. *Plos One*, 9(2), e88665. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088665>
- Douw, L., Nissen, I. A., Fitzsimmons, S. M. D. D., Santos, F. A. N., Hillebrand, A., van Straaten, E. C. W., ... Goriounova, N. A. (2021). Cellular substrates of functional network integration and memory in temporal lobe epilepsy. *Cerebral Cortex*, 32(11), 2424–2436. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhab349>
- Drakulich, S., Karama, S. (2021). Structural brain imaging of intelligence. W: A. Barbey, S. Karama, R. Haier (red.), *Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience* (s. 210–234). New York: Cambridge University Press.
- Drakulich, S., Sitartchouk, A., Olafson, E., Sarhani, R., Thiffault, A.-C., Chakravarty, M., ... Karama, S. (2022). General cognitive ability and pericortical contrast. *Intelligence*, 91, 101633. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2022.101633>
- Dresler, M., Sandberg, A., Bublitz, C., Ohla, K., Trenado, C., Mroczko-Wąsowicz, A., ... Repantis, D. (2019). Hacking the brain: Dimensions of cognitive enhancement. *ACS Chemical Neuroscience*, 10(3), 1137–1148. <https://doi.org/10.1021/acscchemneuro.8b00571>
- Dreszer, J., Grochowski, M., Lewandowska, M., Nikadon, J., Gorgol, J., Balaj, B., ... Piotrowski, T. (2020). Spatiotemporal complexity patterns of resting-state bioelectrical activity explain fluid intelligence: Sex matters. *Human Brain Mapping*, 41(17), 4846–4865. <https://doi.org/10.1002/hbm.25162>
- Drury, S. S., Theall, K., Gleason, M. M., Smyke, A. T., De Vivo, I., Wong, J. Y., ... Nelson, C. A. (2012). Telomere length and early severe social deprivation: linking early adversity and cellular aging. *Molecular Psychiatry*, 17(7), 719–727. <https://doi.org/10.1038/mp.2011.53>
- Dubois, J., Galdi, P., Paul, L. K., Adolphs, R. (2018). A distributed brain network predicts general intelligence from resting-state human neuroimaging data. *Philosophical Transactions on Royal Society London B Biological Sciences*, 373(1756). <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0284>

- Duncan, G. J., Sojourner, A. J. (2013). Can intensive early childhood intervention programs eliminate income-based cognitive and achievement gaps? *Journal of Human Resources*, 48(4), 945–968.
- Duncan, J. (2010). The multiple-demand (MD) system of the primate brain: Mental programs for intelligent behaviour. *Trends in Cognition Science*, 14(4), 172–179. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.01.004>
- Duncan, J., Burgess, P., Emslie, H. (1995). Fluid intelligence after frontal lobe lesions. *Neuropsychologia*, 33(3), 261–268.
- Duncan, J., Seitz, R. J., Kolodny, J., Bor, D., Herzog, H., Ahmed, A., ... Emslie, H. (2000). A neural basis for general intelligence. *Science*, 289(5478), 457–460.
- Durkin, K., Lipsey, M. W., Farran, D. C., Wiesen, S. E. (2022). Effects of a statewide pre-kindergarten program on children's achievement and behavior through sixth grade. *Developmental Psychology*, 58(3), 470–484. <https://doi.org/10.1037/dev0001301>
- Editorial. (2017). Intelligence research should not be held back by its past. *Nature*, 545, 385–386.
- Ericsson, K. A. (2014). Why expert performance is special and cannot be extrapolated from studies of performance in the general population: A response to criticisms. *Intelligence*, 45, 81–103.
- Ericsson, K. A., Towne, T. J. (2010). Expertise. *Wiley Interdisciplinary Reviews-Cognitive Science*, 1(3), 404–416.
- Esposito, G., Kirkby, B. S., Van Horn, J. D., Ellmore, T. M., Berman, K. F. (1999). Context-dependent, neural system-specific neurophysiological concomitants of ageing: Mapping PET correlates during cognitive activation. *Brain*, 122, 963–979.
- Estrada, E., Ferrer, E., Román, F. J., Karama, S., Colom, R. (2019). Time-lagged associations between cognitive and cortical development from childhood to early adulthood. *Developmental Psychology*, 55(6), 1338–1352.
- Euler, M. J., McKinney, T. L. (2021). Evaluating the weight of the evidence: Cognitive neuroscience theories of intelligence. W: A. Barbey, S. Karama, R. J. Haier (red.), *The Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience* (s. 85–101). New York: Cambridge University Press.
- Euler, M. J., McKinney, T. L., Schryver, H. M., Okabe, H. (2017). ERP correlates of the decision time-IQ relationship: The role of complexity in task- and brain-IQ effects. *Intelligence*, 65, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2017.08.003>

- Euler, M. J., Weisend, M. P., Jung, R. E., Thoma, R. J., Yeo, R. A. (2015). Reliable activation to novel stimuli predicts higher fluid intelligence. *Neuroimage*, *114*, 311–319. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.03.078>
- Ezkurdia, I., Juan, D., Rodriguez, J. M., Frankish, A., Diekhans, M., Harrow, J., ... Tress, M. L. (2014). Multiple evidence strands suggest that there may be as few as 19,000 human protein-coding genes. *Human Molecular Genetics*, *23*(22), 5866–5878.
- Falk, D., Lepore, F. E., Noe, A. (2013). The cerebral cortex of Albert Einstein: A description and preliminary analysis of unpublished photographs. *Brain*, *136*(Pt 4), 1304–1327. <https://doi.org/10.1093/brain/aws295>
- Fangmeier, T., Knauff, M., Ruff, C. C., Sloutsky, V. M. (2006). fMRI evidence for a three-stage model of deductive reasoning. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *18*(3), 320–334.
- Farah, M. J., Smith, M. E., Ilieva, I., Hamilton, R. H. (2014). Cognitive enhancement. *Wiley Interdisciplinary Reviews-Cognitive Science*, *5*(1), 95–103.
- Farah, M. J., Betancourt, L., Shera, D. M., Savage, J. H., Giannetta, J. M., Brodsky, N. L., ... Hurt, H. (2008). Environmental stimulation, parental nurturance and cognitive development in humans. *Developmental Science*, *11*(5), 793–801. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00688.x>
- Farah, M. J., Shera, D. M., Savage, J. H., Betancourt, L., Giannetta, J. M., Brodsky, N. L., ... Hurt, H. (2006). Childhood poverty: Specific associations with neurocognitive development. *Brain Research*, *1110*(1), 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.06.072>
- Feilong, M., Guntupalli, J. S., Haxby, J. V. (2021). The neural basis of intelligence in fine-grained cortical topographies. *Elife*, *10*, e64058. <https://doi.org/10.7554/eLife.64058>
- Ferrer, E., O'Hare, E. D., Bunge, S. A. (2009). Fluid reasoning and the developing brain. *Frontiers in Neuroscience*, *3*(1), 46–51. <https://doi.org/10.3389/neuro.01.003.2009>
- Ferrero, M., Vadillo, M. A., León, S. P. (2021). A valid evaluation of the theory of multiple intelligences is not yet possible: Problems of methodological quality for intervention studies. *Intelligence*, *88*, 101566. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101566>
- Fink, A., Grabner, R. H., Gebauer, D., Reishofer, G., Koschutnig, K., Ebner, F. (2010). Enhancing creativity by means of cognitive stimulation: Evidence from an fMRI study. *Neuroimage*, *52*(4), 1687–1695. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.05.072>
- Finn, E. S., Rosenberg, M. D. (2021). Beyond fingerprinting: Choosing predictive connectomes over reliable connectomes. *Neuroimage*, *239*, 118254. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118254>

- Finn, E. S., Shen, X., Scheinost, D., Rosenberg, M. D., Huang, J., Chun, M. M., ... Constable, R. T. (2015). Functional connectome fingerprinting: Identifying individuals using patterns of brain connectivity. *Natural Neuroscience*, *18*(11), 1664–1671. <https://doi.org/10.1038/nn.4135>
- Firkowska, A., Ostrowska, A., Sokolowska, M., Stein, Z., Susser, M., Wald, I. (1978). Cognitive-development and social-policy. *Science*, *200*(4348), 1357–1362.
- Flashman, L. A., Andreasen, N. C., Flaum, M., Swayze, V. W. (1997). Intelligence and regional brain volumes in normal controls. *Intelligence*, *25*(3), 149–160.
- Flynn, J. R. (2013). The “Flynn Effect” and Flynn’s paradox. *Intelligence*, *41*(6), 851–857. <https://doi.org/10.1016/J.Intell.2013.06.014>
- Fox, K. C. R., Girn, M., Parro, C. C., Christoff, K. (2018). Functional neuroimaging of psychedelic experience: An overview of psychological and neural effects and their relevance to research on creativity, daydreaming, and dreaming. W: R.E. Jung, O. Vartanian (red.), *The Cambridge Handbook of the Neuroscience of Creativity* (s. 92–113). Cambridge: Cambridge University Press.
- Fraenz, C., Schlüter, C., Friedrich, P., Jung, R. E., Güntürkün, O., Genç, E. (2021). Interindividual differences in matrix reasoning are linked to functional connectivity between brain regions nominated by Parieto-Frontal Integration Theory. *Intelligence*, *87*, 101545. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101545>
- Frangou, S., Chitins, X., Williams, S. C. R. (2004). Mapping IQ and gray matter density in healthy young people. *Neuroimage*, *23*(3), 800–805.
- Franke, A. G., Bagusat, C., Rust, S., Engel, A., Lieb, K. (2014). Substances used and prevalence rates of pharmacological cognitive enhancement among healthy subjects. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, *264*, S83–S90. <https://doi.org/10.1007/s00406-014-0537-1>
- Fregnac, Y., Laurent, G. (2014). Neuroscience: Where is the brain in the human brain project? *Nature*, *513*(7516), 27–29. <https://doi.org/10.1038/513027a>
- Frey, M. C., Detterman, D. K. (2004). Scholastic assessment or g? The relationship between the scholastic assessment test and general cognitive ability. *Psychological Science*, *15*(9), 641–641.
- Frischkorn, G. T., Schubert, A. L., Hagemann, D. (2019). Processing speed, working memory, and executive functions: Independent or inter-related predictors of general intelligence. *Intelligence*, *75*, 95–110. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2019.05.003>

- Galaburda, A. M. (1999). Albert Einstein's brain. *Lancet*, 354(9192), 1821; author reply 1822. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)70590-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)70590-0)
- Galton, F. (1869). *Hereditary Genius: An Inquiry into Its Laws and Consequences*. London: Macmillan.
- Galton, F. (2006). *Hereditary Genius: An Inquiry into Its Laws and Consequences*. Amherst, NY: Prometheus Books.
- Galton, F., Prinzmatal, M. (1884). *Hereditary Genius: An Inquiry into Its Laws and Consequences* (New and revised edition, with an American preface). New York: D. Appleton and Company
- Gardner, H. (1987). The theory of multiple intelligences. *Annals of Dyslexia*, 37, 19–35.
- Gardner, H., Moran, S. (2006). The science of multiple intelligences theory: A response to Lynn Waterhouse. *Educational Psychologist*, 41(4), 227–232. <https://doi.org/10.1207/s15326985ep41042>
- Geake, J. (2008). Neuromythologies in education. *Educational Research*, 50(2), 123–133.
- Geake, J. (2011). Position statement on motivations, methodologies, and practical implications of educational neuroscience research: fMRI studies of the neural correlates of creative intelligence. *Educational Philosophy and Theory*, 43(1), 43–47.
- Geake, J. G., Hansen, P. C. (2005). Neural correlates of intelligence as revealed by fMRI of fluid analogies. *Neuroimage*, 26(2), 555–564.
- Geary, D. C. (2018). Efficiency of mitochondrial functioning as the fundamental biological mechanism of general intelligence (g). *Psychological Review*, 125(6), 1028–1050.
- Geary, D. C. (2019). Mitochondria as the Linchpin of general intelligence and the link between g, health, and aging. *Journal of Intelligence*, 7(4).
- Genc, E., Fraenz, C. (2021). Diffusion-weighted imaging of intelligence. W: A. Barbey, S. Karama, R. Haier (red.), *The Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience* (s. 191–209). New York: Cambridge University Press.
- Genc, E., Fraenz, C., Schluter, C., Friedrich, P., Hossiep, R., Voelkle, M. C., ... Jung, R. E. (2018). Diffusion markers of dendritic density and arborization in gray matter predict differences in intelligence. *Nature Communication*, 9(1), 1905. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04268-8>
- Genc, E., Schluter, C., Fraenz, C., Arning, L., Metzen, D., Nguyen, H. P., ... Ocklenburg, S. (2021). Polygenic scores for cognitive abilities and their association with different aspects of general intelligence: A deep phenotyping approach. *Molecular Neurobiology*, 58(8), 4145–4156.

- George, M. S., Nahas, Z., Molloy, M., Speer, A. M., Oliver, N. C., Li, X. B., ... Ballenger, J. C. (2000). A controlled trial of daily left prefrontal cortex TMS for treating depression. *Biological Psychiatry*, 48(10), 962–970. [https://doi.org/10.1016/s0006-3223\(00\)01048-9](https://doi.org/10.1016/s0006-3223(00)01048-9)
- Ghatan, P. H., Hsieh, J. C., Wirsenmeurling, A., Wredling, R., Eriksson, L., Stoneelander, S., ... Ingvar, M. (1995). Brain activation-induced by the perceptual Maze Test – A pet study of cognitive performance. *Neuroimage*, 2(2), 112–124.
- Gignac, G. E. (2015). Raven's is not a pure measure of general intelligence: Implications for g factor theory and the brief measurement of g. *Intelligence*, 52, 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2015.07.006>
- Girn, M., Mills, C., Christoff, K. (2019). Linking brain network reconfiguration and intelligence: Are we there yet? *Trends in Neuroscience and Education*, 15, 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2019.04.001>
- Glascher, J., Rudrauf, D., Colom, R., Paul, L. K., Tranel, D., Damasio, H., Adolphs, R. (2010). Distributed neural system for general intelligence revealed by lesion mapping. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(10), 4705–4709. <https://doi.org/10.1073/Pnas.0910397107>
- Glascher, J., Tranel, D., Paul, L. K., Rudrauf, D., Rorden, C., Hornaday, A., ... Adolphs, R. (2009). Lesion mapping of cognitive abilities linked to intelligence. *Neuron*, 61(5), 681–691. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2009.01.026>
- Gobet, F., Sala, G. (2022). Cognitive training: A field in search of a phenomenon. *Perspectives on Psychological Science*, 17456916221091830. <https://doi.org/10.1177/17456916221091830>
- Goel, V., Dolan, R. J. (2004). Differential involvement of left prefrontal cortex in inductive and deductive reasoning. *Cognition*, 93(3), B109–B121.
- Goel, V., Gold, B., Kapur, S., Houle, S. (1997). The seats of reason? An imaging study of deductive and inductive reasoning. *Neuroreport*, 8(5), 1305–1310.
- Goel, V., Gold, B., Kapur, S., Houle, S. (1998). Neuroanatomical correlates of human reasoning. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(3), 293–302.
- Gonen-Yaacovi, G., de Souza, L. C., Levy, R., Urbanski, M., Josse, G., Volle, E. (2013). Rostral and caudal prefrontal contribution to creativity: A meta-analysis of functional imaging data. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 465. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00465>
- Gong, Q.-Y., Sluming, V., Mayes, A., Keller, S., Barrick, T., Cezayirli, E., Roberts, N. (2005). Voxel-based morphometry and stereology provide convergent evidence of the importance of medial prefrontal cortex for fluid intelligence in healthy adults. *Neuroimage*, 25(4), 1175.

