Advances in Cognitive Sciences
Vol 25, No. 3, Autumn 2023
Research Article
Pages 159-169

Methodological considerations in cognitive science experiments: A case study on the functional magnetic resonance imaging of the emotional function of fear

Zahra Shahani[1], Mahgol Tavakoli[2*], Amir Ehsan Karbasizadeh[3]

1. MA in Cognitive Psychology, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2. Associate Professor of Psychology, Department of Psychology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Isfahan, Isfahan, Iran
3. Associate Professor of Philosophy, Department of Philosophy, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Recieved: 3 May. 2023
Revised: 23 Aug. 2023
Accepted: 3 Sep. 2023

Keywords
Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI)
Theory-ladenness
Emotional function
Inferences
Fear

Corresponding author
Mahgol Tavakoli, Associate Professor of Psychology, Department of Psychology, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Email: M.tavakoli@edu.ui.ac.ir

doi.org/10.30514/icss.25.3.159

Abstract

Introduction: Modern scientific research relies heavily on scientific experiments to produce valid results. Scientists often claim that their work is based on empirical evidence. It is widely believed among scientists that numerous breakthroughs in various fields stem directly from quantitative approaches and the mathematical analysis of data gathered by researchers. This study aims to focus on the theoretical assumptions and their implications for the outcomes of cognitive science. The main question is how and to what extent functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) pictures can help scientists to justify their claims. Hence, the epistemic status of the fMRI pictures and their role in affirming theories in cognitive science should be addressed.

Methods: The study explored the theory-ladenness nature of observation in neuroimaging through conceptual analysis and philosophical reasoning.

Results: This research shows that the interpretation of fMRI pictures from other points of view is still possible and cannot be dismissed by mere experiments. The conclusions do not stem from their conceptual theories.

Conclusion: Theoretical frameworks influence fMRI images and cognitive science insights. These frameworks provide diverse interpretations of fMRI data, which can significantly shape the discipline's growth and application across various aspects of human life. Reflecting on cognitive science concepts could unlock new opportunities for this emerging field.

Citation: Shahani Z, Tavakoli M, Karbasizadeh AE. Methodological considerations in cognitive science experiments: A case study on the functional magnetic resonance imaging of the emotional function of fear. Advances in Cognitive Sciences. 2023;25(3):159-169.

Extended Abstract

Introduction

In complex systems, various activities lack coordination, making their identification challenging—a persistent issue over time. A particular cell is active in response to stimuli with specific properties so that the cell may contain information about those properties. All cells provide potent signals but cannot tell where information processing occurs in a particular brain region. The hypothesis underlying the imaging technique claims that

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

a cell contains information about the stimulus, causing it to fire mechanically, so the cell can be interpreted as detecting that feature. Recently, this hypothesis has been challenged by researchers who have noted that most cells respond and process information at different speeds. The present study aims to answer this question: Are the results obtained from fMRI reliable or not?

The history of fMRI development has two distinct paths for research and development: the first path of physics led to the discovery of nuclear magnetism and its subsequent application in the development of magnetic resonance imaging, and the second path in physiology was to discover changes in cerebral blood flow using MRI and describe the response by blood oxygen levels. The primary goal of these experiments was not to generate new knowledge about brain activity but to replicate well-known neuroscience theories. However, in the late 19th and early 20th centuries, they used it to discover further information about the brain.

Methods

This research assesses the reliability of outcomes by consulting the perspectives of philosophers of science specializing in neuroimaging techniques. It employs philosophical argumentation and conceptual analysis, practices typical in cognitive science philosophy.

Results

BOLD in each brain region is tested by testing the null hypothesis of a statistically significant difference between the conditions desired by the researcher. In fMRI studies, the null hypothesis asserts that an experimental condition does not inherently influence the observed MR signal. In this way, the neural activity in the target area remains unchanged during the cognitive test. The P-value indicates the probability of observing the data under the null hypothesis. The second step compares the P-value with the predetermined significance level (α). Suppose the P-value is less than this level of significance. In that case, the data is statistically significant, and the active region of the brain is functionally substantial, allowing the researcher to reject the null hypothesis. Deborah Mayo argues that if the inferential method has very little chance of providing evidence against hypothesis H, even if H is false, then one can intuitively deny that the data are evidence for H. The stricter condition is known as the full severity principle, indicating that if Hypothesis H passes the t-test, the data provide good evidence for Hypothesis H. Mayo further states that conclusions and theories can be based on local evidence.

One way to counter Mayo's emphasis on empirical knowledge is to point out the key roles that theory plays in science, which she ignores. Theories may be criticized not by empirical tests but by showing that they are incompatible with other theories. Chalmers argues that theories are fundamental components of scientific knowledge. Therefore, they cannot be interpreted merely as heuristic guides to actual empirical knowledge developed independently of them. Likewise, Empirical knowledge cannot be justified without appealing to some theory. Similarly, Klein criticizes the testing of statistical hypotheses, such as the t-test in fMRI research. As explained, if the P-value is lower than the predetermined significant threshold, the null hypothesis is rejected, and it can be concluded that there is a statistically significant difference between the control and experimental conditions. He believes meaningful results can be obtained even when no natural effect exists. Various factors can make this happen. For example, when significant activity is observed in a brain region as a result of performing a cognitive test, this activity is likely interpreted as significant because the significance threshold was chosen freely and permissively. According to Klein, freely choosing the significance threshold harms the reliability of inferences drawn from fMRI data. The

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

statistical nature of the inference in fMRI makes the inferences drawn from its data unreliable, as no agreement exists between the views of probability and their reliability. On the other hand, if all parts of the brain are essential for a function, the null hypothesis is always false, and the severe test of Mayo's statistical significance cannot be used.

