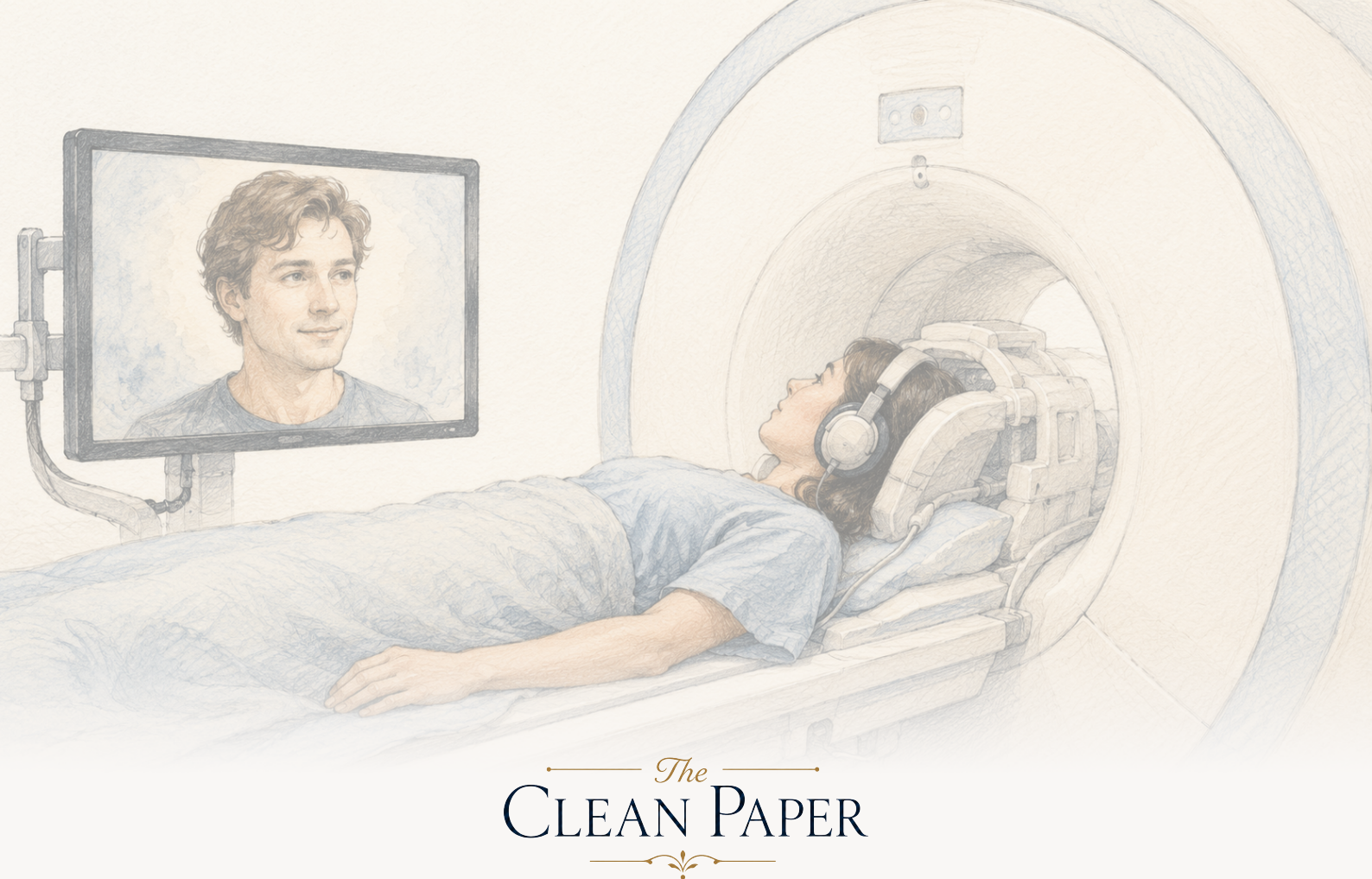




WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

რასაც უყურებთ, შეიძლება ემთხვეოდეს იმას, როგორაა თქვენი ვიზუალური ტვინი მორგებული