- Gonzalez-Lima, F., Barrett, D. W. (2014). Augmentation of cognitive brain functions with transcranial lasers. *Frontiers in Systematic Neuroscience*, 8, 36. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00036>
- Gordon, R. A. (1997). Everyday life as an intelligence test: Effects of intelligence and intelligence context. *Intelligence*, 24(1), 203–320. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(97\)90017-9](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(97)90017-9)
- Goriounova, N. A., Mansvelder, H. D. (2019). Genes, cells and brain areas of intelligence. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 44. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00044>
- Goriounova, N. A., Heyer, D. B., Wilbers, R., Verhoog, M. B., Giugliano, M., Verbist, C., ... Mansvelder, H. D. (2018). Large and fast human pyramidal neurons associate with intelligence. *Elife*, 7.
- Gottfredson, L. S. (1997a). Mainstream science on intelligence: An editorial with 52 signatories, history, and bibliography (Reprinted from *The Wall Street Journal*, 1994). *Intelligence*, 24(1), 13–23.
- Gottfredson, L. S. (1997b). Why g matters: The complexity of everyday life. *Intelligence*, 24(1), 79–132.
- Gottfredson, L. S. (2002). Where and why g matters: Not a mystery. *Human Performance*, 15(1/2).
- Gottfredson, L. S. (2003a). Dissecting practical intelligence theory: Its claims and evidence. *Intelligence*, 31(4), 343–397.
- Gottfredson, L. S. (2003b). g, jobs and life. W: H. Nyborg (red.), *The Scientific Study of General Intelligence* (s. 293–342). New York: Elsevier Science.
- Gottfredson, L. S. (2005). Suppressing intelligence research: Hurting those we intend to help. W: R. H. Wright, N. A. Cummings (red.), *Destructive Trends in Mental Health: The Well-intentioned Path to Harm* (s. 155–186). New York: Routledge.
- Gozli, D. G., Bavelier, D., Pratt, J. (2014). The effect of action video game playing on sensorimotor learning: Evidence from a movement tracking task. *Human Movement Science*, 38C, 152–162. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.09.004>
- Grabner, R. H. (2014). The role of intelligence for performance in the prototypical expertise domain of chess. *Intelligence*, 45, 26–33.
- Grabner, R. H., Stern, E., Neubauer, A. C. (2007). Individual differences in chess expertise: A psychometric investigation. *Acta Psychologica*, 124(3), 398–420.

- Graham, S., Jiang, J., Manning, V., Nejad, A. B., Zhisheng, K., Salleh, S. R., ... McKenna, P. J. (2010). IQ-related fMRI differences during cognitive set shifting. *Cerebral Cortex*, 20(3), 641–649. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp130>
- Gray, J. R., Chabris, C. F., Braver, T. S. (2003). Neural mechanisms of general fluid intelligence. *Nature Neuroscience*, 6(3), 316–322.
- Greely, H., Sahakian, B., Harris, J., Kessler, R. C., Gazzaniga, M., Campbell, P., Farah, M. J. (2008). Towards responsible use of cognitive-enhancing drugs by the healthy. *Nature*, 456(7223), 702–705. <https://doi.org/10.1038/456702a>
- Green, A. E., Kraemer, D. J., Fugelsang, J. A., Gray, J. R., Dunbar, K. N. (2012). Neural correlates of creativity in analogical reasoning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38(2), 264–272. <https://doi.org/10.1037/a0025764>
- Gregory, H. (2015). *McNamara's Folly: The Use of Low IQ Troops in the Vietnam War*. West Conshohocken: Infinity.
- Gullich, A., Macnamara, B. N., Hambrick, D. Z. (2022). What makes a champion? Early multidisciplinary practice, not early specialization, predicts world-class performance. *Perspectives on Psychological Science*, 17(1), 6–29. <https://doi.org/10.1177/1745691620974772>
- Gur, R. C., Butler, E. R., Moore, T. M., Rosen, A. F. G., Ruparel, K., Satterthwaite, T. D., ... Gur, R. E. (2021). Structural and functional brain parameters related to cognitive performance across development: Replication and extension of the parieto-frontal integration theory in a single sample. *Cerebral Cortex*, 31(3), 1444–1463. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhaa282>
- Gur, R. C., Ragland, J. D., Resnick, S. M., Skolnick, B. E., Jaggi, J., Muenz, L., Gur, R. E. (1994). Lateralized increases in cerebral blood-flow during performance of verbal and spatial tasks – Relationship with performance-level. *Brain and Cognition*, 24(2), 244–258.
- Haasz, J., Westlye, E. T., Fjaer, S., Espeseth, T., Lundervold, A., Lundervold, A. J. (2013). General fluid-type intelligence is related to indices of white matter structure in middle-aged and old adults. *Neuroimage*, 83, 372–383. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.06.040>
- Hackman, D. A., Farah, M. J., Meaney, M. J. (2010). Socioeconomic status and the brain: Mechanistic insights from human and animal research. *Nature Review Neuroscience*, 11(9), 651–659. <https://doi.org/10.1038/nrn2897>
- Haggarty, P., Hoad, G., Harris, S. E., Starr, J. M., Fox, H. C., Deary, I. J., Whalley, L. J. (2010). Human intelligence and polymorphisms in the DNA methyltransferase genes involved in epigenetic marking. *Plos One*, 5(6), e11329. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011329>

- Haier, R. J. (1990). The end of intelligence research. *Intelligence*, 14(4), 371–374.
- Haier, R. J. (2009a). Neuro-intelligence, neuro-metrics and the next phase of brain imaging studies. *Intelligence*, 37(2), 121–123.
- Haier, R. J. (2009b). What does a smart brain look like? *Scientific American Mind*, November/December, 26–33.
- Haier, R. J. (Producer). (2013). The intelligent brain. [lecture course]. [www.thegreatcourses.com/courses/the-intelligent-brain](http://www.thegreatcourses.com/courses/the-intelligent-brain)
- Haier, R. J. (2014). Increased intelligence is a myth (so far). *Frontiers in Systematic Neuroscience*, 8, 34. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00034>
- Haier, R. J. (2021). Are we thinking big enough about the road ahead? Overview of the special issue on the future of intelligence research. *Intelligence*, 89, 101603. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101603>
- Haier, R. J., Benbow, C. P. (1995). Sex differences and lateralization in temporal lobe glucose metabolism during mathematical reasoning. *Developmental Neuropsychology*, 11(4), 405–414.
- Haier, R. J., Colom, R. (2023). *The Science of Human Intelligence*. Oxford: Cambridge University Press.
- Haier, R. J., Jung, R. E. (2007). Beautiful minds (i.e., brains) and the neural basis of intelligence. *Behavioral and Brain Sciences*, 30(02), 174–178.
- Haier, R. J., Jung, R. E. (2008). Brain imaging studies of intelligence and creativity – What is the picture for education? *Roeper Review*, 30(3), 171–180.
- Haier, R. J., White, N. S., Alkire, M. T. (2003). Individual differences in general intelligence correlate with brain function during nonreasoning tasks. *Intelligence*, 31(5), 429–441.
- Haier, R. J., Robinson, D. L., Braden, W., Williams, D. (1983). Electrical potentials of the cerebral cortex and psychometric intelligence. *Personality & Individual Differences*, 4(6), 591–599.
- Haier, R. J., Siegel, B., Jr., Crinella, F. M., Buchsbaum, M. S. (1993). Biological and psychometric intelligence: Testing an animal model in humans with positron emission tomography. W: D. K. Detterman (red.), *Individual Differences and Cognition* (s. 317–331). Norwood: Ablex Publishing Corp.
- Haier, R. J., Jung, R. E., Yeo, R. A., Head, K., Alkire, M. T. (2004). Structural brain variation and general intelligence. *Neuroimage*, 23(1), 425–433.
- Haier, R. J., Jung, R. E., Yeo, R. A., Head, K., Alkire, M. T. (2005). The neuroanatomy of general intelligence: Sex matters. *Neuroimage*, 25(1), 320–327.

- Haier, R. J., Siegel, B., Tang, C., Abel, L., Buchsbaum, M. S. (1992b). Intelligence and changes in regional cerebral glucose metabolic-rate following learning. *Intelligence*, 16(3–4), 415–426.
- Haier, R. J., Siegel, B. V., Jr., MacLachlan, A., Soderling, E., Lottenberg, S., Buchsbaum, M. S. (1992a). Regional glucose metabolic changes after learning a complex visuospatial/motor task: A positron emission tomographic study. *Brain Research*, 570(1–2), 134–143.
- Haier, R. J., Siegel, B. V., Nuechterlein, K. H., Hazlett, E., Wu, J. C., Paek, J., ... Buchsbaum, M. S. (1988). Cortical glucose metabolic-rate correlates of abstract reasoning and attention studied with positron emission tomography. *Intelligence*, 12(2), 199–217.
- Halpern, D. F., Benbow, C. P., Geary, D. C., Gur, R. C., Hyde, J. S., Gernsbacher, M. A. The science of sex differences in science and mathematics. *Psychological Science in the Public Interest*, 8(1), 1–51. <https://doi.org/10.1111/j.1529-1006.2007.00032.x>
- Halstead, W. C. (1947). *Brain and Intelligence; A Quantitative Study of the Frontal Lobes*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hambrick, D. Z., Macnamara, B. N., Oswald, F. L. (2020). Is the deliberate practice view defensible? A review of evidence and discussion of issues. *Frontiers in Psychology*, 11, 1134. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01134>
- Hampshire, A., Thompson, R., Duncan, J., Owen, A. M. (2011). Lateral prefrontal cortex subregions make dissociable contributions during fluid reasoning. *Cerebral Cortex*, 21(1), 1–10. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhq085>
- Hanscombe, K. B., Trzaskowski, M., Haworth, C. M. A., Davis, O. S. P., Dale, P. S., Plomin, R. (2012). Socioeconomic Status (SES) and Children's Intelligence (IQ): In a UK-representative sample SES moderates the environmental, not genetic, effect on IQ. *Plos One*, 7(2).
- Hansen, J. Y., Shafiei, G., Markello, R. D., Smart, K., Cox, S. M. L., Wu, Y., ... Misisic, B. (2021). Mapping neurotransmitter systems to the structural and functional organization of the human neocortex. bioRxiv, 2021.2010.2028.466336. <https://doi.org/10.1101/2021.10.28.466336>
- Harrison, T. L., Shipstead, Z., Hicks, K. L., Hambrick, D. Z., Redick, T. S., Engle, R. W. (2013). Working memory training may increase working memory capacity but not fluid intelligence. *Psychological Science*, 24(12), 2409–2419. <https://doi.org/10.1177/0956797613492984>

- Hartshorne, J. K., Germine, L. T. (2015). When does cognitive functioning peak? The asynchronous rise and fall of different cognitive abilities across the life span. *Psychological Science*, 26(4), 433–443.
- Hawkins, J. (2021). *A Thousand Brains: A New Theory of Intelligence*. New York: Basic Books.
- Hawkins, J., Blakeslee, S. (2004). *On Intelligence*. New York: Times Books.
- Haworth, C. M. A., Wright, M. J., Luciano, M., Martin, N. G., de Geus, E. J. C., van Beijsterveldt, C. E. M., ... Plomin, R. (2010). The heritability of general cognitive ability increases linearly from childhood to young adulthood. *Molecular Psychiatry*, 15(11), 1112–1120.
- Hayes, T. R., Petrov, A. A., Sederberg, P. B. (2015). Do we really become smarter when our fluid-intelligence test scores improve? *Intelligence*, 48, 1–14.
- Hebling Vieira, B., Dubois, J., Calhoun, V. D., Garrido Salmon, C. E. (2021). A deep learning based approach identifies regions more relevant than resting-state networks to the prediction of general intelligence from resting-state fMRI. *Human Brain Mapping*, 42(18), 5873–5887. <https://doi.org/10.1002/hbm.25656>
- Heishman, S. J., Kleykamp, B. A., Singleton, E. G. (2010). Meta-analysis of the acute effects of nicotine and smoking on human performance. *Psychopharmacology*, 210(4), 453–469. <https://doi.org/10.1007/s00213-010-1848-1>
- Herrnstein, R. J. (1973). *I.Q. in the Meritocracy*. Boston: Little.
- Herrnstein, R. J., Murray, C. A. (1994). *The Bell Curve: Intelligence and Class Structure in American Life*. New York: Free Press.
- Hescham, S., Liu, H., Jahanshahi, A., Temel, Y. (2020). Deep brain stimulation and cognition: Translational aspects. *Neurobiology of Learning and Memory*, 174, 107283. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2020.107283>
- Heyer, D. B., Wilbers, R., Galakhova, A. A., Hartsema, E., Braak, S., Hunt, S., ... Gorio-unova, N. A. (2021). Verbal and general IQ associate with supragranular layer Thickness and cell properties of the left temporal cortex. *Cerebral Cortex*, 32(11), 2343–2357. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhab330>
- Heyward, F. D., Sweatt, J. D. (2015). DNA methylation in memory formation: Emerging insights. *Neuroscientist*, 21(5). <https://doi.org/10.1177/1073858415579635>
- Hilger, K., Ekman, M., Fiebach, C. J., Basten, U. (2017a). Efficient hubs in the intelligent brain: Nodal efficiency of hub regions in the salience network is associated with general intelligence. *Intelligence*, 60, 10–25. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2016.11.001>

- Hilger, K., Ekman, M., Fiebach, C. J., Basten, U. (2017b). Intelligence is associated with the modular structure of intrinsic brain networks. *Scientific Reports*, 7(1), 16088. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15795-7>
- Hilger, K., Fukushima, M., Sporns, O., Fiebach, C. J. (2020). Temporal stability of functional brain modules associated with human intelligence. *Human Brain Mapping*, 41(2), 362–372. <https://doi.org/10.1002/hbm.24807>
- Hilger, K., Spinath, F. M., Troche, S., Schubert, A. L. (2022). The biological basis of intelligence: Benchmark findings. *Intelligence*, 93. <https://doi.org/ARTN101665>
- Hill, W. D., Davies, G., van de Lagemaat, L. N., Christoforou, A., Marioni, R. E., Fernandes, C. P., ... Deary, I. J. (2014). Human cognitive ability is influenced by genetic variation in components of postsynaptic signalling complexes assembled by NMDA receptors and MAGUK proteins. *Translational Psychiatry*, 4, e341. <https://doi.org/10.1038/tp.2013.114>
- Hines, T. (1998). Further on Einstein's brain. *Experiment in Neurology*, 150(2), 343–344. <https://doi.org/10.1006/exnr.1997.6759>
- Hopkins, W. D., Russe, J. L., Schaeffer, J. (2014). Chimpanzee intelligence is heritable. *Current Biology*, 24(14), 1649–1652.
- Horvath, J. C., Forte, J. D., Carter, O. (2015a). Evidence that transcranial direct current stimulation (tDCS) generates little-to-no reliable neurophysiologic effect beyond MEP amplitude modulation in healthy human subjects: A systematic review. *Neuropsychologia*, 66, 213–236. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.11.021>
- Horvath, J. C., Forte, J. D., Carter, O. (2015b). Quantitative review finds no evidence of cognitive effects in healthy populations from single-session transcranial direct current stimulation (tDCS). *Brain Stimulation*, 8(3), 535–550. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2015.01.400>
- Howard-Jones, P. A. (2014). Neuroscience and education: Myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(12), 817–824. <https://doi.org/10.1038/nrn3817>
- Hulshoff-Pol, H. E., Schnack, H. G., Posthuma, D., Mandl, R. C. W., Baare, W. F., van Oel, C., ... Kahn, R. S. (2006). Genetic contributions to human brain morphology and intelligence. *Journal of Neuroscience*, 26(40), 10235–10242.
- Hunt, E. (2011). *Human Intelligence*. Cambridge–New York: Cambridge University Press.
- Husain, M., Mehta, M. A. (2011). Cognitive enhancement by drugs in health and disease. *Trends in Cognition Science*, 15(1), 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.11.002>
- Huttenlocher, P. R. (1975). Synaptic and dendritic development and mental defect. *UCLA Forum Medical Science*, 18, 123–140.