Conclusion

The present study shows that cognitive theories do not explicitly predict brain function. How these predictions follow from their plausible theories and how psychological theories about the brain can be justified is still underdetermined at this stage. If fMRI data disproves or confirms a theory, they can be consistent with the data because these theories do not make precise predictions about brain functions. As mentioned, there are different theories about the neural circuits of fear. Each scientist makes fMRI data consistent with his mutually exclusive theory, and this, as Klein calls it, is an impasse. Additionally, it is impossible to reach a reliable conclusion by making the test conditions difficult and passing the success of the hypothesis from the severe test conditions because these features and statistical tools are full of statistical hypotheses. The problems of the theory-ladenness nature of neural images and the reliability of conclusions cannot be solved by using the science of statistics.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There are no ethical considerations in the research relevant to this study.

Authors' contributions

This article is excerpted from the lead author's master's thesis in Psychology Department at Isfahan University. All three contributors collaborated in selecting the subject and refining the final manuscript.

Funding

No financial support has been received from any organization for this study.

Acknowledgments

This article is the result of a study conducted for a master's thesis at the University of Isfahan, which was not possible without the support of two respected professors. Words cannot express my gratitude towards them.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

مجله تازه‌های علوم شناختی
دوره ۲۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲
صفحات ۱۷۹-۱۵۹
مقاله پژوهشی

ملاحظاتی روش شناختی در آزمایش‌های علوم شناختی: موردکاویِ تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی از کارکرد هیجانی ترس

زهرا شاهانی[۱]، ماهگل توکلی[۲*]، امیر احسان کرباسی‌زاده[۳]

۱. کارشناسی ارشد روان‌شناسی شناختی، گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۲. دانشیار روان‌شناسی، گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۳. دانشیار فلسفه، گروه فلسفه، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۳
اصلاح نهایی: ۱۴۰۲/۰۶/۰۱
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۲

واژه‌های کلیدی
تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی
نظریه بار بودن
کارکرد هیجانی
استنتاج‌ها
ترس

نویسنده مسئول
ماهگل توکلی، دانشیار روان‌شناسی، گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
ایمیل: M.tavakoli@edu.ui.ac.ir

doi.org/10.30514/icss.25.3.159

چکیده

مقدمه: در مسیر شکل‌گیری علوم، همواره نقش کلیدی و تضمین‌کننده معرفتی برای اتکای دانشمندان به تجربه یا مشاهده در نظر گرفته شده است. دانشمندان تجربی همواره ادعا داشته‌اند که برای نظریه‌های خود شواهد قابل اعتمادی دارند. از آن رو که روان‌شناسی شناختی مدعی است می‌تواند با استفاده از روش‌های نوینِ تصویربرداریِ مبتنی بر روش‌های فیزیک و ریاضی به مسئلهٔ شناخت بپردازد، این پژوهش سعی دارد تا نشان دهد ثبت تصویرهای عصبی و فعالیت‌های کمّی و آماری به تنهایی نمی‌تواند منجر به استنتاج‌های قابل اعتماد شود.

روش کار: در این پژوهش از تحلیل مفهومی و استدلال فلسفی جهت بررسی نظریه بار بودن استنتاج‌های حاصل از تصویربرداری استفاده شد.

یافته‌ها: در این مقاله نشان داده شده است که پیش فرض‌های نظری برای تفسیر تصاویر تصویربرداری ِتشدیدِ مغناطیسیِ کارکردی (Functional magnetic resonance imaging (fMRI) می‌تواند نقشی سرنوشت‌ساز برای پیشرفت و گسترش عمیق‌تر روان‌شناسی شناختی فراهم نماید، زیرا قابلیت اطمینان استنتاج‌های حاصل از تصویربرداری با چالشی جدی مواجه است.

نتیجه‌گیری: به عنوان یکی از مصادیق، مطالعهٔ موردی روی تفسیر تصاویر fMRI ترس صورت گرفته و نشان داده شده است که استنتاج‌های دانشمندان از تصویرهای مغز به شدت نظریه بار است و تفسیرهای موجود یگانه راه نگریستن به این تصویرها نیستند. بنابراین، وجود سؤال‌های بی‌پاسخ روش‌شناختی، جایگاه معرفتی و درجهٔ اطمینان به تفسیر داده‌های حاصل از این تصویربرداری را متزلزل می‌سازد.