Nature Human Behaviour-ის კვლევა სტაბილურ ინდივიდუალურ მშერის ჩვევებს — რთულ სცენებში ადამიანები პირველად და ყველაზე დიდხანს სახეებს უყურებენ თუ ტექსტს — ვიზუალურ ქერქში შესაბამისი კატეგორიულად შერჩევითი უბნების გამორჩეულობასა და ზომას უკავშირებს. შედეგი არ ამბობს, რომ ადამიანები პირდაპირ მნიშვნელობით განსხვავებულ სამყაროს ხედავენ ან რომ ტვინი მშერის პატერნს იწვევს. ეს ფრთხილი კორელაციაა: ზრდასრულებში აქტიური დათვალიერება და ტვინის კატეგორიული რუკები ერთმანეთს ემთხვევა.

Written by Laura Nesso · Cross-checked by Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Active vision is linked to category selectivity in the individual brain*, Diana Kollenda, Elaheh Akbari, Maximilian D. Broda, and Benjamin de Haas, *Nature Human Behaviour* · DOI: 10.1038/s41562-026-02494-5

თვალეები შემთხვევითად არ დახეტიალობს

ორი ადამიანი ერთსა და იმავე დატვირთულ სცენას ერთნაირად არ დაათვალიერებს. ერთის მხერა სწრაფად გადადის სახეებზე. მეორის თვალეები ისევ და ისევ ტექსტზე ჩერდება. ეს განსხვავებები მხოლოდ წამიერი არჩევანი არაა. ამ კვლევაში ისინი სტაბილურ ინდივიდუალურ ნიშნებად გამოჩნდა: ასობით სურათის დათვალიერებისას ადამიანებს საიმედოდ განმეორებადი პირადი ტენდენციები ჰქონდათ — რას შეხედავდნენ პირველად და რამდენ ხანს შეაჩერებდნენ იქ მხერას.

საინტერესო კითხვა ისაა, რას უკავშირდება ეს ჩვევები. უბრალოდ პრეფერენციებია — სოციალურად ორიენტირებული ადამიანი სახეებს უყურებს, მკითხველი კი სიტყვებს — თუ ისინი დაკავშირებულია იმასთან, როგორ წარმოადგენს თითოეული ადამიანის ვიზუალური ტვინი ამ კატეგორიებს?

Diana Kollenda-მ, Elaheh Akbari-მ, Maximilian Broda-მ და Benjamin de Haas-მა ეს კავშირი პირდაპირ გამოსცადეს. მათ ბუნებრივი სცენების თავისუფალი დათვალიერებისას თვალის მოძრაობის თვალთვალი ცალკე fMRI ექსპერიმენტს შეუთავსეს, რომელიც თითოეული მონაწილის ვიზუალურ ქერქში ისეთი კატეგორიების წარმოდგენას ადგენდა, როგორიცაა სახეები და სიტყვები. შედეგი ფრთხილად ასე შეიძლება ითქვას: ადამიანებს, რომლებიც უპირატესად სახეებს უყურებდნენ, მარჯვენა ვენტრალურ ვიზუალურ ქერქში სახეების უფრო გამორჩეული ნერვული წარმოდგენები ჰქონდათ; ადამიანებს, რომლებიც უპირატესად ტექსტს უყურებდნენ, მარცხენა ვენტრალურ ვიზუალურ ქერქში სიტყვების უფრო გამორჩეული წარმოდგენები ჰქონდათ.

ეს არ ნიშნავს, რომ ტვინი თვალეებს ერთ კონკრეტულ გზაზე „აიძულებს“ გადაადგილებას, ან რომ სიტყვებზე ყურება თავისთავად ქმნის სიტყვების უბანს. ნაშრომი მიზნობრიობას არ ადგენს. მაგრამ ის ამბობს, რომ **აქტიური ხედვა** — ის, თუ როგორ არჩევს ადამიანი თვალეებით სამყაროდან ინფორმაციას — ამავე ადამიანის ვიზუალური სისტემის წვრილ სტრუქტურასთანაა შეხამებული.

რა გააკეთეს ავტორებმა

კვლევას ორი მკაფიოდ განცალკევებული ნაწილი ჰქონდა.