- Ilieva, I. P., Farah, M. J. (2013). Enhancement stimulants: Perceived motivational and cognitive advantages. *Frontiers in Neuroscience*, 7.
- Jacobs, B., Schall, M., Scheibel, A. B. (1993). A quantitative dendritic analysis of Wernicke's area in humans. II. Gender, hemispheric, and environmental factors. *Journal of Comparative Neurology*, 327(1), 97–111. <https://doi.org/10.1002/cne.903270108>
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy Science USA*, 105(19), 6829–6833. <https://doi.org/10.1073/pnas.0801268105>
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., Shah, P. (2011). Short-and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy Science USA*, 108(25), 10081–10086. <https://doi.org/10.1073/pnas.1103228108>
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Shah, P., Jonides, J. (2013). The role of individual differences in cognitive training and transfer. *Memory and Cognition*, 42(3), 464–480. <https://doi.org/10.3758/s13421-013-0364-z>
- Jaeggi, S. M., Studer-Luethi, B., Buschkuhl, M., Su, Y. F., Jonides, J., Perrig, W. J. (2010). The relationship between n-back performance and matrix reasoning – implications for training and transfer. *Intelligence*, 38(6), 625–635.
- Jaenisch, R., Bird, A. (2003). Epigenetic regulation of gene expression: How the genome integrates intrinsic and environmental signals. *Nature Genetics*, 33(Suppl), 245–254. <https://doi.org/10.1038/ng1089>
- Jauk, E. (2018). Intelligence and creativity from the neuroscience perspective. W: R. E. Jung, O. Vartanian (red.), *The Cambridge Handbook of the Neuroscience of Creativity* (s. 421–436). Cambridge: Cambridge University Press.
- Jauk, E., Neubauer, A. C., Dunst, B., Fink, A., Benedek, M. (2015). Gray matter correlates of creative potential: A latent variable voxel-based morphometry study. *Neuroimage*, 111, 312–320. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.02.002>
- Jensen, A. R. (1980). *Bias in Mental Testing*. New York: Free Press.
- Jensen, A. R. (1969). How much can we boost IQ and scholastic achievement. *Harvard Educational Review*, 39(1), 1–123.
- Jensen, A. R. (1974). Kinship correlations reported by Sir Cyril Burt. *Behavior Genetics*, 4(1), 1–28.
- Jensen, A. R. (1981). *Straight Talk about Mental Tests*. New York: Free Press.
- Jensen, A. R. (1998a). Jensen on “Jensenism”. *Intelligence*, 26(3), 181–208. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(99\)80002-6](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(99)80002-6)

- Jensen, A. R. (1998b). *The g Factor: The Science of Mental Ability*. Westport: Praeger.
- Jensen, A. R. (2006). *Clocking the Mind: Mental Chronometry and Individual Differences*. New York: Elsevier.
- Jensen, A. R., Miele, F. (2002). *Intelligence, Race, and Genetics: Conversations with Arthur R. Jensen*. Boulder, CO: Westview.
- Jiang, L., Cui, H., Zhang, C., Cao, X., Gu, N., Zhu, Y., ... Li, C. (2020). Repetitive transcranial magnetic stimulation for improving cognitive function in patients with mild cognitive impairment: A systematic review. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 12, 593000. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.593000>
- Jiang, R., Calhoun, V. D., Fan, L., Zuo, N., Jung, R., Qi, S., ... Sui, J. (2020). Gender differences in connectome-based predictions of individualized intelligence quotient and sub-domain scores. *Cerebral Cortex*, 30(3), 888–900. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhz134>
- Johnsen, S. K., Brown, L., Sherbenou, R. J., Sajewicz-Radtke, U., Radtke, B. M., Łada-Maško, A. (2021). *Niewerbalny Test Inteligencji TONI. Przegląd badań 1982–2020*. Pracownia Testów Psychologicznych i Pedagogicznych.
- Johnson, M. R., Shkura, K., Langley, S. R., Delahaye-Duriez, A., Srivastava, P., Hill, W. D., ... Petretto, E. (2016). Systems genetics identifies a convergent gene network for cognition and neurodevelopmental disease. *Nature Neuroscience*, 19(2), 223–232. <https://doi.org/10.1038/nn.4205>
- Johnson, W. (2012). *How much can we boost IQ? An updated look at Jensen's (1969) question and answer*. W: A. M. Slater, P. C. Quinn (red.), *Developmental Psychology: Revisiting the Classic Studies*. Sage.
- Johnson, W., Bouchard, T. J. (2005). The structure of human intelligence: It is verbal, perceptual, and image rotation (VPR), not fluid and crystallized. *Intelligence*, 33(4), 393–416.
- Johnson, W., te Nijenhuis, J., Bouchard, T. J. (2008). Still just 1 g: Consistent results from five test batteries. *Intelligence*, 36(1), 81–95.
- Johnson, W., Jung, R. E., Colom, R., Haier, R. J. (2008). Cognitive abilities independent of IQ correlate with regional brain structure. *Intelligence*, 36(1), 18–28.
- Johnson, W., Bouchard, T. J., Krueger, R. F., McGue, M., Gottesman, I. I. (2004). Just one g: Consistent results from three test batteries. *Intelligence*, 32(1), 95–107.
- Judaś, M., Capanec, M., Sedmak, G. (2012). Brodmann's map of the human cerebral cortex – Or Brodmann's maps? *Translational Neuroscience*, 3, 67–74. <https://doi.org/10.2478/s13380-012-0009-x>

- Jung, R. E. (2014). Evolution, creativity, intelligence, and madness: „Here Be Dragons”. *Frontiers in Psychology*, 5.
- Jung, R. E., Haier, R. J. (2007). The Parieto-Frontal Integration Theory (P-FIT) of intelligence: Converging neuroimaging evidence. *Behavioral and Brain Sciences*, 30(02), 135–154.
- Jung, R. E., Haier, R. J. (2013). Creativity and intelligence: Brain networks that link and differentiate the expression of genius. W: O. Vartanian, A. S. Bristol, J. C. Kaufman (red.), *Neuroscience of Creativity* (s. 233–254). Cambridge, MA: MIT Press.
- Jung, R. E., Vartanian, O. (red.) (2018). *The Cambridge Handbook of the Neuroscience of Creativity*. Cambridge–New York: Cambridge University Press.
- Jung, R. E., Brooks, W. M., Yeo, R. A., Chiulli, S. J., Weers, D. C., Sibbitt, W. L. (1999a). Biochemical markers of intelligence: A proton MR spectroscopy study of normal human brain. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 266(1426), 1375–1379.
- Jung, R. E., Yeo, R. A., Chiulli, S. J., Sibbitt, W. L., Weers, D. C., Hart, B. L., Brooks, W. M. (1999b). Biochemical markers of cognition: A proton MR spectroscopy study of normal human brain. *Neuroreport*, 10(16), 3327–3331.
- Jung, R. E., Haier, R. J., Yeo, R. A., Rowland, L. M., Petropoulos, H., Levine, A. S., ... Brooks, W. M. (2005). Sex differences in N-acetylaspartate correlates of general intelligence: An H-1-MRS study of normal human brain. *Neuroimage*, 26(3), 965–972.
- Kaminski, J. A., Schlagenhauf, F., Rapp, M., Awasthi, S., Ruggeri, B., Deserno, L., ... the IMAGEN consortium (2018). Epigenetic variance in dopamine D2 receptor: A marker of IQ malleability? *Translational Psychiatry*, 8(1), 169. <https://doi.org/10.1038/s41398-018-0222-7>
- Kanai, R., Rees, G. (2011). The structural basis of inter-individual differences in human behaviour and cognition. *Nature Review in Neuroscience*, 12(4), 231–242. <https://doi.org/10.1038/nrn3000>
- Kane, M. J., Engle, R. W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual-differences perspective. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 637–671. <https://doi.org/10.3758/Bf03196323>
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Conway, A. R. A. (2005). Working memory capacity and fluid intelligence are strongly related constructs: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, 131(1), 66–71. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.1.66>

- Karalija, N., Köhncke, Y., Düzel, S., Bertram, L., Papenberg, G., Demuth, I., ... Brandmaier, A. M. (2021). A common polymorphism in the dopamine transporter gene predicts working memory performance and in vivo dopamine integrity in aging. *Neuroimage*, 245, 118707. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118707>
- Karama, S., Ad-Dab'bagh, Y., Haier, R. J., Deary, I. J., Lyttelton, O. C., Lepage, C., Evans, A. C. (2009b). Positive association between cognitive ability and cortical thickness in a representative US sample of healthy 6 to 18 year-olds. *Intelligence*, 37(4), 431–442.
- Karama, S., Ad-Dab'bagh, Y., Haier, R. J., Deary, I. J., Lyttelton, O. C., Lepage, C., ... Grp, B. D. C. (2009a). Positive association between cognitive ability and cortical thickness in a representative US sample of healthy 6 to 18 year-olds. *Intelligence*, 37(2), 145–155.
- Karama, S., Bastin, M. E., Murray, C., Royle, N. A., Penke, L., Muñoz Maniega, S., ... Deary, I. J. (2014). Childhood cognitive ability accounts for associations between cognitive ability and brain cortical thickness in old age. *Molecular Psychiatry*, 19(5), 555–559. <https://doi.org/10.1038/mp.2013.64>
- Karama, S., Colom, Johnson, W., Deary, I. J., Haier, R., Waber, D. P., ... Grp, B. D. C. (2011). Cortical thickness correlates of specific cognitive performance accounted for by the general factor of intelligence in healthy children aged 6 to 18. *Neuroimage*, 55(4), 1443–1453. <https://doi.org/10.1016/J.Neuroimage.2011.01.016>
- Kendler, K. S., Turkheimer, E., Ohlsson, H., Sundquist, J., Sundquist, K. (2015). Family environment and the malleability of cognitive ability: A Swedish national home-reared and adopted-away cosibling control study. *Proceedings of the National Academy Science USA*, 112(15), 4612–4617. <https://doi.org/10.1073/pnas.1417106112>
- Keyes, D. (1966). *Flowers for Algernon*. New York: Harcourt.
- Khundrakpam, B. S., Poline, J., Evans, A. (2021). Research consortia and large-scale data repositories for studying intelligence. W: A. Barbey, S. Karama, R. J. Haier (red.), *The Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience* (s. 70–82). New York: Cambridge University Press.
- Kievit, R. A., Simpson-Kent, I. L. (2021). It's about time: Towards a longitudinal cognitive neuroscience of intelligence. W: A. Barbey, S. Karama, R. J. Haier (red.), *The Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience* (s. 123–146). New York: Cambridge University Press.
- Kievit, R. A., Romeijn, J. W., Waldorp, L. J., Wicherts, J. M., Scholte, H. S., Borsboom, D. (2011). Mind the gap: A psychometric approach to the reduction problem. *Psychological Inquiry*, 22(2), 67–87. <https://doi.org/10.1080/1047840x.2011.550181>

- Kievit, R. A., van Rooijen, H., Wicherts, J. M., Waldorp, L. J., Kan, K. J., Scholte, H. S., Borsboom, D. (2012). Intelligence and the brain: A model-based approach. *Cognition Neuroscience*, 3(2), 89–97. <https://doi.org/10.1080/17588928.2011.628383>
- Kim, D.-J., Davis, E. P., Sandman, C. A., Sporns, O., O'Donnell, B. F., Buss, C., Hetrick, W. P. (2016). Children's intellectual ability is associated with structural network integrity. *Neuroimage*, 124(Part A), 550–556. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.09.012>
- Kim, T. D., Hong, G., Kim, J., Yoon, S. (2019). Cognitive enhancement in neurological and psychiatric disorders using transcranial magnetic stimulation (TMS): A review of modalities, potential mechanisms and future implications. *Experimental Neurobiology*, 28(1), 1–16. <https://doi.org/10.5607/en.2019.28.1.1>
- Knafo, S., Venero, C. (2015). *Cognitive Enhancement: Pharmacologic, Environmental, and Genetic factors*. Amsterdam–Boston: Elsevier/AP, Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Knowles, E. E. M., Mathias, S. R., McKay, D. R., Sprooten, E., Blangero, J., Almasy, L., Glahn, D. C. (2014). Genome-wide analyses of working-memory ability: A review. *Current Behavioral Neuroscience Reports*, 1(4), 224–233. <https://doi.org/10.1007/s40473-014-0028-8>
- Koenig, K. A., Frey, M. C., Detterman, D. K. (2008). ACT and general cognitive ability. *Intelligence*, 36(2), 153–160.
- Koenis, M. M., Brouwer, R. M., van den Heuvel, M. P., Mandl, R. C., van Soelen, I. L., Kahn, R. S., ... Hulshoff Pol, H. E. (2015). Development of the brain's structural network efficiency in early adolescence: A longitudinal DTI twin study. *Human Brain Mapping*. <https://doi.org/10.1002/hbm.22988>
- Kohannim, O., Hibar, D. P., Stein, J. L., Jahanshad, N., Hua, X., Rajagopalan, P., ... Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. (2012a). Discovery and replication of gene influences on brain structure using LASSO regression. *Frontiers in Neuroscience*, 6, 115.
- Kohannim, O., Jahanshad, N., Braskie, M. N., Stein, J. L., Chiang, M.-C., Reese, A. H., ... Thompson, P. M. (2012b). Predicting white matter integrity from multiple common genetic variants. *Neuropsychopharmacology: Official Publication of the American College of Neuropsychopharmacology*, 37(9), 2012–2019.
- Kokkinakis, A. V., Cowling, P. I., Drachen, A., Wade, A. R. (2017). Exploring the relationship between video game expertise and fluid intelligence. *Plos One*, 12(11), e0186621. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186621>