مقدمه

هدف پژوهش‌های علوم شناختی، توصیف یک پدیده شناختی خاص است. دانشمند با استفاده از یک نظریهٔ اساسی، فرضیه‌ای را مطرح می‌نماید و بعد از آن دست به جمع‌آوری داده و تحلیل آن می‌زند. جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل آماری دانشمند، به توصیف و شناخت پدیده‌های شناختی مورد نظرشان کمک می‌کند. در این راستا با به وجود آمدن تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی (Functional magnetic resonance imaging (fMRI جهت بررسی عملکرد مغز، تحول اساسی در روان‌شناسی شناختی و علوم شناختی اتفاق افتاد. دانشمندان علوم شناختی که در حیطهٔ عصب‌شناسی شناختی فعالیت می‌کنند، قصد دارند تا تاثیر عملکرد مغز بر رفتار را بررسی نمایند. یکی از فرضیه‌های اساسی در رویکرد عصب‌روان‌شناسان شناختی، فرضیهٔ پیمانه‌ای شناختی است. فرضیهٔ دیگر آنها این است که

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

افراد دارای ساختار عملکردی یکسانی هستند و ساختارهای مغزی در افراد متفاوت، یکسان است.

اما از کجا می‌توان مطمئن بود که این فرضیه‌های اساسی درست هستند. آیا این فرضیه که مغز افراد از ساختار یکسانی برخوردار است، می‌تواند این استنتاج را توجیه نماید که همهٔ افراد به محرک‌های یکسان به طور یکسانی پاسخ می‌دهند؟ یا برعکس پاسخ افراد به جنبه‌های دیگری از جمله فرهنگ و جنسیت بستگی دارد. علاوه بر این، تفسیر داده‌های تصویربرداری عصبی عملکردی دشوار است، زیرا خود داده‌های تصویربرداری عصبی یک مشاهدهٔ غیر مستقیم از عملکرد مغز است و باید توسط دانشمند مورد تفسیر و تحلیل آماری قرار بگیرد. با توجه به تحولاتی که شواهد تصویربرداری عصبی در علوم شناختی ایجاد نموده است، بحث بر سر این که می‌توان جهت تایید نظریه‌های علوم شناختی از شواهد تصویربرداری عصبی استفاده کرد، بسیار است. از این منظر پرداختن به مسائل روش‌شناختی و تصویربرداری عصبی عملکردی حائز اهمیت است. زیرا اگر بتوان نشان داد که دانشمند در استنتاج‌ها و تفسیر داده‌های خود تحت تاثیر پیش‌فرض‌ها و نظریه‌های قبلی خود قرار می‌گیرد، دیگر نمی‌توان ادعا کرد که این تصاویر بدون هیچ سوگیری، حقایقی را دربارهٔ مغز بیان می‌کنند.

مقالهٔ حاضر قصد دارد تا ابتدا با بررسی تاریخچهٔ تصویربرداری fMRI و روشن ساختن مشکلات معرفتی آن، چالش‌های موجود در تفسیر داده‌های تصویربرداری و ارتباط آن را با نظریه‌های روان‌شناسی تبیین نماید. سپس به مشکلات و مسائل مهم فرضیه‌های آماری و استنتاج‌ها با توجه به دیدگاه‌های فلسفی David Chalmers، Deborah Mayo و Colin Klein می‌پردازد.

در پژوهش حاضر، نخست به نقد تفسیرهای تصویر fMRI پرداخته می‌شود. سپس له و علیه مسئله نظریه بار-بودن، آرای چند اندیشمند مهم مطرح می‌گردد. در آخر هم به سوالات بی‌پاسخی که اعتبار استنتاج دانشمندان را با مشکل مواجه می‌سازد، اشاره می‌شود. ادعای اصلی مقاله ما این است: به دلیل نظریه بار-بودن شواهد fMRI، استنتاج‌های حاصل از آن قابل اعتماد نیست؛ بنابراین نمی‌تواند شواهد مطمئنی برای رد یا تأیید نظریه‌های روان‌شناسی ارائه نماید.

روش کار

روش پژوهش در این مقاله، ابتدا بررسی تاریخچه نظری دستگاه fMRI و چگونگی فرآیند آن برای به دست دادن نتایج عملکردی مغز، به طور خاص عملکرد هیجان ترس است. پیش از آغاز بحث، ابتدا نظریه‌هایی که باعث شکل‌گیری این نوع تصویربرداری شده‌اند مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ تا بررسی گردد، چه اندازه در روند تفسیر تصویرها، امری سرنوشت‌ساز هستند.

تاریخچه fMRI

تصویربرداری عصبی به دانشمندان اجازه می‌دهد تا با تشخیص تغییرات متابولیک به دلیل افزایش فعالیت نورونی به کل مغز نگاه کنند. دانشمندان برای این کار از تست‌های شناختی استفاده می‌کنند تا تغییرات در پاسخ‌های متابولیک را اندازه‌گیری نمایند. این اندازه‌گیری و بررسی مغز یک نگاه سریع، غیر تهاجمی و با کیفیت بالا به کارکردِ مغز برای دانشمندان فراهم می‌سازد. از تکنیک‌های مشهور تصویربرداری عصبی می‌توان به fMRI اشاره کرد. تاریخچهٔ توسعهٔ fMRI دارای دو مسیرِ جداگانهٔ پژوهش و توسعه است. اولین مسیر آن فیزیک، که منجر به کشف پدیدهٔ مغناطیسی هسته‌ای ((Nuclear magnetic (NMR resonance) و کاربرد بعدی آن در توسعهٔ تصویربرداریِ رزونانسِ مغناطیسی شد. دومین مسیر فیزیولوژی، یعنی کشفِ تغییرات در جریانِ خونِ مغز با استفاده از MRI و توصیفِ پاسخ وابسته به سطحِ اکسیژنِ خون ((Blood-Oxygen-Level-Dependent (BOLD بود.