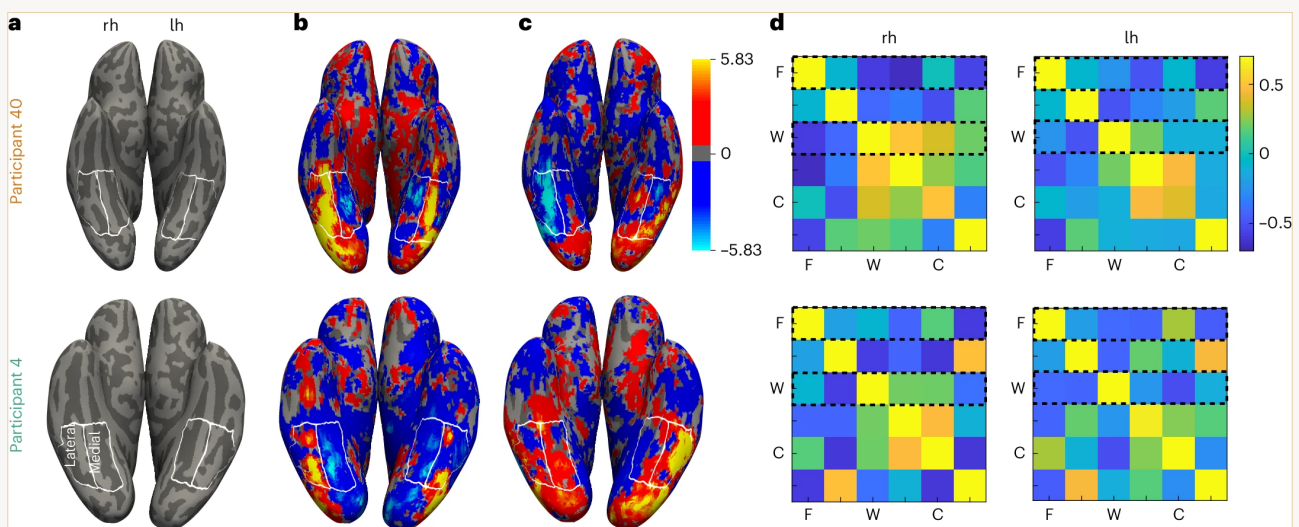
პირველ ნაწილში 102 ზრდასრული თავისუფლად ათვალიერებდა 700 რთულ სცენას, ხოლო მკვლევრები მათ თვალის მოძრაობებს იწერდნენ. სახეებისა და ტექსტისთვის ორი რამ გაზომეს: პირველად სად იყურებოდა მონაწილე და რამდენ ხანს აგრძელებდა იქ ყურებას. მთლიან დროს, რომელსაც მხერა ერთ კატეგორიაზე ატარებს, **dwelt დრო** — მხერის დაყოვნების დრო — ეწოდება.

მკვლევრებმა ასევე შეამოწმეს, რამდენად სტაბილური იყო ეს ჩვევები. **Split-half reliability-ის** მარტივი იდეაა: სურათები ორ ნაკრებად გაყავით, ორივეში ერთი და იგივე ჩვევა გაზომეთ და ნახეთ, კვლავ იგივე ადამიანები რჩებიან თუ არა მაღალი ან დაბალი მაჩვენებლებით. თუ პასუხი „კი“ არის, ჩვევა სანდოდ განმეორებადია.

აქ სანდოობა მაღალი იყო: სახეებისთვის $r = 0.93$ პირველ ფიქსაციებზე და $r = 0.95$ დაყოვნების დროზე; ტექსტისთვის კი $r = 0.87$ და $r = 0.88$. ერთთან ახლოს მნიშვნელობები ნიშნავს, რომ ტენდენცია ძალიან სტაბილურია.