- Kolata, S., Light, K., Wass, C. D., Colas-Zelin, D., Roy, D., Matzel, L. D. (2010). A dopaminergic gene cluster in the prefrontal cortex predicts performance indicative of general intelligence in genetically heterogeneous mice. *Plos One*, 5(11), e14036. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014036>
- Kovas, Y., Plomin, R. (2006). Generalist genes: Implications for the cognitive sciences. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(5), 198–203.
- Krause, B., Cohen Kadosh, R. (2014). Not all brains are created equal: The relevance of individual differences in responsiveness to transcranial electrical stimulation. *Frontiers in Systematic Neuroscience*, 8, 25. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00025>
- Kuhl, P. K. (2000). A new view of language acquisition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(22), 11850–11857.
- Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: Cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(11), 831–843.
- Kullander, K., Topolnik, L. (2021). Cortical disinhibitory circuits: cell types, connectivity and function. *Trends in Neurosciences*, 44(8), 643–657. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2021.04.009>
- Kyllonen, P. C., Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity. *Intelligence*, 14(4), 389–433.
- Langer, N., Pedroni, A., Gianotti, L. R., Hanggi, J., Knoch, D., Jancke, L. (2012). Functional brain network efficiency predicts intelligence. *Human Brain Mappings*, 33(6), 1393–1406. <https://doi.org/10.1002/hbm.21297>
- Lashley, K. S. (1964). *Brain Mechanisms and Intelligence*. New York: Hafner.
- Lee, J. J. (2010). Review of intelligence and how to get it: Why schools and cultures count. *Personality and Individual Differences*, 48, 247–255.
- Lee, J. J., Willoughby, E. A. (2021). Predicting cognitive-ability differences from genetic and brain-imaging data. W: A. K. Barbey, S. Karama, R. J. Haier (red.), *Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience* (s. 349–363). New York: Cambridge University Press.
- Lee, J. J., McGue, M., Iacono, W. G., Michael, A. M., Chabris, C. F. (2019). The causal influence of brain size on human intelligence: Evidence from within-family phenotypic associations and GWAS modeling. *Intelligence*, 75, 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2019.01.011>
- Lee, J. J., Wedow, R., Okbay, A., Kong, E., Maghzian, O., Zacher, M., ... Social Science Genetic Association Consortium (2018). Gene discovery and polygenic prediction from a genome-wide association study of educational attainment in 1.1 million individuals. *Nature Genetics*, 50(8), 1112–1121. <https://doi.org/10.1038/s41588-018-0147-3>

- Lee, J. Y., Jun, H., Soma, S., Nakazono, T., Shiraiwa, K., Dasgupta, A., ... Igarashi, K. M. (2021). Dopamine facilitates associative memory encoding in the entorhinal cortex. *Nature*, 598(7880), 321–326. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03948-8>
- Lee, K. H., Choi, Y. Y., Gray, J. R., Cho, S. H., Chae, J. H., Lee, S., Kim, K. (2006). Neural correlates of superior intelligence: Stronger recruitment of posterior parietal cortex. *Neuroimage*, 29(2), 578–586.
- Lemos, G. C., Almeida, L. S., Colom, R. (2011). Intelligence of adolescents is related to their parents' educational level but not to family income. *Personality and Individual Differences*, 50(7), 1062–1067.
- Lerner, B. (1980). The war on testing – Detroit Edison in perspective. *Personnel Psychology*, 33(1), 11–16.
- Lett, T. A., Vogel, B. O., Ripke, S., Wackerhagen, C., Erk, S., Awasthi, S., ... IMAGEN consortium (2019). Cortical surfaces mediate the relationship between polygenic scores for intelligence and general intelligence. *Cerebral Cortex*, 30(4), 2708–2719. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhz270>
- Li, H., Namburi, P., Olson, J. M., Borio, M., Lemieux, M. E., Beyeler, A., ... Tye, K. M. (2022). Neurotensin orchestrates valence assignment in the amygdala. *Nature*, 608, 586–592. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04964-y>
- Li, Y., Liu, Y., Li, J., Qin, W., Li, K., Yu, C., Jiang, T. (2009). Brain anatomical network and intelligence. *PLoS Computational Biology*, 5(5), e1000395. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000395>
- Limb, C. J., Braun, A. R. (2008). Neural substrates of spontaneous musical performance: An fMRI study of jazz improvisation. *Plos One*, 3(2), e1679. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001679>
- Lipp, I., Benedek, M., Fink, A., Koschutnig, K., Reishofer, G., Bergner, S., ... Neubauer, A. (2012). Investigating neural efficiency in the visuo-spatial domain: An fMRI study. *Plos One*, 7(12), e51316. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051316>
- Liu, S., Chow, H. M., Xu, Y., Erkinen, M. G., Swett, K. E., Eagle, M. W., ... Braun, A. R. (2012). Neural correlates of lyrical improvisation: An fMRI study of freestyle rap. *Scientific Reports*, 2, 834. <https://doi.org/10.1038/srep00834>
- Loehlin, J. C. (1989). Partitioning environmental and genetic contributions to behavioral development. *American Psychology*, 44(10), 1285–1292. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.44.10.1285>

- Loehlin, J. C., Nichols, R. C. (1976). *Heredity, Environment, & Personality: A Study of 850 Sets of Twins*. Austin: University of Texas Press.
- Loo, C. K., Mitchell, P. B. (2005). A review of the efficacy of transcranial magnetic stimulation (TMS) treatment for depression, and current and future strategies to optimize efficacy. *Journal of Affective Disorders*, 88(3), 255–267. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2005.08.001>
- Luber, B., Lisanby, S. H. (2014). Enhancement of human cognitive performance using transcranial magnetic stimulation (TMS). *Neuroimage*, 85(Pt 3), 961–970. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.06.007>
- Lubinski, D. (2009). Cognitive epidemiology: With emphasis on untangling cognitive ability and socioeconomic status. *Intelligence*, 37(6), 625–633.
- Lubinski, D., Benbow, C. P., Kell, H. J. (2014). Life paths and accomplishments of mathematically precocious males and females four decades later. *Psychological Science*, 25(12), 2217–2232. <https://doi.org/10.1177/0956797614551371>
- Lubinski, D., Schmidt, D. B., Benbow, C. P. (1996). A 20-year stability analysis of the study of values for intellectually gifted individuals from adolescence to adulthood. *Journal of Applied Psychology*, 81(4), 443–451.
- Lubinski, D., Benbow, C. P., Webb, R. M., Bleske-Rechek, A. (2006). Tracking exceptional human capital over two decades. *Psychological Science*, 17(3), 194–199.
- Luciano, M., Wright, M. J., Smith, G. A., Geffen, G. M., Geffen, L. B., Martin, N. G. (2001). Genetic covariance among measures of information processing speed, working memory, and IQ. *Behavior Genetics*, 31(6), 581–592.
- Luders, E., Narr, K. L., Bilder, R. M., Thompson, P. M., Szeszko, P. R., Hamilton, L., Toga, A. W. (2007). Positive correlations between corpus callosum thickness and intelligence. *Neuroimage*, 37(4), 1457–1464. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.06.028>
- Luders, E., Narr, K. L., Thompson, P. M., Rex, D. E., Jancke, L., Steinmetz, H., Toga, A. W. (2004). Gender differences in cortical complexity. *Natural Neuroscience*, 7, 799–800. <https://doi.org/10.1038/nn1277>
- Luders, E., Narr, K. L., Thompson, P. M., Rex, D. E., Woods, R. P., DeLuca, H., ... Toga, A. W. (2006). Gender effects on cortical thickness and the influence of scaling. *Human Brain Mapping*, 27(4), 314–324.
- Luo, Q., Perry, C., Peng, D. L., Jin, Z., Xu, D., Ding, G. S., Xu, S. Y. (2003). The neural substrate of analogical reasoning: An fMRI study. *Cognitive Brain Research*, 17(3), 527–534.

- Lynn, R. (2009). What has caused the Flynn effect? Secular increases in the Development Quotients of infants. *Intelligence*, 37(1), 16–24.
- Mackey, A. P., Hill, S. S., Stone, S. I., Bunge, S. A. (2011). Differential effects of reasoning and speed training in children. *Developmental Science*, 14(3), 582–590.
- Mackey, A. P., Finn, A. S., Leonard, J. A., Jacoby-Senghor, D. S., West, M. R., Gabrieli, C. F., Gabrieli, J. D. (2015). Neuroanatomical correlates of the income-achievement gap. *Psychological Science*, 26(6), 925–933. <https://doi.org/10.1177/0956797615572233>
- Mackintosh, N. J. (1995). *Cyril Burt: Fraud or Framed?* Oxford–New York: Oxford University Press.
- Mackintosh, N. J. (2011). *IQ and Human Intelligence* (2nd ed.). Oxford–New York: Oxford University Press.
- Macnamara, B. N., Maitra, M. (2019). The role of deliberate practice in expert performance: Revisiting Ericsson, Krampe & Tesch-Romer (1993). *Royal Society on Open Science*, 6(8), 190327. <https://doi.org/10.1098/rsos.190327>
- Maguire, E. A., Valentine, E. R., Wilding, J. M., Kapur, N. (2003). Routes to remembering: The brains behind superior memory. *Nature Neuroscience*, 6(1), 90–95. <https://doi.org/10.1038/nn988>
- Maher, B. (2008). Poll results: Look who’s doping. *Nature*, 452(7188), 674–675. <https://doi.org/10.1038/452674a>
- Makel, M. C., Kell, H. J., Lubinski, D., Putallaz, M., Benbow, C. P. (2016). When lightning strikes twice: Profoundly gifted, profoundly accomplished. *Psychological Science*, 27(7), 1004–1018. <https://doi.org/10.1177/0956797616644735>
- Makowski, C., Meer, D. v. d., Dong, W., Wang, H., Wu, Y., Zou, J., ... Chen, C.-H. (2022). Discovery of genomic loci of the human cerebral cortex using genetically informed brain atlases. *Science*, 375(6580), 522–528. <https://doi.org/10.1126/science.abe8457>
- Malanchini, M., Rimfeld, K., Gidziela, A., Cheesman, R., Allegrini, A. G., Shakeshaft, N., ... Plomin, R. (2021). Pathfinder: A gamified measure to integrate general cognitive ability into the biological, medical, and behavioural sciences. *Molecular Psychiatry*, 26, 7823–7837. <https://doi.org/10.1038/s41380-021-01300-0>
- Maldjian, J. A., Davenport, E. M., Whitlow, C. T. (2014). Graph theoretical analysis of resting-state MEG data: Identifying interhemispheric connectivity and the default mode. *Neuroimage*, 96, 88–94. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.03.065>

- Mardis, E. R. (2008). Next-generation DNA sequencing methods. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 9, 387–402. <https://doi.org/10.1146/annurev.genom.9.081307.164359>
- Marioni, R. E., Davies, G., Hayward, C., Liewald, D., Kerr, S. M., Campbell, A., ... Deary, I. J. (2014). Molecular genetic contributions to socioeconomic status and intelligence. *Intelligence*, 44(100), 26–32. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.02.006>
- Marks, G. N. (2022). Cognitive ability has powerful, widespread and robust effects on social stratification: Evidence from the 1979 and 1997 US National Longitudinal Surveys of Youth. *Intelligence*, 94, 101686. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2022.101686>
- Martinez, K., Colom, R. (2021). Imaging the intelligence of humans. W: A. Barbey, S. Karama, R. J. Haier (red.), *The Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience* (s. 44–69). New York: Cambridge University Press.
- Martinez, K., Janssen, J., Pineda-Pardo, J. A., Carmona, S., Roman, F. J., Aleman-Gomez, Y., ... Colom, R. (2017). Individual differences in the dominance of interhemispheric connections predict cognitive ability beyond sex and brain size. *Neuroimage*, 155, 234–244.
- Maslen, H., Faulmuller, N., Savulescu, J. (2014). Pharmacological cognitive enhancement—how neuroscientific research could advance ethical debate. *Frontier in Systematic Neuroscience*, 8, 107. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00107>
- Matzel, L. D., Kolata, S. (2010). Selective attention, working memory, and animal intelligence. *Neuroscience Biobehavioral Review*, 34(1), 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.07.002>
- Matzel, L. D., Crawford, D. W., Sauce, B. (2020). Déjà vu all over again: A unitary biological mechanism for intelligence is (probably) untenable. *Journal of Intelligence*, 8(24).
- Matzel, L. D., Sauce, B., Wass, C. (2013). The architecture of intelligence: Converging evidence from studies of humans and animals. *Current Directions in Psychological Science*, 22(5), 342–348. <https://doi.org/10.1177/0963721413491764>
- Matzel, L. D., Han, Y. R., Grossman, H., Karnik, M. S., Patel, D., Scott, N., ... Gandhi, C. C. (2003). Individual differences in the expression of a “general” learning ability in mice. *Journal of Neuroscience*, 23(16), 6423–6433. [www.jneurosci.org/cgi/content/abstract/23/16/6423](http://www.jneurosci.org/cgi/content/abstract/23/16/6423)
- Mayseless, N., Shamay-Tsoory, S. G. (2015). Enhancing verbal creativity: Modulating creativity by altering the balance between right and left inferior frontal gyrus with tDCS. *Neuroscience*, 291, 167–176. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.01.061>