انرژی لازم برای عملکرد مغز توسط جریان خون به مغز می‌رسد. به این معنا که وقتی ناحیه‌ای از مغز به یک محرک پاسخ می‌دهد، یا در برخی از عملکردهای حرکتی، حسی یا شناختی درگیر می‌شود، آن قسمت فعال‌تر شده و به انرژی بیشتری نیاز دارد. گلوکز و اکسیژن منابع اصلی انرژی مغز هستند. اکسیژن به مولکول‌های هموگلوبین متصل است. این مولکول‌ها، پروتئین‌هایی در گلبول‌های قرمز هستند که وظیفهٔ آنها انتقال اکسیژن از ریه‌ها به بخش‌های مختلفِ مغز است. در قسمت‌های فعالِ مغز، هموگلوبین، اکسیژن را برای استفاده توسط نورون‌ها یا دیگر انواعِ سلول‌های مغزی مانند سلول‌های گلیال آزاد می‌کند. fMRI از این مکانیسم بیولوژیکی برای تشخیص سطوح مختلفِ فعالیت در بخش‌های مختلف مغز، از جریان خونِ مغزی استفاده می‌کند.

بنابراین روش استاندارد برای ترسیم الگوهای فعال‌سازی در مغز سالم هنوز تصویربرداری وابسته به سطح اکسیژن خون است، اما سوالاتی در مورد دقت موضعی‌سازی تغییرات BOLD و تفسیر کمّی از میزان تغییرات سیگنال BOLD باقی مانده است. اثر BOLD ارزیابی مستقیمی از فعالیت عصبی ارائه نمی‌کند، بلکه بیشتر به جریان خون و تغییرات متابولیسم انرژی بستگی دارد که با فعالیت عصبی همراه است. پاسخ BOLD به عامل‌های فیزیولوژی بستگی دارد و از این جهت هرگونه تغییر حالت فیزیولوژیکی پایه می‌تواند بر اندازه و بزرگی پاسخ BOLD تأثیر بگذارد. برای این که بتوان کیفیت آماری را به دست

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

آورد، می‌توان از نقشه‌های پارامتری آماری (Statistical (SPMs parametric maps) استفاده نمود. یکی از پارامترهای آماری استاندارد که تعیین می‌کند تا چه حد فعال‌سازی اندازه‌گیری شده قابل اعتماد است، آمارهٔ t است. سیگنال‌های اندازه‌گیری شده از یک وکسل خاص به عنوان نمونه‌هایی از دو گروه فعال و در حال استراحت در نظر گرفته می‌شوند و از آزمون t برای ارزیابی این که آیا تفاوت معناداری بین میانگین این دو گروه وجود دارد یا خیر، استفاده می‌گردد. سپس روند تجزیه و تحلیل داده‌های BOLD با محاسبهٔ آمارهٔ t برای هر وکسل آغاز می‌شود. در این جا پژوهشگر یک مقدار به عنوان آستانهٔ احتمال، انتخاب نموده که مربوط به آستانهٔ t است. سپس تنها وکسل‌هایی را انتخاب می‌گردند که از این آستانه عبور کرده‌اند. این وکسل‌ها به صورت رنگی در نقشهٔ آناتومی مغز به نمایش گذاشته می‌شوند. هدف پژوهشگر انتخاب همهٔ وکسل‌هایی که میزان تغییر آنها بیشتر از آستانه است، نیست. بلکه هدف شناسایی تمام وکسل‌هایی است که تغییر سیگنال آنها به اندازهٔ کافی بزرگ‌تر از چیزی است که تنها به صورت تصادفی اتفاق افتاده باشد، و سطح اطمینان آماری آزمایش به آستانهٔ انتخاب شده برای نقشهٔ پارامتر آماری، بستگی دارد. اما تفسیر نقشه‌های فعال‌سازی کار دقیقی است و محقق نباید انگیزه‌های شخصی خود را در تفسیر وارد نماید. آنها تنها می‌توانند با میزان قابل قبولی از اطمینان، وکسل‌های رنگی را، نشان‌دهندهٔ مناطق فعال شده بدانند. اما نمی‌توانند مدعی باشند، وکسل‌هایی که رنگی نیستند، فعال نشده‌اند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اگر تشخیص فعال‌سازی وکسلی از نظر آماری معنادار نباشد، نمی‌توان عدم فعالیت آن وکسل را نتیجه گرفت. از سمتی دیگر در تفسیر، تفسیر فیزیولوژیکی پاسخ BOLD بسیار مهم است. پاسخ BOLD با این که توسط فعالیت عصبی هدایت می‌شود، اما به شدت به عوامل عروقی و متابولیک نیز بستگی دارد. این امر باعث پیچیدگی تفسیر پاسخ BOLD است. با توجه به این موضوع، باید پرسید پاسخ BOLD تا چه اندازه فعالیت عصبی را منعکس می‌کند؟. پاسخ به این سوال هنوز یک چالش مهم است. با وجود تمام آزمایش‌ها، رابطهٔ دقیق بین پاسخ BOLD و فعالیت عصبی یک سوال اصلی در fMRI باقی مانده است. به دلیل همبستگی سیگنال BOLD به تغییرات فیزیولوژیکی متعدد، شناسایی منابعی که باعث تغییرات لحظه‌ای در جریان می‌شوند، از طریق اندازه‌گیری BOLD ممکن نیست.