მეორე ნაწილში ამ მონაწილეებიდან 61-მა ცალკე ფუნქციური MRI ექსპერიმენტი გაიარა. ფუნქციური MRI, ანუ fMRI, სისხლში ჟანგბადის ცვლილებებს იყენებს როგორც არაპირდაპირ სიგნალს იმისა, ტვინის რომელი უბნებია დავალებისას უფრო აქტიური. **ლოკალიზატორი** სტანდარტული რუკირების დავალებაა: მონაწილეს აჩვენებენ ცნობილ კატეგორიებს — მაგალითად სახეებს ან სიტყვებს — და ადგენენ ქერქის იმ უბნებს, რომლებიც ერთ კატეგორიაზე სხვებთან შედარებით ძლიერად რეაგირებს. ეს თავისუფალი დათვალიერება არ იყო. მონაწილეები ცენტრში აფიქსირებდნენ მზერას, ხოლო ბლოკებად ეჩვენებოდათ სახეები, ფსევდოსიტყვები, სხეულები, სახლები, ავტომობილები და კიდურები. ეს დიზაინი მნიშვნელოვანია: სკანერში მიღებული ტვინის საზომი უბრალოდ იმის შედეგი არ ყოფილა, რომ მონაწილეები იმავე ობიექტებისკენ ამოძრავებდნენ თვალებს.

შემდეგ მკვლევრებმა იკითხეს, რამდენად გამორჩეული იყო თითოეული ადამიანის კატეგორიული პასუხი ვენტრალურ ტემპორალურ ქერქში. უფრო გამორჩეული „სახის“ პატერნი ნიშნავს, რომ სახეებზე ტვინის აქტივობა უფრო საიმედოდ იყო სახეებისთვის დამახასიათებელი და სხვა კატეგორიებისგან უკეთ გამოიყოფოდა. უფრო გამორჩეული „სიტყვის“ პატერნი იმავს ნიშნავს სიტყვებისა და ასოების/სიმბოლოებისთვის.



კვლევის მონაწილეთა სიიდან შერჩეული ორი ადამიანის fMRI რუკების მაგალითი; ზედა და ქვედა რიგები ორ სხვადასხვა ადამიანს ეკუთვნის. პანელ A-ში თეთრი კონტურები აღნიშნავს ვენტრალური ტემპორალური ქერქის იმ უბნებს, რომლებიც კვლევაში გაანალიზდა. B და C პანელები სხვადასხვა კონტრასტს აჩვენებს: B გამოყოფს ქერქს, რომელიც სახეებზე უფრო ძლიერად რეაგირებს, C კი — დაწერილ სიტყვებზე. D პანელი მატრიცის სახით აჯამებს, რამდენად ჰგავდა ერთმანეთს პასუხის პატერნები სხვადასხვა ობიექტურ კატეგორიაში. მატრიცა 6×6 -ია, რადგან ლოკალიზატორში ექვსი სტიმულის კატეგორია გამოიყენეს; F ნიშნავს სახეებს, W სიტყვებს, C ავტომობილებს, ხოლო დანარჩენი რიგები და სვეტები სხეულებს, სახლებსა და კიდურებს. ერთი და იმავე კატეგორიის უფრო მაღალი მსგავსება და სხვადასხვა კატეგორიებს შორის უფრო დაბალი მსგავსება ნიშნავს, რომ ამ კატეგორიის ნერვული წარმოდგენა უფრო გამორჩეულია. მთავარი აზრი არაა, რომ ყველა მონაწილეს

ერთი და იგივე რუკა აქვს — კვლევა ამ რუკებს თითოეული ადამიანის დონეზე ზომავდა.

Kollenda et al. / Nature Human Behaviour CC BY 4.0

რა აღმოაჩინეს

ძირითადი პატერნი კატეგორიის სპეციფიკური იყო.

მარჯვენა ლატერალურ ვენტრალურ ტემპორალურ ქერქში სახეების წარმოდგენის გამორჩეულობა კორელაციაში იყო იმასთან, რამდენად ხშირად უყურებდა მონაწილე სახეებს დამოუკიდებელ თავისუფალი-დათვალიერების დავალებაში. კავშირი ჩანდა როგორც პირველ ფიქსაციებში, ისე დაყოვნების დროში. მარცხენა ლატერალურ ვენტრალურ ტემპორალურ ქერქში სიტყვების გამორჩეულობა კი ტექსტისკენ მზერის ტენდენციას უკავშირდებოდა.