- McCabe, K. O., Lubinski, D., Benbow, C. P. (2020). Who shines most among the brightest?: A 25-year longitudinal study of elite STEM graduate students. *Journal of Personality and Social Psychology*, 119(2), 390–416. <https://doi.org/10.1037/pspp0000239>
- McDaniel, M. A. (2005). Big-brained people are smarter: A meta-analysis of the relationship between in vivo brain volume and intelligence. *Intelligence*, 33(4), 337–346.
- McGilchrist, I. (2021). *The Matter with Things. Our Brains, Our Delusions, and the Unmaking of the World*. London: Perspectiva.
- McGue, M., Bouchard, T. J., Iacono, W. G., Lykken, D. T. (1993). Age effects on heritability of intelligence. W: R. Plomin, G. E. McClearn (red.), *Nature, Nurture, and Psychology* (s. 59–76). Washington, DC: American Psychological Association.
- McGue, M., Anderson, E. L., Willoughby, E., Giannelis, A., Iacono, W. G., Lee, J. J. (2022). Not by g alone: The benefits of a college education among individuals with low levels of general cognitive ability. *Intelligence*, 92, 101642. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2022.101642>
- McKinley, R. A., Bridges, N., Walters, C. M., Nelson, J. (2012). Modulating the brain at work using noninvasive transcranial stimulation. *Neuroimage*, 59(1), 129–137. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.07.075>
- Melby-Lervåg, M., Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49(2), 270–291. <https://doi.org/10.1037/a0028228>
- Melby-Lervåg, M., Redick, T. S., Hulme, C. (2016). Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of “far transfer”: Evidence from a meta-analytic review. *Perspectives on Psychological Science*, 11(4), 512–534. <https://doi.org/10.1177/1745691616635612>
- Miller, B. L., Boone, K., Cummings, J. L., Read, S. L., Mishkin, F. (2000). Functional correlates of musical and visual ability in frontotemporal dementia. *British Journal of Psychiatry*, 176, 458–463. <https://doi.org/10.1192/bjp.176.5.458>
- Miller, B. L., Cummings, J., Mishkin, F., Boone, K., Prince, F., Ponton, M., Cotman, C. (1998). Emergence of artistic talent in frontotemporal dementia. *Neurology*, 51(4), 978–982. <https://doi.org/10.1212/WNL.51.4.9>
- Miller, E. B., Farkas, G., Duncan, G. J. (2016). Does Head Start differentially benefit children with risks targeted by the program’s service model? *Early Childhood Research Quarterly*, 34, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.08.001>
- Mitchell, B. L., Hansell, N. K., McAloney, K., Martin, N. G., Wright, M. J., Renteria, M. E., Grasby, K. L. (2022). Polygenic influences associated with adolescent cognitive skills. *Intelligence*, 94, 101680. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2022.101680>

- Mitchell, K. J. (2018). *Innate: How the Wiring of Our Brains Shapes Who We Are*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Moody, D. E. (2009). Can intelligence be increased by training on a task of working memory? *Intelligence*, 37(4), 327–328.
- Moreau, D. (2022). How malleable are cognitive abilities? A critical perspective on popular brief interventions. *American Psychologist*, 77(3), 409–423. <https://doi.org/10.1037/amp0000872>
- Moreau, D., Macnamara, B. N., Hambrick, D. Z. (2019). Overstating the role of environmental factors in success: A cautionary note. *Current Directions in Psychological Science*, 28(1), 28–33. <https://doi.org/10.1177/0963721418797300>
- Mountjoy, E., Schmidt, E. M., Carmona, M., Schwartzentruber, J., Peat, G., Miranda, A., ... Ghossaini, M. (2021). An open approach to systematically prioritize causal variants and genes at all published human GWAS trait-associated loci. *Nature Genetics*, 53, 1527–1533. <https://doi.org/10.1038/s41588-021-00945-5>
- Möhler, H., Rudolph, U. (2017). Disinhibition, an emerging pharmacology of learning and memory [version 1; peer reviewed: 3 approved]. *F1000Research*, 6(F1000 Faculty Rev): 101. <https://doi.org/10.12688/f1000research.9947.1>
- Muetzel, R. L., Mous, S. E., van der Ende, J., Blanken, L. M., van der Lugt, A., Jaddoe, V. W., ... White, T. (2015). White matter integrity and cognitive performance in school-age children: A population-based neuroimaging study. *Neuroimage*, 119, 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.06.014>
- Murray, C. (1995). The-bell-curve and its critics. *Commentary*, 99(5), 23–30.
- Murray, C. A. (2013). *Coming Apart: The State of White America, 1960–2010* (First paperback edition). New York: Crown Forum.
- Murray, C., Pattie, A., Starr, J. M., Deary, I. J. (2012). Does cognitive ability predict mortality in the ninth decade? The Lothian Birth Cohort 1921. *Intelligence*, 40(5), 490–498.
- Muzur, A., Pace-Schott, E. F., Hobson, J. A. (2002). The prefrontal cortex in sleep. *Trends in Cognition Science*, 6(11), 475–481. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(02\)01992-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(02)01992-7)
- Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, T. J., Boykin, A. W., Brody, N., Ceci, S. J., ... Urbina, S. (1996). Intelligence: Knowns and unknowns. *American Psychologist*, 51(2), 77–101.
- Neubauer, A. C. (2021). The future of intelligence research in the coming age of artificial intelligence – With a special consideration of the philosophical movements of trans- and posthumanism. *Intelligence*, 87, 101563. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101563>

- Neubauer, A. C., Fink, A. (2009). Intelligence and neural efficiency. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33(7), 1004–1023.
- Neville, H., Stevens, C., Pakulak, E., Bell, T. A. (2013). Commentary: Neurocognitive consequences of socioeconomic disparities. *Developmental Science*, 16(5), 708–712. <https://doi.org/10.1111/desc.12081>
- Newman, S. D., Just, M. A. (2005). The neural bases of intelligence: A perspective based on functional neuroimaging. W: R. J. Sternberg, J. E. Pretz (red.), *Cognition and Intelligence: Identifying the Mechanisms of the Mind* (s. 88–103). New York: Cambridge University Press.
- Nihongaki, Y., Kawano, F., Nakajima, T., Sato, M. (2015). Photoactivatable CRISPR-Cas9 for optogenetic genome editing. *Nature Biotechnology*, 33, 755–760. <https://doi.org/10.1038/nbt.3245>
- Nisbett, R. E. (2009). *Intelligence and How to Get It: Why Schools and Cultures Count*. New York: W.W. Norton & Co.
- Nisbett, R. E., Aronson, J., Blair, C., Dickens, W., Flynn, J., Halpern, D. F., Turkheimer, E. (2012). Intelligence new findings and theoretical developments. *American Psychologist*, 67(2), 130–159. <https://doi.org/10.1037/a0026699>
- Noble, K. G., Giebler, M. A. (2020). The neuroscience of socioeconomic inequality. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 36, 23–28. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2020.05.007>
- Noble, K. G., Wolmetz, M. E., Ochs, L. G., Farah, M. J., McCandliss, B. D. (2006). Brain-behavior relationships in reading acquisition are modulated by socioeconomic factors. *Developmental Science*, 9(6), 642–654. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2006.00542.x>
- Noble, K. G., Houston, S. M., Brito, N. H., Bartsch, H., Kan, E., Kuperman, J. M., ... Sowell, E. R. (2015). Family income, parental education and brain structure in children and adolescents. *Nature Neuroscience*, 18(5), 773–778. <https://doi.org/10.1038/nn.3983>
- Okbay, A., Wu, Y., Wang, N., Jayashankar, H., Bennett, M., Nehzati, S. M., ... Young, A. I. (2022). Polygenic prediction of educational attainment within and between families from genome-wide association analyses in 3 million individuals. *Nature Genetics*, 54(4), 437–449. <https://doi.org/10.1038/s41588-022-01016-z>
- Ozawa, A., Arakawa, H. (2021). Chemogenetics drives paradigm change in the investigation of behavioral circuits and neural mechanisms underlying drug action. *Behavioural Brain Research*, 406, 113234. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2021.113234>

- Pages, R., Protzko, J., Bailey, D. H. (2021). The breadth of impacts from the Abecedarian project early intervention on cognitive skills. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/19345747.2021.1969711>
- Pages, R., Lukes, D. J., Bailey, D. H., Duncan, G. J. (2020). Elusive longer-run impacts of head start: Replications within and across cohorts. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 42(4), 471–492. <https://doi.org/10.3102/0162373720948884>
- Pagnaer, T., Siermann, M., Borry, P., Tsuiko, O. (2021). Polygenic risk scoring of human embryos: A qualitative study of media coverage. *BMC Medical Ethics*, 22(1), 125. <https://doi.org/10.1186/s12910-021-00694-4>
- Pahor, A., Jausovec, N. (2014). The effects of theta transcranial alternating current stimulation (tACS) on fluid intelligence. *International Journal of Psychophysiology*, 93(3), 322–331. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2014.06.015>
- Pahor, A., Seitz, A. R., Jaeggi, S. M. (2022). Near transfer to an unrelated N-back task mediates the effect of N-back working memo training on matrix reasoning. *Nature Human Behaviour*, 6, 1243–1256. <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01384-w>
- Panizzon, M. S., Vuoksimaa, E., Spoon, K. M., Jacobson, K. C., Lyons, M. J., Franz, C. E., ... Kremen, W. S. (2014). Genetic and environmental influences of general cognitive ability: Is g a valid latent construct? *Intelligence*, 43, 65–76. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.01.008>
- Parasuraman, R., Jiang, Y. (2012). Individual differences in cognition, affect, and performance: Behavioral, neuroimaging, and molecular genetic approaches. *Neuroimage*, 59(1), 70–82.
- Parks, R. W., Loewenstein, D. A., Dodrill, K. L., Barker, W. W., Yoshii, F., Chang, J. Y., ... Duara, R. (1988). Cerebral metabolic effects of a verbal fluency test – A Pet Scan Study. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 10(5), 565–575.
- Pascoli, V., Turiault, M., Luscher, C. (2012). Reversal of cocaine-evoked synaptic potentiation resets drug-induced adaptive behaviour. *Nature*, 481(7379), 71–75. <https://doi.org/10.1038/nature10709>
- Pearson, J., Naselaris, T., Holmes, E. A., Kosslyn, S. M. (2015). Mental imagery: Functional mechanisms and clinical applications. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(10), 590–602. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.08.003>
- Pedersen, N. L., Plomin, R., Nesselroade, J. R., McClearn, G. E. (1992). A quantitative genetic-analysis of cognitive-abilities during the 2nd-half of the life-span. *Psychological Science*, 3(6), 346–353.

- Penke, L., Maniega, S. M., Bastin, M. E., Hernandez, M. C. V., Murray, C., Royle, N. A., ... Deary, I. J. (2012). Brain white matter tract integrity as a neural foundation for general intelligence. *Molecular Psychiatry*, 17(10), 1026–1030. <https://doi.org/10.1038/Mp.2012.66>
- Perez, P., Chavret-Reculon, E., Ravassard, P., Bouret, S. (2022). Using inhibitory DREADDs to silence LC neurons in Monkeys. *Brain Sciences*, 12(2), 206. <https://doi.org/10.3390/brainsci12020206>
- Perfetti, B., Saggino, A., Ferretti, A., Caulo, M., Romani, G. L., Onofrij, M. (2009). Differential patterns of cortical activation as a function of fluid reasoning complexity. *Human Brain Mapping*, 30(2), 497–510. <https://doi.org/10.1002/hbm.20519>
- Perobelli, S., Alessandrini, F., Zoccatelli, G., Nicolis, E., Beltramello, A., Assael, B. M., Cipolli, M. (2015). Diffuse alterations in grey and white matter associated with cognitive impairment in Shwachman-Diamond syndrome: Evidence from a multimodal approach. *Neuroimage Clinic*, 7, 721–731. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2015.02.014>
- Pesenti, M., Zago, L., Crivello, F., Mellet, E., Samson, D., Duroux, B., ... Tzourio-Mazoyer, N. (2001). Mental calculation in a prodigy is sustained by right prefrontal and medial temporal areas. *Nature Neuroscience*, 4(1), 103–107.
- Petrill, S. A., Deater-Deckard, K. (2004). The heritability of general cognitive ability: A within-family adoption design. *Intelligence*, 32(4), 403–409.
- Pfleiderer, B., Ohrmann, P., Suslow, T., Wolgast, M., Gerlach, A. L., Heindel, W., Michael, N. (2004). N-acetylaspartate levels of left frontal cortex are associated with verbal intelligence in women but not in men: A proton magnetic resonance spectroscopy study. *Neuroscience*, 123(4), 1053–1058.
- Pietschnig, J., Voracek, M. (2015). One century of global IQ gains: A formal meta-analysis of the Flynn Effect (1909–2013). *Perspectives on Psychological Science*, 10(3), 282–306.
- Pietschnig, J., Voracek, M., Formann, A. K. (2010). Mozart effect-Shmozart effect: A meta-analysis. *Intelligence*, 38(3), 314–323.
- Pineda-Pardo, J. A., Bruna, R., Woolrich, M., Marcos, A., Nobre, A. C., Maestu, F., Vidaurre, D. (2014). Guiding functional connectivity estimation by structural connectivity in MEG: An application to discrimination of conditions of mild cognitive impairment. *Neuroimage*, 101, 765–777. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.08.002>
- Pinho, A. L., de Manzano, O., Fransson, P., Eriksson, H., Ullen, F. (2014). Connecting to create: Expertise in musical improvisation is associated with increased functional connectivity between premotor and prefrontal areas. *Journal of Neuroscience*, 34(18), 6156–6163. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4769-13.2014>

- Pinker, S. (2002). *The Blank Slate: The Modern Denial of Human Nature*. New York: Viking.
- Plis, S. M., Weisend, M. P., Damaraju, E., Eichele, T., Mayer, A., Clark, V. P., ... Calhoun, V. D. (2011). Effective connectivity analysis of fMRI and MEG data collected under identical paradigms. *Computational Biology Medicine*, 41(12), 1156–1165. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2011.04.011>
- Plomin, R. (1999). Genetics and general cognitive ability. *Nature*, 402(6761 Suppl), C25–29. <https://doi.org/10.1038/35011520>
- Plomin, R. (2018). *Blueprint: How DNA Makes us Who We Are*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Plomin, R., Deary, I. J. (2015). Genetics and intelligence differences: Five special findings. *Molecular Psychiatry*, 20(1), 98–108. <https://doi.org/10.1038/mp.2014.105>
- Plomin, R., Kosslyn, S. M. (2001). Genes, brain and cognition. *Nature Neuroscience*, 4(12), 1153–1154.
- Plomin, R., Petrill, S. A. (1997). Genetics and intelligence: What's new? *Intelligence*, 24(1), 53–77.
- Plomin, R., von Stumm, S. (2018). The new genetics of intelligence. *Nature Review Genetics*, 19(3), 148–159. <https://doi.org/10.1038/nrg.2017.104>
- Plomin, R., Shakeshaft, N. G., McMillan, A., Trzaskowski, M. (2014a). Nature, nurture, and expertise. *Intelligence*, 45, 46–59.
- Plomin, R., Shakeshaft, N. G., McMillan, A., Trzaskowski, M. (2014b). Nature, nurture, and expertise: Response to Ericsson. *Intelligence*, 45, 115–117.
- Plomin, R., DeFries, J. C., Knopik, V. S., Neiderhiser, J. M. (2016). Top 10 replicated findings from behavioral genetics. *Perspectives on Psychological Science: A Journal of the Association for Psychological Science*, 11(1), 3–23. <https://doi.org/10.1177/1745691615617439>
- Pol, H. E. H., Posthuma, D., Baare, W. F. C., De Geus, E. J. C., Schnack, H. G., van Haren, N. E. M., ... Boomsma, D. I. (2002). Twin-singleton differences in brain structure using structural equation modelling. *Brain*, 125, 384–390.
- Polderman, T. J., Benyamin, B., de Leeuw, C. A., Sullivan, P. F., van Bochoven, A., Visscher, P. M., Posthuma, D. (2015). Meta-analysis of the heritability of human traits based on fifty years of twin studies. *Nature Genetics*, 47(7), 702–709. <https://doi.org/10.1038/ng.3285>
- Poldrack, R. A. (2015). Is “efficiency” a useful concept in cognitive neuroscience? *Developmental Cognition Neuroscience*, 11, 12–17. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2014.06.001>
- Posthuma, D., de Geus, E. J. C. (2006). Progress in the molecular-genetic study of intelligence. *Current Directions in Psychological Science*, 15(4), 151–155.