این پژوهش با تحلیل نتایج حاصل از fMRI در نسبت به پس‌زمینه‌های نظری به ویژه با تکیه بر مفهوم ترس صورت گرفته است. و با این تحلیل نشان داده شده، روش‌های مرسوم و تفاسیری که در حال انجام است، یگانه راه نگریستن به این تصاویر نمی‌باشد. برداشت و نحوهٔ تفکر دانشمند با تفسیر تصاویر و استنتاج‌های حاصل از آن، امری جدایی‌ناپذیر است. از طرفی دیگر با توجه به نظریه‌های شناختی روان‌شناسی، مشکلات زیادی در باب جایگاه معرفتی تصویرهای fMRI به وجود آمده است. و فیلسوفان علم سوال سرنوشت‌سازی را دربارهٔ قابلیت استنتاج‌های حاصل از این تصویرها مطرح که آیا دانشمندان علوم شناختی تصویرهای fMRI را با توجه به نظریه‌های شناختی پس‌زمینه‌ای که در ذهن دارند، تفسیر می‌نمایند؟ شاید باید برای پاسخ به این سوال، بر مشکلات روش‌شناختی در fMRI که مبنی بر مفروضات نظری در نظریه‌های شناختی هستند، تأمل نمود. مطالعهٔ فلسفی روش fMRI می‌تواند، ماهیت استنتاج و دانش تجربی در علم روان‌شناسی را روشن سازد. آثار فلسفی که تاکنون دربارهٔ fMRI نوشته شده‌اند را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد: گروه اول آثاری هستند که دربارهٔ اهمیت نظری یافته‌های fMRI صحبت می‌کنند. گروه دیگر به بحث دربارهٔ مشکلات روش‌شناختیِ به دست آوردن استنتاج‌های قابل اعتماد از داده‌های fMRI می‌پردازند. گروه اول بر این سوال متمرکز هستند، که چه چیزی از نتایج fMRI می‌توان دربارهٔ شناخت و مغز انسان آموخت؛ چگونه از این دانش می‌توان برای ارزیابی نظریه‌های شناختیِ انسان استفاده نمود. ولی آنها به جنبه‌های روش‌شناختی توجهی نمی‌کنند. گروه دوم تمرکزِ اصلی خود را بر مسائل روش‌شناختیِ fMRI قرار داده‌اند. در این مقاله هدف اصلی پرداختن به گروه دوم است. کار فیلسوفانِ علم، پرداختن به پیچیدگیِ بسیار زیاد آزمایش fMRI و مجموعه‌ی داده‌های بسیار بزرگی که به دست می‌دهند و مشکل مدل‌سازی آماری این داده‌ها و به دست آوردن استنتاج قابل اعتماد، است. در این راه فیلسوفان، فرضیه مهمی را مطرح می‌کنند که نظریه بار-بودن شواهد تصویربرداری نامیده می‌شود. نظریه بار-بودن یعنی نتایجِ تجربی مملو از ارزش‌ها و تعهداتِ نظری است. فیلسوفان نگران‌اند که پژوهشگر نمی‌تواند از شواهدِ تجربی برای آزمایش یک نظریه استفاده کنند بدون آن که خود را به همان نظریه متعهد گردانند. لذا فیلسوفان با این تفکر به عینی بودنِ شواهدِ مشاهده‌ای شک می‌کنند.

یافته‌ها

ارزش معرفتی تصویربرداری عصبی

تصاویر عصبی به عنوان شواهدی برای تایید یا ردِ فرضیه‌های عملکردیِ مغز در نظر گرفته می‌شود. برای تولید تصاویر، سیگنال BOLD در هر، منطقه از مغز با استفاده از تفاوت‌های آزمون آماری معنادارِ فرضیه صفر (Null hypothesis significance testing (NHST)) بین شرایط مورد نظرِ پژوهشگر، آزمایش می‌شود. فرضیه صفر در آزمایش fMRI،

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

شامل این گزاره است: این شرایط آزمایشی و اجرای تست، هیچ تأثیر واقعی بر سیگنالِ رزونانسِ مغناطیسیِ مشاهده شده، ندارد. بدین ترتیب فعالیتِ عصبی در ناحیهٔ مورد نظر، هنگام اجرای تست شناختی، بدون تغییر باقی می‌ماند. مقدار P-value که نشان‌دهندهٔ احتمالِ مشاهدهٔ داده‌ها به شرطِ فرضیه صفر است، در مرحلهٔ دوم با یک سطحِ معناداری از پیش تعیین‌شده (α)، مقایسه می‌شود. اگر مقدار P کمتر از آن مقدار باشد، داده‌ها از نظرِ آماری معنادار هستند. یعنی منطقهٔ مورد نظر دارای اهمیت عملکردی است. پس پژوهشگر می‌تواند فرضیه صفر را رد کند. در واقع یک نتیجهٔ معنادار، نتیجه‌ای است که در صورت درست بودنِ فرضیه صفر، مشاهدهٔ آن بعید است. بنابراین تصاویر عصبی با انجامِ NHSTها در هر منطقه مغز داده‌هایی تولید می‌کنند. نتایج به صورت SPMs رسم می‌شوند. SPMs، وکسل‌هایی که در آنها P-value برای آن منطقه معنادار است، یعنی کمتر یا مساوی (α)، را نشان داده و اجازه می‌دهد تا با استفاده از داده‌ها دربارهٔ رد یا تأییدِ فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود فعال‌سازی، تصمیم‌گیری شود. اما باید پرسید آیا تصاویر عصبی برای تأیید فرض عملکردی مناسب هستند یا خیر؟. به عنوان مثال می‌توان گفت همان‌گونه که Tovote و همکارانش نتیجه گرفته‌اند، آمیگدال مرکز ترس است و بدون فعال شدن آن فرد قادر به تجربه احساس ترس نیست؟ (۱).