ნაშრომმა ასევე შეამოწმა, ხომ არ იყო ეს უბრალოდ ზოგადი ეფექტი — თითქოს ზოგ ადამიანს მთლიანად „უფრო ძლიერი“ ვიზუალური ქერქი აქვს. ყველაზე ძლიერი კავშირები მოსალოდნელ კატეგორიასა და ნახევარსფეროს მიჰყვებოდა: სახეები — მარჯვენა ლატერალურ VTC-ში, სიტყვები — მარცხენა ლატერალურ VTC-ში. სხვადასხვა კატეგორიებს შორის კავშირები მთავარი შედეგი არ ყოფილა.

ნერვული საზომები ქცევასაც უკავშირდებოდა. უფრო მცირე ქვეჯგუფებში სახეების უფრო გამორჩეული წარმოდგენა Cambridge Face Memory Test-ში უკეთ შესრულებას უკავშირდებოდა, ხოლო სიტყვების უფრო გამორჩეული წარმოდგენა — უფრო სწრაფ კითხვას. ეს ნერვულ საზომს გარეგან მნიშვნელობასაც აძლევს: ის მხოლოდ სკანერის სტატისტიკა არაა და დაკავშირებულია იმასთან, რისი გაკეთებაც ადამიანებს შეუძლიათ.

რას არ ნიშნავს ეს

მაცდური სათაური იქნებოდა: „ტვინი წყვეტს, რას ხედავ“. ეს ზედმეტად ძლიერი დასკვნაა.

კვლევა მიზეზობრიობის მიმართულებას არ ადგენს. შეიძლება ადამიანი უფრო ხშირად უყურებდეს სახეებს იმიტომ, რომ მისი სახის წარმოდგენები უფრო ზუსტია. ან შეიძლება ეს წარმოდგენები უფრო ზუსტი იყოს იმიტომ, რომ წლების განმავლობაში სახეებზე ხშირი ყურება ვიზუალური სისტემის ამ ნაწილს აყალიბებდა. ან ორივე ერთად ვითარდებოდა. ავტორები ამ განვითარების კითხვას ღიად ტოვებენ.

ეს არც იმას ნიშნავს, რომ განსხვავებული მზერის ჩვევების მქონე ადამიანები განსხვავებულ ფიზიკურ სცენებს ხედავენ. ყველა ერთსა და იმავე სურათებს უყურებდა. განსხვავებაა **ინფორმაციის შერჩევაში**: რომელი ობიექტები იღებს პრიორიტეტს, რომელი ინფორმაცია გროვდება პირველად და რომელი კატეგორიებია ვიზუალურ

ქერქში უფრო გამორჩეულად წარმოდგენილი.

ეს არც ინდივიდუალური დიაგნოსტიკური ტესტია. ჯგუფის დონეზე კორელაციები მნიშვნელოვანია, მაგრამ ისინი ვერ გვაძლევს საშუალებას ვთქვათ: „ამ ადამიანის ტვინის რუკა ზუსტად გვეტყვის, ამ კონკრეტულ სურათს როგორ შეხედავს“.

რატომ არის ეს მნიშვნელოვანი

ხედვას ხშირად ისე აღწერენ, თითქოს თვალები კამერა იყოს, რომელიც ტვინს გამოსახულებას აწვდის. რეალური ხედვა ამაზე უფრო აქტიურია. თვალი ყოველ წამს არჩევს, რომელი ინფორმაცია მიიტანოს მაღალი გარჩევადობით. ეს არჩევანი კი იმ შეყვანად იქცევა, საიდანაც ტვინი სწავლობს და მოქმედებს.

ეს ნაშრომი ამ მარყუქს უფრო მყარ საფუძველზე აყენებს. ერთი და იმავე ადამიანების ფარგლებში ის აქტიურ ნაწილს — სცენაში თვალების მოძრაობას — წარმომადგენლობით ნაწილთან — ვენტრალურ ვიზუალურ ქერქში კატეგორიულ რუკებთან — აკავშირებს. შედეგი ართულებს „ვიზუალური ქერქის ორგანიზაციისა“ და „ვიზუალური ქცევის“ სრულიად განცალკევებულ დონეებად განხილვას. ზრდასრულებში, სულ მცირე, ისინი ერთმანეთს ემთხვევა.