- Posthuma, D., De Geus, E., Boomsma, D. (2003). Genetic contributions to anatomical, behavioral, and neurophysiological indices of cognition. W: R. Plomin, J. DeFries, I. W. Craig, P. McGuffin (red.), *Behavioral Genetics in the Postgenomic Era* (s. 141–161). Washington, DC: American psychological Association.
- Posthuma, D., Baare, W. F. C., Pol, H. E. H., Kahn, R. S., Boomsma, D. I., De Geus, E. J. C. (2003). Genetic correlations between brain volumes and the WAIS-III dimensions of verbal comprehension, working memory, perceptual organization, and processing speed. *Twin Research*, 6(2), 131–139.
- Posthuma, D., De Geus, E. J., Baare, F., Hulshoff Pol, H. E., Kahn, R. S., Boomsma, D. I. (2002). The association between brain volume and intelligence is of genetic origin. *Natural Neuroscience*, 5(2), 83–84.
- Prabhakaran, V., Smith, J. A., Desmond, J. E., Glover, G. H., Gabrieli, J. D. (1997). Neural substrates of fluid reasoning: An fMRI study of neocortical activation during performance of the Raven's Progressive Matrices Test. *Cognitive Psychology*, 33(1), 43–63.
- Prat, C. S., Mason, R. A., Just, M. A. (2012). An fMRI investigation of analogical mapping in metaphor comprehension: The influence of context and individual cognitive capacities on processing demands. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38(2), 282–294. <https://doi.org/10.1037/a0026037>
- Preusse, F., Van Der Meer, E., Deshpande, G., Krueger, F., Wartenburger, I. (2011). Frontiers: Fluid intelligence allows flexible recruitment of the parieto-frontal network in analogical reasoning. *Frontier in Human Neuroscience*, 5.
- Protzko, J., Aronson, J., Blair, C. (2013). How to make a young child smarter: Evidence from the database of raising intelligence. *Perspectives on Psychological Science*, 8(1), 25–40.
- Quiroga, M. Á., Colom, R. (2020). Intelligence and video games. W: R. J. Sternberg (red.), *The Cambridge Handbook of Intelligence* (2nd ed., s. 626–656). Cambridge: Cambridge University Press.
- Quiroga, M. A., Diaz, A., Roman, F. J., Privado, J., Colom, R. (2019). Intelligence and video games: Beyond “brain-games”. *Intelligence*, 75, 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2019.05.001>
- Quiroga, M. A., Escorial, S., Román, F. J., Morillo, D., Jarabo, A., Privado, J., ... Colom, R. (2015). Can we reliably measure the general factor of intelligence (g) through commercial video games? Yes, we can! *Intelligence*, 53, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2015.08.004>

- Ramey, C. T., Ramey, S. L. (2004). Early learning and school readiness: Can early intervention make a difference? *Merrill-Palmer Quarterly Journal of Developmental Psychology*, 50(4), 471–491.
- Rankin, K. P., Liu, A. A., Howard, S., Slama, H., Hou, C. E., Shuster, K., Miller, B. L. (2007). A case-controlled study of altered visual art production in Alzheimer's and FTLD. *Cognitive Behavioral Neurology*, 20(1), 48–61. <https://doi.org/10.1097/WNN.0b013e31803141dd>
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., Ky, K. N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365(6447), 611. <https://doi.org/10.1038/365611a0>
- Redick, T. S. (2015). Working memory training and interpreting interactions in intelligence interventions. *Intelligence*, 50(0), 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2015.01.014>
- Redick, T. S. (2019). The Hype Cycle of working memory training. *Current Directions in Psychological Sciences*, 28(5), 423–429. <https://doi.org/10.1177/0963721419848668>
- Redick, T. S., Shipstead, Z., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Fried, D. E., Hambrick, D. Z., ... Engle, R. W. (2013). No evidence of intelligence improvement after working memory training: A Randomized, Placebo-Controlled Study. *Journal of Experimental Psychology-General*, 142(2), 359–379. <https://doi.org/10.1037/A0029082>
- Ree, M. J., Carretta, T. R. (1996). Central role of g in military pilot selection. *International Journal of Aviation Psychology*, 6(2), 111–123.
- Ree, M. J., Carretta, T. R. (2022). Thirty years of research on general and specific abilities: Still not much more than g. *Intelligence*, 91, 101617. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101617>
- Ree, M. J., Earles, J. A. (1991). Predicting training success – Not much more than G. *Personnel Psychology*, 44(2), 321–332.
- Reijneveld, J. C., Ponten, S. C., Berendse, H. W., Stam, C. J. (2007). The application of graph theoretical analysis to complex networks in the brain. *Clinical Neurophysiology*, 118(11), 2317–2331. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.08.010>
- Reverberi, C., Bonatti, L. L., Frackowiak, R. S., Paulesu, E., Cherubini, P., Macaluso, E. (2012). Large scale brain activations predict reasoning profiles. *Neuroimage*, 59(2), 1752–1764. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.08.027>
- Rhein, C., Muhle, C., Richter-Schmidinger, T., Alexopoulos, P., Doerfler, A., Kornhuber, J. (2014). Neuroanatomical correlates of intelligence in healthy young adults: The role of basal ganglia volume. *Plos One*, 9(4), e93623. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093623>

- Rietveld, C. A., Esko, T., Davies, G., Pers, T. H., Turley, P., Benyamin, B., ... Koellinger, P. D. (2014). Common genetic variants associated with cognitive performance identified using the proxy-phenotype method. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *111*(38), 13790–13794.
- Ritchie, S. (2022). Everything you need to know about breastfeeding and intelligence. *Substack*. [https://stuartritchie.substack.com/p/breastfeeding-iq?utm\\_source=%2Fprofile%2F1881468-stuart-ritchie&utm\\_medium=reader2](https://stuartritchie.substack.com/p/breastfeeding-iq?utm_source=%2Fprofile%2F1881468-stuart-ritchie&utm_medium=reader2)
- Ritchie, S. J., Tucker-Drob, E. M. (2018). How much does education improve intelligence? A meta-analysis. *Psychological Science*, *29*(8), 1358–1369. <https://doi.org/10.1177/0956797618774253>
- Ritchie, S. J., Booth, T., Valdés Hernández, M. d. C., Corley, J., Maniega, S. M., Gow, A. J., ... Deary, I. J. (2015). Beyond a bigger brain: Multivariable structural brain imaging and intelligence. *Intelligence*, *51*(0), 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2015.05.001>
- Ritchie, S. J., Cox, S. R., Shen, X. Y., Lombardo, M. V., Reus, L. M., Alloza, C., ... Deary, I. J. (2018). Sex differences in the adult human brain: Evidence from 5216 UK Biobank participants. *Cerebral Cortex*, *28*(8), 2959–2975. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhy109>
- Ritter, N., Kilinc, E., Navruz, B., Bae, Y. (2011). Test Review: L. Brown, R. J. Sherbenou, S. K. Johnsen Test of Nonverbal Intelligence-4 (TONI-4). Austin, TX: PRO-ED, 2010. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *29*(5), 484–488. <https://doi.org/10.1177/0734282911400400>
- Robertson, K. F., Smeets, S., Lubinski, D., Benbow, C. P. (2010). Beyond the threshold hypothesis: Even among the gifted and top math/science graduate students, cognitive abilities, vocational interests, and lifestyle preferences matter for career choice, performance, and persistence. *Current Directions in Psychological Science*, *19*(6), 346–351.
- Román, F. J., Morillo, D., Estrada, E., Escorial, S., Karama, S., Colom, R. (2018). Brain-intelligence relationships across childhood and adolescence: A latent-variable approach. *Intelligence*, *68*, 21–29. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2018.02.006>
- Romeo, R. R., Leonard, J. A., Scherer, E., Robinson, S., Takada, M., Mackey, A. P., ... Gabrieli, J. D. E. (2021). Replication and extension of family-based training program to improve cognitive abilities in young children. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, *14*(4), 792–811. <https://doi.org/10.1080/19345747.2021.1931999>

- Ryman, S. G., Yeo, R. A., Witkiewitz, K., Vakhtin, A. A., van den Heuvel, M., de Reus, M., ... Jung, R. E. (2016). Fronto-Parietal gray matter and white matter efficiency differentially predict intelligence in males and females. *Human Brain Mapping*, 37(11), 4006–4016. <https://doi.org/10.1002/hbm.23291>
- Sackett, P. R., Kuncel, N. R., Arneson, J. J., Cooper, S. R., Waters, S. D. (2009). Does socioeconomic status explain the relationship between admissions tests and post-secondary academic performance? *Psychological Bulletin*, 135(1), 1–22. <https://doi.org/10.1037/a0013978>
- Sahakian, B. J., Kramer, A. F. (2015). Editorial overview: Cognitive enhancement. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 4, V–VII. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.06.006>
- Sahakian, B., Morein-Zamir, S. (2007). Professor's little helper. *Nature*, 450(7173), 1157–1159. <https://doi.org/10.1038/4501157a>
- Sander, J. D., Joung, J. K. (2014). CRISPR-Cas systems for genome editing, regulation and targeting. *Nature Biotechnology*, 32(4), 347–355. <https://doi.org/10.1038/nbt.2842>
- Santaracchi, E., Emmendorfer, A., Pascual-Leone, A. (2017). Dissecting the parieto-frontal correlates of fluid intelligence: A comprehensive ALE meta-analysis study. *Intelligence*, 63, 9–28. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2017.04.008>
- Santaracchi, E., Rossi, S., Rossi, A. (2015a). The smarter, the stronger: Intelligence level correlates with brain resilience to systematic insults. *Cortex*, 64, 293–309. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2014.11.005>
- Santaracchi, E., Tatti, E., Rossi, S., Serino, V., Rossi, A. (2015b). Intelligence-related differences in the asymmetry of spontaneous cerebral activity. *Human Brain Mapping*, 36, 3586–3602. <https://doi.org/10.1002/hbm.22864>
- Santaracchi, E., Galli, G., Polizzotto, N. R., Rossi, A., Rossi, S. (2014). Efficiency of weak brain connections support general cognitive functioning. *Human Brain Mapping*, 35(9), 4566–4582. <https://doi.org/10.1002/hbm.22495>
- Santaracchi, E., Brem, A.-K., Levenbaum, E., Thompson, T., Kadosh, R. C., Pascual-Leone, A. (2015). Enhancing cognition using transcranial electrical stimulation. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 4, 171–178. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.06.003>
- Santaracchi, E., Emmendorfer, A., Tadayon, S., Rossi, S., Rossi, A., Pascual-Leone, A., Honeywell SHARP Team Authors (2017). Network connectivity correlates of variability in fluid intelligence performance. *Intelligence*, 65, 35–47.

- Santarnecci, E., Muller, T., Rossi, S., Sarkar, A., Polizzotto, N. R., Rossi, A., Cohen Kadosh, R. (2016). Individual differences and specificity of prefrontal gamma frequency-tACS on fluid intelligence capabilities. *Cortex*, 75, 33–43. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.11.003>
- Santarnecci, E., Polizzotto, N. R., Godone, M., Giovannelli, F., Feurra, M., Matzen, L., ... Rossi, S. (2013). Frequency-dependent enhancement of fluid intelligence induced by transcranial oscillatory potentials. *Current Biology*, 23(15), 1449–1453. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.06.022>
- Sauce, B., Matzel, L. D. (2013). The causes of variation in learning and behavior: Why individual differences matter. *Frontiers in Psychology*, 4.
- Sauce, B., Matzel, L. D. (2018). The paradox of intelligence: Heritability and malleability coexist in hidden gene-environment interplay. *Psychology Bulletin*, 144(1), 26–47. <https://doi.org/10.1037/bul0000131>
- Sauce, B., Liebherr, M., Judd, N., Klingberg, T. (2022). The impact of digital media on children's intelligence while controlling for genetic differences in cognition and socioeconomic background. *Scientific Reports*, 12(1), 7720. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11341-2>
- Sauce, B., Bendrath, S., Herzfeld, M., Siegel, D., Style, C., Rab, S., ... Matzel, L. D. (2018). The impact of environmental interventions among mouse siblings on the heritability and malleability of general cognitive ability. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 373(1756). <https://doi.org/ARTN20170289>
- Sawyer, K. (2011). The cognitive neuroscience of creativity: A critical review. *Creativity Research Journal*, 23(2), 137–154.
- Schaie, K. W. (1993). The Seattle Longitudinal Study: A thirty-five-year inquiry of adult intellectual development. *Zeitschrift fur Gerontologie*, 26(3), 129–137. [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8337905](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8337905)
- Schmidt, F. (2016). The validity and utility of selection methods in personnel psychology: Practical and theoretical implications of 100 years of research findings.
- Schmidt, F. L., Hunter, J. (2004). General mental ability in the world of work: Occupational attainment and job performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 86(1), 162–173. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.86.1.162>
- Schmidt, F. L., Hunter, J. E. (1998). The validity and utility of selection methods in personnel psychology: Practical and theoretical implications of 85 years of research findings. *Psychological Bulletin*, 124(2), 262–274.