برای پاسخ به این پرسش باید سه عامل مهم را در نظر داشت: ۱) ماهیت شواهدِ D، ۲) حقایقی در مورد احتمالات شرطی فرض صفر $p(D|H_a)$ و ۳) حقایقی در مورد احتمالات شرطی فرض جایگزین $p(D|H_o)$.

چون ماهیت شواهدِ D روشن نیست، بنابراین می‌توان به سه روش آنها را مورد تفسیر قرار داد: ۱) می‌توان گفت، نشان می‌دهد فعالیت افزایش یافته است: یعنی در یک شرایط، فعالیتِ مغزیِ بیشتری نسبت به شرایط دیگر وجود دارد. ۲) نشان‌دهندهٔ یک تفاوت آماری معنادار در فعالیت است. ۳) با تغییرِ کمیت در طول زمانِ واقعیِ برخی از داده‌های آماریِ معنادار مرتبط باشد. هر یک از سه روش خواندن D، تصاویر عصبی را به عنوان مدرک مشکل‌ساز می‌کند (۲). و نتایج متقاضی از اهمیت بخش‌های مختلف مغز در رابطه با کارکرد شناختی خاص نشان می‌دهد. به عنوان مثال برعکس آن چه که Tovote و همکارانش به آن رسیده‌اند (۲)، Feinstein و همکارانش، افرادی با ضایعه‌ای در منطقه آمیگدال را نشان داده‌اند که ترس را تجربه می‌کنند (۳).

با توجه به دلایل قابل قبول برای این باور که هر تستی تأثیرات گسترده‌ای روی مغز خواهد داشت، اگر D حاکی از این واقعیت باشد، که فعالیت مغزیِ متفاوت مرتبط با تستها وجود دارد، می‌توان گفت هر دو احتمال $p(D|H_a)$ و $p(D|H_o)$ در هر ناحیه از مغز زیاد هستند و نسبت درست‌نمایی (likelihood ratio) نزدیک به ۱ است. با توجه به این، D فاقد اطلاعات است. چرا که حتی برای سطح معناداری از پیش تعیین شده، نمی‌توان انتخابِ منطقی داشت. زیرا مغز از نظر علّی متراکم است (۴). اگر همه چیز در مغز با هر چیز دیگری حتی ارتباط ضعیفی داشته باشد، باید انتظار داشت هر کاری منجر به تفاوتی در فعالیت عصبی شود و این بدان معناست که فرضیه صفر در تمام آزمایش‌ها به طور قطعی نادرست است. برای همین انتخاب مقدار α، نقشه‌های بسیار متفاوتی از فعال‌سازی را ایجاد می‌نماید و می‌تواند پیامدهای نظری مهمی داشته باشد.

این که پژوهشگر کدام شیوه را در انتخاب حد آستانه برگزیند، احتمالات شرطی $p(D|H_a)$ و $p(D|H_o)$ را هم اختیاری خواهد کرد. پس شاید هیچ راهی برای تمام کردن اختلافات در مورد میزان قوی بودن داده‌هایی که یک فرضیه را تایید می‌کنند، وجود ندارد. این انتقادها از سوی Deborah Mayo در رابطه با قابل اعتماد بودن احتمالات شرطی و تعیین سطحِ معناداری از پیش تعیین‌شده (α)، مورد نقد قرار گرفته است. در ادامه نظر او مبنی بر این که می‌توان با در نظر گرفتن قدرت علمِ آمار در جهت کاهش خطا، احتمالات شرطی را قابل اعتماد ساخت، مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

دیدگاه Deborah Mayo دربارهٔ تأیید علمی

هنگام بررسی ترس از منظر عصب‌شناختی و مغز، می‌توان به صورت موضعی به فعالیت مغز نگاه کرد و به دنبال تفاوتی معنادار بین فعالیت بخش‌های مختلف مغز بود. و در صورت نیافتن این تفاوت با طراحی شرایط آزمایشی مجدد تا دست یافتن به نتایجی که این نظریه را تأیید کنند، ادامه داد. یا به طرح نظریه‌ای دیگر، یعنی درگیر بودن کل مغز در ایجاد یک کارکرد شناختی، دست زد. همان‌طور که مشخص است استنتاج دانشمند از داده‌های تصویربرداری، تحت تأثیر نظریه و پیش‌فرض او قرار می‌گیرد، و این پرسش فلسفی که آیا این استنتاجِ نظریه بار تا چه حد اطلاعات قابل اطمینانی را دربارهٔ ترس نشان می‌دهد، در بهبود مبانی روش‌شناسی تصویربرداری، در عمل امری مهم است. عقلانیت و عینیت علمی، عموماً با استفاده از روش‌های علمی شناسایی می‌شوند؛ تصور فرد از عینیت و عقلانیت در علم به چگونگی درک او از الزاماتی که برای توضیح کافی از استنتاج و استدلال تجربی مورد نیاز است، منجر می‌گردد. اگر تصور شود استنتاج تجربی مستلزم قواعدِ قابل اعتماد استنتاج استقرایی است، اما چنین قواعدی دست نیافتنی هستند، در آن صورت می‌توان عقلانیت علم را زیر سوال برد یا در عوض تصور متفاوتی از عقلانیتی که روش‌های تجربی بر اساس