სწორედ ეს შეხამებაა მთავარი ამბავი. არა ის, თითქოს სახეებზე ორიენტირებული ადამიანები ერთი ტიპის პიროვნებები არიან და ტექსტზე ორიენტირებულები — სხვა. არც ის, რომ ერთი ტვინის უბანი პიროვნებას ხსნის. შედეგი უფრო ვიწრო და სასარგებლოა: სტაბილური განსხვავებები იმაში, როგორ იკვლევენ ადამიანები ვიზუალურ სცენებს, ემთხვევა სტაბილურ განსხვავებებს იმაში, რამდენად მკვეთრად წარმომადგენს მათი ვიზუალური ქერქი იმ საგნებს, რომლებსაც ისინი ხშირად ეძებენ.

მოკლე შეჯამება

Nature ადამიანის Behaviour-ში გამოქვეყნებულ კვლევაში მკვლევრებმა 102 ზრდასრულის თვალის მოძრაობა გაზომეს 700 რთული სცენის დათვალიერებისას, შემდეგ კი 61 მონაწილეს fMRI-ით კატეგორიულად შერჩევითი ვიზუალური პასუხები დაუკარტოგრაფეს. ადამიანები, რომლებიც სახეებს პირველად და უფრო დიდხანს უყურებდნენ, მარჯვენა ლატერალურ ვენტრალურ ტემპორალურ ქერქში სახეების უფრო გამორჩეულ წარმოდგენებს აჩვენებდნენ; ტექსტისკენ მიდრეკილ ადამიანებს მარცხენა ლატერალურ ვენტრალურ ტემპორალურ ქერქში სიტყვების უფრო გამორჩეული წარმოდგენები ჰქონდათ. უფრო მცირე ქვეჯგუფებში ეს ნერვული საზომები სახის ამოცნობასა და კითხვის სისწრაფესაც უკავშირდებოდა. კვლევა კორელაციურია და არა მიზეზობრივი: ის აჩვენებს, რომ ზრდასრულებში აქტიური მზერის ჩვევები და კატეგორიულად შერჩევითი ტვინის ორგანიზაცია ერთმანეთს ემთხვევა, მაგრამ არა იმას, რომელი იწვევს მეორეს.

ზედმეტი ხმაურის გარეშე

რას აჩვენებს ნაშრომი: ბუნებრივ სცენებში სახეებისა და ტექსტისკენ მზერის სტაბილური ინდივიდუალური ტენდენციები დაკავშირებულია ვენტრალურ ვიზუალურ ქერქში შესაბამის კატეგორიულ წარმოდგენებთან.

რა არის დასაჯერებელი, მაგრამ დაუმტკიცებელი: რომ ხანგრძლივი ვიზუალური გამოცდილება და ტვინის „მორგება“ განვითარების განმავლობაში ერთმანეთს აძლიერებს. ნაშრომი ამ იდეას ეთანხმება, მაგრამ განვითარების მიმართულებას არ ამოწმებს.

რას არ აჩვენებს: რომ ადამიანები პირდაპირ მნიშვნელობით განსხვავებულ სამყაროს ხედავენ; რომ მზერის ჩვევები უცვლელად „ჩაშენებულია“; ან რომ fMRI რუკები თვალის მოძრაობას იწვევს.

მთავარი შეზღუდვები: კორელაციური დიზაინი; ზრდასრული უნივერსიტეტური ნიმუში; სახის ამოცნობისა და კითხვისთვის უფრო მცირე ქვეჯგუფები; და ცალკე fMRI ლოკალიზატორი, არა თავისუფალი დათვალიერებისას ერთდროული fMRI.

რამდენად მაღალი უნდა იყოს ნდობა? მაღალი — რომ ამ ნიმუშში მზერის ტენდენციები რეალური და სტაბილურია; საშუალოდ მაღალი — რომ ისინი შესაბამის კატეგორიულ ვიზუალურ წარმოდგენებთანაა დაკავშირებული. მიზეზობრივი ისტორიის მიმართ ნდობა დაბალი უნდა დარჩეს, სანამ განვითარების ან ინტერვენციული კვლევები მიმართულებას პირდაპირ არ გამოსცდის.

წყაროები

Kollenda et al., Nature Human Behaviour (2026), DOI 10.1038/s41562-026-02494-5
<https://doi.org/10.1038/s41562-026-02494-5>

OSF repository for anonymized data, code and stimuli
<https://osf.io/9fhxk/>