- Schmithorst, V. J., Holland, S. K. (2006). Functional MRI evidence for disparate developmental processes underlying intelligence in boys and girls. *Neuroimage*, 31(3), 1366–1379.
- Schmithorst, V. J., Wilke, M., Dardzinski, B. J., Holland, S. K. (2005). Cognitive functions correlate with white matter architecture in a normal pediatric population: A diffusion tensor MRI study. *Human Brain Mapping*, 26(2), 139–147.
- Schubert, A.-L., Frischkorn, G. T. (2020). Neurocognitive psychometrics of intelligence: How measurement advancements unveiled the role of mental speed in intelligence differences. *Current Directions in Psychological Science*, 29(2), 140–146. <https://doi.org/10.1177/0963721419896365>
- Schubert, A.-L., Hagemann, D., Frischkorn, G. T. (2017). Is general intelligence little more than the speed of higher-order processing? *Journal of Experimental Psychology-General*, 146(10), 1498–1512.
- Schubert, A.-L., Hagemann, D., Frischkorn, G. T., Herpertz, S. C. (2018). Faster, but not smarter: An experimental analysis of the relationship between mental speed and mental abilities. *Intelligence*, 71, 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2018.10.005>
- Schubert, A.-L., Hagemann, D., Löffler, C., Frischkorn, G. T. (2020). Disentangling the effects of processing speed on the association between age differences and fluid intelligence. *Journal of Intelligence*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.3390/jintelligence8010001>
- Schubert, A.-L., Nunez, M. D., Hagemann, D., Vandekerckhove, J. (2019). Individual differences in cortical processing speed predict cognitive abilities: A model-based cognitive neuroscience account. *Computational Brain & Behavior*, 2(2), 64–84. <https://doi.org/10.1007/s42113-018-0021-5>
- Schwaighofer, M., Fischer, F., Buhner, M. (2015). Does working memory training transfer? A meta-analysis including training conditions as moderators. *Educational Psychologist*, 50(2), 138–166.
- Sellers, K. K., Mellin, J. M., Lustenberger, C. M., Boyle, M. R., Lee, W. H., Peterchev, A., Frohlich, F. (2015). Transcranial direct current stimulation (tDCS) of frontal cortex decreases performance on the WAIS-IV intelligence test. *Behavioral Brain Research*, 290, 32–44. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2015.04.031>
- Shakeshaft, N. G., Trzaskowski, M., McMillan, A., Krapohl, E., Simpson, M. A., Reichenberg, A., ... Plomin, R. (2015). Thinking positively: The genetics of high intelligence. *Intelligence*, 48, 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.11.005>

- Shamay-Tsoory, S. G., Adler, N., Aharon-Peretz, J., Perry, D., Mayseless, N. (2011). The origins of originality: The neural bases of creative thinking and originality. *Neuropsychologia*, 49(2), 178–185. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.11.020>
- Sharif, S., Guirguis, A., Fergus, S., Schifano, F. (2021). The use and impact of cognitive enhancers among university students: A systematic review. *Brain Sciences*, 11(3), 355. <https://doi.org/10.3390/brainsci11030355>
- Shaw, P., Greenstein, D., Lerch, J., Clasen, L., Lenroot, R., Gogtay, N., ... Giedd, J. (2006). Intellectual ability and cortical development in children and adolescents. *Nature*, 440(7084), 676–679.
- Shehzad, Z., Kelly, C., Reiss, P. T., Cameron Craddock, R., Emerson, J. W., McMahon, K., ... Milham, M. P. (2014). A multivariate distance-based analytic framework for connectome-wide association studies. *Neuroimage*, 93(Pt 1), 74–94. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.02.024>
- Shi, M., Li, Y., Sun, J., Li, X., Han, Y., Liu, Z., Qiu, J. (2022). Intelligence correlates with the temporal variability of brain networks. *Neuroscience*, 504: 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2022.08.001>
- Shipstead, Z., Redick, T. S., Engle, R. W. (2012). Is working memory training effective? *Psychology Bulletin*, 138(4), 628–654. <https://doi.org/10.1037/a0027473>
- Shonkoff, J. P., Phillips, D., National Research Council (U.S.). Committee on Integrating the Science of Early Childhood Development. (2000). *From Neurons to Neighborhoods: The Science of Early Childhood Development*. Washington, DC: National Academy Press.
- Siebner, H. R., Funke, K., Aberra, A. S., Antal, A., Bestmann, S., Chen, R., ... Ugawa, Y. (2022). Transcranial magnetic stimulation of the brain: What is stimulated? – A consensus and critical position paper. *Clinical Neurophysiology*, 140, 59–97. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2022.04.022>
- Sigala, N. (2015). Effects of memory training or task design? A Commentary on „Neural evidence for the use of digit-image mnemonic in a superior memorist: An fMRI study”. *Frontier in Human Neuroscience*, 9, 183. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00183>
- Sigman, M., Pena, M., Goldin, A. P., Ribeiro, S. (2014). Neuroscience and education: Prime time to build the bridge. *Nature Neuroscience*, 17(4), 497–502. <https://doi.org/10.1038/nn.3672>
- Silverman, P. H. (2004). Rethinking genetic determinism. *The Scientist*, 18(10), 32–33.

- Simos, P. G., Rezaie, R., Papanicolaou, A. C., Fletcher, J. M. (2014). Does IQ affect the functional brain network involved in pseudoword reading in students with reading disability? A magnetoencephalography study. *Frontier in Human Neuroscience*, 7, 932. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00932>
- Smith, M. E., Farah, M. J. (2011). Are prescription stimulants „smart pills”? The epidemiology and cognitive neuroscience of prescription stimulant use by normal healthy individuals. *Psychology Bulletin*, 137(5), 717–741. <https://doi.org/10.1037/a0023825>
- Smith, S. M., Nichols, T. E., Vidaurre, D., Winkler, A. M., Behrens, T. E. J., Glasser, M. F., ... Miller, K. L. (2015). A positive-negative mode of population covariation links brain connectivity, demographics and behavior. *Nature Neuroscience*, 18(11), 1565–1567. <https://doi.org/10.1038/nn.4125>
- Sniekers, S., Stringer, S., Watanabe, K., Jansen, P. R., Coleman, J. R. I., Krapohl, E., ... Posthuma, D. (2017). Genome-wide association meta-analysis of 78,308 individuals identifies new loci and genes influencing human intelligence. *Nature Genetics*, 49(7), 1107–1112. <https://doi.org/10.1038/ng.3869>
- Snyderman, M., Rothman, S. (1988). *The IQ Controversy, the Media and Public Policy*. New Brunswick, NJ: Transaction Books.
- Song, M., Liu, Y., Zhou, Y., Wang, K., Yu, C., Jiang, T. (2009). Default network and intelligence difference. *Conference Proceedings of the IEEE Engineering in Medicine and Biological Society, 2009*, 2212–2215. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2009.5334874>
- Song, M., Zhou, Y., Li, J., Liu, Y., Tian, L., Yu, C., Jiang, T. (2008). Brain spontaneous functional connectivity and intelligence. *Neuroimage*, 41(3), 1168–1176. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.02.036>
- Sonmez, A. I., Camsari, D. D., Nandakumar, A. L., Voort, J. L. V., Kung, S., Lewis, C. P., Croarkin, P. E. (2019). Accelerated TMS for Depression: A systematic review and meta-analysis. *Psychiatry Research*, 273, 770–781. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2018.12.041>
- Soreq, E., Violante, I. R., Daws, R. E., Hampshire, A. (2021). Neuroimaging evidence for a network sampling theory of individual differences in human intelligence test performance. *Nature Communication*, 12(1), 2072. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22199-9>
- Spearman, C. (1904). General intelligence objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, 201–293.
- Sripada, C., Angstadt, M., Rutherford, S., Taxali, A., Shedden, K. (2020). Toward a „treadmill test” for cognition: Improved prediction of general cognitive ability from the task activated brain. *Human Brain Mapping*, 41(12), 3186–3197.

- Stam, C. J., Reijneveld, J. C. (2007). Graph theoretical analysis of complex networks in the brain. *Nonlinear Biomedical Physics*, 1(1), 3. <https://doi.org/10.1186/1753-4631-1-3>
- Stammen, C., Fraenz, C., Grazioplene, R. G., Schlüter, C., Merhof, V., Johnson, W., ... Genç, E. (2022). Robust associations between white matter microstructure and general intelligence. *bioRxiv*, 2022.2005.2002.490274. <https://doi.org/10.1101/2022.05.02.490274>
- Stanley, J., Keating, D. P., Fox L. H. (1974). *Mathematical Talent: Discovery, Description, and Development*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Stein, J. L., Medland, S. E., Vasquez, A. A., Hibar, D. P., Senstad, R. E., Winkler, A. M., ... Enhancing Neuro Imaging Genetics Through Meta Analysis (2012). Identification of common variants associated with human hippocampal and intracranial volumes. *Nature Genetics*, 44(5), 552–561. <https://doi.org/10.1038/ng.225>
- Sternberg, R. J. (2000). *Practical Intelligence in Everyday Life*. Cambridge, UK–New York: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (2003). Our research program validating the triarchic theory of successful intelligence: Reply to Gottfredson. *Intelligence*, 31(4), 399–413.
- Sternberg, R. J. (2008). Increasing fluid intelligence is possible after all. *Proceedings of the National Academy Science USA*, 105(19), 6791–6792. <https://doi.org/10.1073/pnas.0803396105>
- Sternberg, R. J. (2014). Teaching about the nature of intelligence. *Intelligence*, 42, 176–179. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.08.010>
- Sternberg, R. J. (2018). *The Nature of Human Intelligence*. New York: Cambridge University Press.
- Strenze, T. (2007). Intelligence and socioeconomic success: A meta-analytic review of longitudinal research. *Intelligence*, 35(5), 401–426. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.09.004>
- Suthana, N., Fried, I. (2014). Deep brain stimulation for enhancement of learning and memory. *Neuroimage*, 85(Pt 3), 996–1002. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.07.066>
- Tammet, D. (2007). *Born on a Blue Day: Inside the Extraordinary Mind of an Autistic Savant: A Memoir* (1st Free Press pbk. ed.). New York: Free Press.
- Tang, C. Y., Eaves, E. L., Ng, J. C., Carpenter, D. M., Mai, X., Schroeder, D. H., ... Haier, R. J. (2010). Brain networks for working memory and factors of intelligence assessed in males and females with fMRI and DTI. *Intelligence*, 38(3), 293–303.
- Tang, Y. P., Shimizu, E., Dube, G. R., Rampon, C., Kerchner, G. A., Zhuo, M., ... Tsien, J. Z. (1999). Genetic enhancement of learning and memory in mice. *Nature*, 401(6748), 63–69.

- te Nijenhuis, J., Jongeneel-Grimen, B., Kirkegaard, E. O. W. (2014). Are Headstart gains on the g factor? A meta-analysis. *Intelligence*, 46, 209–215.
- Tellier, L. C. A. M., Eccles, J., Treff, N. R., Lello, L., Fishel, S., Hsu, S. (2021). Embryo screening for polygenic disease risk: Recent advances and ethical considerations. *Genes*, 12(8), 1105. <https://doi.org/10.3390/genes12081105>
- Terman, L. M. (1925). *Genetic Studies of Genius*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Terman, L. M. (1954). *Scientists and Nonscientists in a Group of 800 Gifted Men*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Thiele, J. A., Faskowitz, J., Sporns, O., Hilger, K. (2022). Multitask brain network reconfiguration is inversely associated with human intelligence. *Cerebral Cortex*, 32(19), 4172–4182. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhab47>
- Thoma, R. J., Yeo, R. A., Gangestad, S., Halgren, E., Davis, J., Paulson, K. M., Lewine, J. D. (2006). Developmental instability and the neural dynamics of the speed-intelligence relationship. *Neuroimage*, 32(3), 1456–1464.
- Thomas, P., Rammsayer, T., Schweizer, K., Troche, S. (2015). Elucidating the functional relationship between working memory capacity and psychometric intelligence: A fixed-links modeling approach for experimental repeated-measures designs. *Advances in Cognitive Psychology*, 11(1), 3–13.
- Thompson, P. M., Cannon, T. D., Narr, K. L., van Erp, T., Poutanen, V. P., Huttunen, M., ... Toga, A. W. (2001). Genetic influences on brain structure. *Nature Neuroscience*, 4(12), 1253–1258.
- Thompson, R., Crinella, F. M., Yu, J. (1990). *Brain Mechanisms in Problem Solving and Intelligence: A Survey of the Rat Brain*. New York: Plenum Press.
- Thompson, T. W., Waskom, M. L., Garel, K. L., Cardenas-Iniguez, C., Reynolds, G. O., Winter, R., ... Gabrieli, J. D. (2013). Failure of working memory training to enhance cognition or intelligence. *Plos One*, 8(5), e63614. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063614>
- Thurstone, L. L. (1938). *Primary Mental Abilities*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Thurstone, L. L., Thurstone, T. (1941). *Factorial Studies of Intelligence*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Tidwell, J. W., Dougherty, M. R., Chrabaszcz, J. R., Thomas, R. P., Mendoza, J. L. (2013). What counts as evidence for working memory training? Problems with correlated gains and dichotomization. *Psychonomic Bulletin & Review*, 21, 620–628. <https://doi.org/10.3758/s13423-013-0560-7>

- Toga, A. W., Thompson, P. M. (2005). Genetics of brain structure and intelligence. *Annual Review of Neuroscience*, 28, 1–23.
- Tommasi, M., Pezzuti, L., Colom, R., Abad, F. J., Saggino, A., Orsini, A. (2015). Increased educational level is related with higher IQ scores but lower g-variance: Evidence from the standardization of the WAIS-R for Italy. *Intelligence*, 50, 68–74.
- Trahan, L. H., Stuebing, K. K., Fletcher, J. M., Hiscock, M. (2014). The Flynn effect: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 140(5), 1332–1360. <https://doi.org/10.1037/a0037173>
- Troller-Renfree, S. V., Costanzo, M. A., Duncan, G. J., Magnuson, K., Gennetian, L. A., Yoshikawa, H., ... Noble, K. G. (2022). The impact of a poverty reduction intervention on infant brain activity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(5), e2115649119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2115649119>
- Trzaskowski, M., Shakeshaft, N. G., Plomin, R. (2013). Intelligence indexes generalist genes for cognitive abilities. *Intelligence*, 41(5), 560–565.
- Trzaskowski, M., Davis, O. S. P., DeFries, J. C., Yang, J., Visscher, P. M., Plomin, R. (2013). DNA evidence for strong genome-wide pleiotropy of cognitive and learning abilities. *Behavior Genetics*, 43(4), 267–273.
- Trzaskowski, M., Harlaar, N., Arden, R., Krapohl, E., Rimfeld, K., McMillan, A., ... Plomin, R. (2014). Genetic influence on family socioeconomic status and children's intelligence. *Intelligence*, 42(100), 83–88. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.11.002>
- Tsukahara, J. S., Engle, R. W. (2021). Fluid intelligence and the locus coeruleus-norepinephrine system. *Proceedings of the National Academy Science USA*, 118(46). <https://doi.org/10.1073/pnas.2110630118>
- Turkheimer, E. (2000). Three laws of behavior genetics and what they mean. *Current Directions in Psychological Science*, 9(5), 160–164.
- Turkheimer, E., Haley, A., Waldron, M., D'Onofrio, B., Gottesman, I. (2003). Socioeconomic status modifies heritability of IQ in young children. *Psychological Science*, 14(6), 623–628.
- Turley, P., Meyer, M. N., Wang, N., Cesarini, D., Hammonds, E., Martin, A. R., ... Visscher, P. M. (2021). Problems with using polygenic scores to select embryos. *New England Journal of Medicine*, 385(1), 78–86. <https://doi.org/10.1056/NEJMSr2105065>
- Ukkola-Vuoti, L., Kanduri, C., Oikkonen, J., Buck, G., Blancher, C., Raijas, P., ... Jarvela, I. (2013). Genome-wide copy number variation analysis in extended families and unrelated individuals characterized for musical aptitude and creativity in music. *Plos One*, 8(2), e56356. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056356>