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

آن است، ابداع کرد. دربارهٔ نقشِ احتمال در ایجاد قابلیت اطمینان نیز دیدگاه‌های متفاوتی وجود دارد. در پاسخ به این پرسش که آیا احتمال برای تخصیص درجاتی از پشتوانه یا باور معرفتی به فرضیه‌ها یا مشخص کردن قابلیت اطمینانِ قواعد به وجود می‌آید، اتفاق نظر نیست (۵). اما چگونه باید از احتمالاتِ خطای ابزارها، در تضمین استنتاج‌های خاص استفاده شود؟ چه زمانی داده‌ها شواهد خوبی برای فرضیهٔ H ارائه می‌کنند؟ معرفت‌شناسی بیزی، باور را دارای درجه می‌داند. به عنوان مثال اگر احتمال بیزی در آزمایش‌های fMRI از ترس بخواهد به کار گرفته شود، پژوهشگر ابتدا باید به نقش ناحیه‌ای از مغز در ایجاد هیجان ترس درجاتی از باور را داشته باشد. زیرا میزان باور به یک فرضیه متفاوت است و این میزان‌های متفاوت، درجات باور نامیده می‌شوند. بیزی‌گراها هنجارهایی را که بر این باورها حاکم هستند را مطالعه می‌نمایند. از جمله این که چگونه درجات باور فرد در پاسخ به مجموعه‌ای از شواهد تغییر می‌کند. به عنوان مثال در احتمال بیزی به یک تخمین اولیه دربارهٔ نقش منطقهٔ مورد نظر در هیجان ترس نیاز است. و این تخمین همان باور اولیهٔ پژوهشگر در رابطه با اهمیت آن منطقه در ترس است. بنابراین پیش از شروع آزمایش یک تابع احتمال وجود دارد و بعد از جمع‌آوری مشاهدات fMRI تابع احتمال اولیه تغییر می‌کند. اما فلسفهٔ آماری خطای Mayo تعهد بیزی‌گراها را به ماهیت ذهنی و درجهٔ باورِ احتمالاتِ از پیش تعیین شده، رد می‌کند. و استنتاج فراوانی‌گرا را جایگزین آن می‌نماید. Mayo تصور می‌کند که استنتاج فراوانی‌گرا (Frequentist) به عنوان استنتاج آماری می‌تواند، فرضیه پژوهشگر را مورد آزمون سخت قرار دهد. و با استفاده از آزمون دشوار (آزمونی است که در صورت عبور موفق فرضیه از تمام مراحل، درجهٔ بالایی از اطمینان مبنی بر صدقش را دریافت کند.) در این استنتاج از آزمون معنادار آماری استفاده می‌شود. یک نتیجه موقعی از نظر آماری معنادار است که اگر اتفاق بیفتد، فرض صفر را میتوان رد کرد. همچنین Mayo فکر می‌کند که فلسفهٔ آماری خطا می‌تواند، اندازه‌گیری نماید، چگونه روش‌ها به طور موثری احتمال خطا را کاهش می‌دهند و پژوهشگر را قادر می‌سازند تا بین فرضیه‌ها دست به انتخاب زند. در صورتی که احتمالات بیزی برای یک آزمونِ دقیقِ فرضیه مناسب نیستند (۱). در احتمالات فراوان‌گرایانه از آزمون فرض آماری استفاده می‌شود تا فرضیه صفر را تایید یا رد نمایند. و همچنین از یک بازهٔ اطمینان جهت تخمین یک پارامتر استفاده می‌گردد. به عنوان مثال هنگامی که پژوهشگران فرض می‌گیرند، ناحیهٔ خاصی در هیجان ترس فعال می‌شود و بعد با استفاده از fMRI به آزمون فرضیه می‌پردازند، با استفاده از نقاط تاریک در تصویرهای عصبی و نقاط روشن که توسط تحلیل‌های آماری به دست آمده است، تصمیم می‌گیرند که فرضیهٔ خود را تایید یا رد نمایند. آمار خطای Mayo دارای دو بُعدِ فلسفه و روش‌شناسی است. بعد اول به فلسفهٔ کلی علم و نقشی که احتمال در استنتاج استقرایی ایفا می‌کند، و بُعدِ دوم به مجموعه‌ای از ابزارهای آماری، تفسیر و توجیه آنها اشاره دارد. روش‌های آماری خطا، همهٔ روش‌های استاندارد را با استفاده از احتمالات خطا بر اساس فراوانی نسبی خطا در نمونه‌گیری مکرر که اغلب نظریهٔ نمونه‌گیری نامیده می‌شود، در بر می‌گیرد. Mayo مدعی است که احتمال برای تعیین کمیت این که روش‌ها تا چه اندازه می‌توانند بین فرضیه‌های جایگزین تمایز قائل شوند و قابلیتِ اطمینانِ تشخیصِ خطا را تسهیل کنند، به وجود می‌آید. این ویژگی‌های احتمالی روش‌های استنتاج، فراوانی خطا یا احتمالات خطا است. در واقع تفسیر استنتاجی، بخش فلسفهٔ آماری خطای Mayo را تشکیل می‌دهد و زیربنای این فلسفه، مفهومِ عینیت علمی است. البته Mayo این واقعیت که ابزارهای استنتاجی دارای مفروضاتی هستند را رد نمی‌کند، ولی مدعی آن است که باید بخشی از هر روش آماری به عنوان ابزاری برای پرداختن به سؤالات حیاتی و ارائه اطلاعات در مورد این که کدام نتیجه‌گیری احتمالاً در برابر بررسی‌های بیشتر مقاوم است و نقاط ضعف در کجا باقی می‌ماند، کافی باشد. برخی از مخالفان Mayo و همکارانش مدعی هستند گزارش آماری خطای آزمایشِ موضعی، نمی‌تواند از دور باطل فرار کند و اگر بخواهد موفقیت علم را توضیح دهد، همواره به یک گزارش جداگانه از ارزیابی نظریه نیاز دارد. Mayo ولی تصور می‌کند، بررسی روش‌های آماری خطا، زمینه را برای حل یا پیشرفت در مسائل دیرینه فلسفی درباره شواهد و استنتاج استقرایی فراهم می‌کند. او می‌گوید می‌توان با شواهد موضعی به استنتاج رسید و یک نظریه را بیان کرد (۱). یعنی در fMRI هیجان ترس می‌توان نقش هر ناحیه از مغز را بررسی نمود و یک نظریه مبنی بر این که نواحی زیر قشری مغز نقشی اساسی دارند را استنتاج کرد. و نیازی نیست تا دانشمند ابتدا نقش مناطق زیر قشری را فرض بگیرد و سپس آزمایش خود را آغاز نماید. حال به بررسی انتقاد بر دیدگاه Mayo خواهیم پرداخت.