- Unsworth, N., Redick, T. S., McMillan, B. D., Hambrick, D. Z., Kane, M. J., Engle, R. W. (2015). Is playing video games related to cognitive abilities? *Psychological Science*, 26(6), 759–774. <https://doi.org/10.1177/0956797615570367>
- Urban, D. J., Roth, B. L. (2015). DREADDs (designer receptors exclusively activated by designer drugs): Chemogenetic tools with therapeutic utility. *Annual Review of Pharmacological Toxicology*, 55, 399–417. <https://doi.org/10.1146/annurev-pharmtox-010814-124803>
- Utz, K. S., Dimova, V., Oppenlander, K., Kerkhoff, G. (2010). Electrified minds: Transcranial direct current stimulation (tDCS) and galvanic vestibular stimulation (GVS) as methods of non-invasive brain stimulation in neuropsychology – A review of current data and future implications. *Neuropsychologia*, 48(10), 2789–2810. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.06.002>
- Vakhtin, A. A., Ryman, S. G., Flores, R. A., Jung, R. E. (2014). Functional brain networks contributing to the Parieto-Frontal Integration Theory of Intelligence. *Neuroimage*, 103, 349–354. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.09.055>
- van den Heuvel, M. P., Sporns, O. (2011). Rich-club organization of the human connectome. *Journal of Neuroscience*, 31(44), 15775–15786. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3539-11.2011>
- van den Heuvel, M. P., Kahn, R. S., Goni, J., Sporns, O. (2012). High-cost, high-capacity backbone for global brain communication. *Proceedings of the National Academy Science USA*, 109(28), 11372–11377. <https://doi.org/10.1073/pnas.1203593109>
- van den Heuvel, M. P., Stam, C. J., Kahn, R. S., Pol, H. E. H. (2009). Efficiency of functional brain networks and intellectual performance. *Journal of Neuroscience*, 29(23), 7619–7624. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1443-09.2009>
- van der Linden, D., Dunkel, C. S., Madison, G. (2017). Sex differences in brain size and general intelligence (g). *Intelligence*, 63, 78–88. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2017.04.007>
- van der Maas, H. L. J., Snoek, L., Stevenson, C. E. (2021). How much intelligence is there in artificial intelligence? A 2020 update. *Intelligence*, 87, 101548. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101548>
- van der Sluis, S., Willemsen, G., de Geus, E. J. C., Boomsma, D. I., Posthuma, D. (2008). Gene-environment interaction in adults' IQ scores: Measures of past and present environment. *Behavior Genetics*, 38(4), 348–360.
- van Leeuwen, M., van den Berg, S. M., Boomsma, D. I. (2008). A twin-family study of general IQ. *Learning and Individual Differences*, 18(1), 76–88. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.04.006>

- Vardy, E., Robinson, J., Li, C., Olsen, R. H., DiBerto, J. F., Giguere, P. M., ... Roth, B. L. (2015). A new DREADD facilitates the multiplexed chemogenetic interrogation of behavior. *Neuron*, 86(4), 936–946. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.03.065>
- Vendetti, M. S., Bunge, S. A. (2014). Evolutionary and developmental changes in the lateral frontoparietal network: A little goes a long way for higher-level cognition. *Neuron*, 84(5), 906–917. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.09.035>
- Vernon, P. A. (1983). Speed of information processing and general intelligence. *Intelligence*, 7(1), 53–70.
- Vieira, B. H., Pamplona, G. S. P., Fachinello, K., Silva, A. K., Foss, M. P., Salmon, C. E. G. (2022). On the prediction of human intelligence from neuroimaging: A systematic review of methods and reporting. *Intelligence*, 93, 101654. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2022.101654>
- Villarrreal, M. F., Cerquetti, D., Caruso, S., Schwarcz Lopez Aranguren, V., Gerschovich, E. R., Frega, A. L., Leiguarda, R. C. (2013). Neural correlates of musical creativity: Differences between high and low creative subjects. *Plos One*, 8(9), e75427. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075427>
- Visscher, P. M. (2022). Genetics of cognitive performance, education and learning: From research to policy? *npj Science of Learning*, 7(1), 8. <https://doi.org/10.1038/s41539-022-00124-z>
- von Bastian, C. C., Oberauer, K. (2013). Distinct transfer effects of training different facets of working memory capacity. *Journal of Memory and Language*, 69(1), 36–58.
- von Bastian, C. C., Oberauer, K. (2014). Effects and mechanisms of working memory training: A review. *Psychological Research – Psychologische Forschung*, 78(6), 803–820.
- von Stumm, S., Deary, I. J. (2013). Intellect and cognitive performance in the Lothian Birth Cohort 1936. *Psychology and Aging*, 28(3), 680–684. <https://doi.org/10.1037/A0033924>
- von Stumm, S., Plomin, R. (2021). Using DNA to predict intelligence. *Intelligence*, 86, 101530. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101530>
- Vuoksima, E., Panizzon, M. S., Chen, C. H., Fiecas, M., Eyler, L. T., Fennema-Notestine, C., ... Kremen, W. S. (2015). The genetic association between neocortical volume and general cognitive ability is driven by global surface area rather than thickness. *Cerebral Cortex*, 25(8), 2127–2137. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhu018>
- Wagner, T., Robaa, D., Sippl, W., Jung, M. (2014). Mind the methyl: Methyllysine binding proteins in epigenetic regulation. *ChemMedChem*, 9(3), 466–483. <https://doi.org/10.1002/cmdc.201300422>

- Wai, J., Bailey, D. H. (2021). How intelligence research can inform education and public policy. W: A. Barbey, S. Karama, R. J. Haier (red.), *The Cambridge Handbook of Intelligence and Cognitive Neuroscience*. New York: Cambridge University Press.
- Wai, J., Worrell, F. C. (2021). The future of intelligence research and gifted education. *Intelligence*, 87, 101546. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101546>
- Wai, J., Brown, M., Chabris, C. F. (2019). No one likes the SAT. It's still the fairest thing about admissions. *Washington Post editorial*.
- Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C. P. (2005). Creativity and occupational accomplishments among intellectually precocious youths: An age 13 to age 33 longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 97(3), 484–492.
- Walfisch, A., Sermer, C., Cressman, A., Koren, G. (2013). Breast milk and cognitive development – The role of confounders: A systematic review. *BMJ Open*, 3(8), e003259. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-003259>
- Wang, C., Jaeggi, S. M., Yang, L., Zhang, T., He, X., Buschkuhl, M., Zhang, Q. (2019). Narrowing the achievement gap in low-achieving children by targeted executive function training. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 63, 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2019.06.002>
- Wang, L., Wee, C. Y., Suk, H. I., Tang, X., Shen, D. (2015). MRI-Based Intelligence Quotient (IQ) estimation with sparse learning. *Plos One*, 10(3), e0117295. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117295>
- Warne, R. T. (2019). An evaluation (and vindication?) of Lewis Terman: What the father of gifted education can teach the 21st century. *Gifted Child Quarterly*, 63(1), 3–21.
- Warne, R. T. (2020). *In the Know: Debunking 35 Myths about Human Intelligence*. Cambridge, United Kingdom–New York, NY: Cambridge University Press.
- Waterhouse, L. (2006). Inadequate evidence for multiple intelligences, Mozart effect, and emotional intelligence theories. *Educational Psychologist*, 41(4), 247–255. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep4104\\_5](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4104_5)
- Watrin, L., Huler, G., Wilhelm, O. (2022). Training working memory for two years – No evidence of transfer to intelligence. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 48(5), 717–733. <https://doi.org/10.1037/xlm0001135>
- Watson, J. B. (1930). *Behaviorism*. New York: W.W. Norton & Company.
- Wax, A. L. (2017). The poverty of the neuroscience of poverty: Policy payoff or false promise? *Jurimetrics*, 57(2), 239–287. [www.jstor.org/stable/26322667](http://www.jstor.org/stable/26322667)

- Weiss, D., Haier, R., Keating, D. (1974). Personality characteristics of mathematically precocious boys. W: J. Stanley, D. P. Keating, L. H. Fox (red.), *Mathematical Talent: Discovery, Description, and Development* (s. 126–139). Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Wendelken, C., Ferrer, E., Whitaker, K. J., Bunge, S. A. (2015). Fronto-parietal network reconfiguration supports the development of reasoning ability. *Cerebral Cortex*, 26(5), 2178–2190. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv050>
- Whalley, L. J., Deary, I. J. (2001). Longitudinal cohort study of childhood IQ and survival up to age 76. *BMJ*, 322(7290), 819. <https://doi.org/10.1136/bmj.322.7290.819>
- Wharton, C. M., Grafman, J., Flitman, S. S., Hansen, E. K., Brauner, J., Marks, A., Honda, M. (2000). Toward neuroanatomical models of analogy: A positron emission tomography study of analogical mapping. *Cognitive Psychology*, 40(3), 173–197.
- Widge, A. S., Zorowitz, S., Basu, I., Paulk, A. C., Cash, S. S., Eskandar, E. N., ... Dougherty, D. D. (2019). Deep brain stimulation of the internal capsule enhances human cognitive control and prefrontal cortex function. *Nature Communications*, 10(1), 1536. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09557-4>
- Wiemers, E. A., Redick, T. S., Morrison, A. B. (2019). The influence of individual differences in cognitive ability on working memory training gains. *Journal of Cognition Enhancement*, 3(2), 174–185. <https://doi.org/10.1007/s41465-018-0111-2>
- Wilke, M., Sohn, J. H., Byars, A. W., Holland, S. K. (2003). Bright spots: Correlations of gray matter volume with IQ in a normal pediatric population. *Neuroimage*, 20(1), 202–215.
- Willerman, L., Schultz, R., Rutledge, J. N., Bigler, E. D. (1991). In vivo brain size and intelligence. *Intelligence*, 15(2), 223–228.
- Willoughby, E. A., McGue, M., Iacono, W. G., Lee, J. J. (2021). Genetic and environmental contributions to IQ in adoptive and biological families with 30-year-old offspring. *Intelligence*, 88. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101579>
- Wilson, E. O. (1975). *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press.
- Witelson, S. F., Beresh, H., Kigar, D. L. (2006). Intelligence and brain size in 100 post-mortem brains: Sex, lateralization and age factors. *Brain*, 129(Pt 2), 386–398. <https://doi.org/10.1093/brain/awh696>
- Witelson, S. F., Kigar, D. L., Harvey, T. (1999a). Albert Einstein's brain – Reply. *Lancet*, 354(9192), 1822–1822.

- Witelson, S. F., Kigar, D. L., Harvey, T. (1999b). The exceptional brain of Albert Einstein. *Lancet*, 353(9170), 2149–2153.
- Wolff, S. B., Grundemann, J., Tovote, P., Krabbe, S., Jacobson, G. A., Müller, C., ... Luthi, A. (2014). Amygdala interneuron subtypes control fear learning through disinhibition. *Nature*, 509(7501), 453–458. <https://doi.org/10.1038/nature13258>
- Wooldridge, A. (2021). *The Aristocracy of Talent: How Meritocracy Made the Modern World*. New York: Skyhorse Publishing.
- Wu, X., Yang, W., Tong, D., Sun, J., Chen, Q., Wei, D., ... Qiu, J. (2015). A meta-analysis of neuroimaging studies on divergent thinking using activation likelihood estimation. *Human Brain Mapping*, 36(7), 2703–2718. <https://doi.org/10.1002/hbm.22801>
- Yang, J. J., Yoon, U., Yun, H. J., Im, K., Choi, Y. Y., Lee, K. H., ... Lee, J. M. (2013). Prediction for human intelligence using morphometric characteristics of cortical surface: Partial least square analysis. *Neuroscience*, 246, 351–361. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2013.04.051>
- Yin, L. J., Lou, Y. T., Fan, M. X., Wang, Z. X., Hu, Y. (2015). Neural evidence for the use of digit-image mnemonic in a superior memorist: an fMRI study. *Frontier in Human Neuroscience*, 9, 109. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00109>
- Yu, C. C., Furukawa, M., Kobayashi, K., Shikishima, C., Cha, P. C., Sese, J., ... Toda, T. (2012). Genome-wide DNA methylation and gene expression analyses of monozygotic twins discordant for intelligence levels. *Plos One*, 7(10).
- Zhao, M., Kong, L., Qu, H. (2014). A systems biology approach to identify intelligence quotient score-related genomic regions, and pathways relevant to potential therapeutic treatments. *Scientific Reports*, 4, 4176. <https://doi.org/10.1038/srep04176>
- Zhao, T., Zhu, Y., Tang, H., Xie, R., Zhu, J., Zhang, J. H. (2019). Consciousness: New concepts and neural networks. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 13. <https://doi.org/10.3389/fncel.2019.00302>
- Zisman, C., Ganzach, Y. (2022). The claim that personality is more important than intelligence in predicting important life outcomes has been greatly exaggerated. *Intelligence*, 92, 101631. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2022.101631>

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego  
90-237 Łódź, ul. J. Matejki 34a  
[www.wydawnictwo.uni.lodz.pl](http://www.wydawnictwo.uni.lodz.pl)  
e-mail: [ksiegarnia@uni.lodz.pl](mailto:ksiegarnia@uni.lodz.pl)  
tel. (42) 665 58 63

Książka stanowi przystępne opracowanie najnowszych osiągnięć badań neuronaukowych oraz ukazuje ich znaczenie dla rozumienia inteligencji. Liczne dowody empiryczne wskazują, że czynniki genetyczne odgrywają ważną rolę w rozwoju inteligencji rozpoczynającym się w okresie dzieciństwa, zaś wyniki testów inteligencji silnie korespondują z konkretnymi cechami mózgu ocenianymi za pomocą technik neuroobrazowania. Richard J. Haier w sposób szczegółowy, a jednocześnie zrozumiały przedstawia nowoczesne metody badawcze oparte na analizach DNA oraz obrazowaniu łączności i funkcji mózgu. Obala też powszechne mity, takie jak przekonanie o stronniczości i bezwartościowości testów IQ. Czytelnik zapozna się również z zupełnie realną możliwością stworzenia sposobów istotnego zwiększania inteligencji przy wykorzystaniu metod neuronaukowych oraz z potencjalnie pozytywnymi konsekwencjami tych działań dla edukacji i polityki społecznej.

 **WYDAWNICTWO  
UNIwersYTETU  
ŁÓDZKIEGO**

 [wydawnictwo.uni.lodz.pl](http://wydawnictwo.uni.lodz.pl)  
 [ksiegarnia@uni.lodz.pl](mailto:ksiegarnia@uni.lodz.pl)  
 (42) 665 58 63



Książka dostępna również  
jako e-book

ISBN 978-83-8331-891-2



9 788383 318912