انتقادِ David Chalmers بر دیدگاه Deborah Mayo

محور اصلی استدلال Mayo از تجربهگرایی جدید، تصور او از یک آزمون سخت و شدید است. او سعی دارد تا با مثال‌هایی نشان دهد چگونه دانشمندان بدون توسل به نظریه‌های سطح بالا (High- level theory) کار خود را پیش می‌برند. اما همان‌طور که Mayo تصدیق کرده، بزرگترین مشکلی که با آن مواجه است، یافتن محل مناسبی

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

برای نظریه در علم است. از نظر Mayo یادگیری از شواهد به ارزیابی نظریه‌های مقیاس بزرگ بستگی ندارد، بلکه به تست‌های تجربی موضعی، مدل‌سازی داده‌ها، متمایز کردن اثرات تجربی مختلف، و تمایز سیگنال‌ها از نویز بستگی دارد. و تأکید دارد رشدِ دانش مربوط به تایید، احتمال و یا پذیرش منطقی نظریه‌های مقیاس بزرگ نیست (۶). تصور Mayo از یک آزمون دشوار برای ادعاهای علمیِ سطحِ پایین که منابع احتمالی خطا را می‌توان در آن شناسایی و حذف کرد، وارد عمل می‌شود. اما Chalmers ادعا می‌کند نظریهٔ سطح بالا در علم و نحوهٔ پیشرفت آن امری ضروری است. Chalmers سعی دارد تا نشان دهد جایگزینی آزمون‌های بسیار سخت و دشوار با آزمون‌هایی که سختی کمتری دارند، قابلیت اطمینان علم را افزایش نمی‌دهند. او بیان می‌کند نظریه‌ها، نه فقط نظریه‌های سطح بالا، بلکه نظریه‌ها به طور کلی، نمی‌توانند مورد آزمون سخت قرار گیرند. به گفتهٔ Chalmers اگر ادعاهای علمی تنها با آزمایش‌های سخت اثبات شوند، نظریه‌ها را نمی‌توان ضمانت کرد. نظریه‌های علمی به دلیل آن که کلی هستند از ادعاهای مشاهده‌ای و تجربیِ سطح پایین متمایز می‌شوند. از نظر Chalmers چون محتوای نظریه‌ها فراتر از شواهد تجربی است، فرصت‌های زیادی برای اشتباه بودن نظریه‌ها ایجاد می‌شود. و برعکس Mayo مدعی است، قوانین تجربیِ سطح پایین را هم نمی‌توان به شدت مورد آزمایش قرار داد. و تصور می‌کند، به طور ضمنی خود Mayo این مسئله را پذیرفته و لازم دانسته به نقش نظریه در علم بپردازد (۷). ولی یکی از راه‌های مقابله با تأکید Mayo بر دانش تجربی، تأکید بر نقش کلیدی نظریه در علم است. پشتیبانی تجربی از اصل علمی بدون توسل به نظریه امکان‌پذیر نیست. نظریه جزء لاینفک دانش علمی را تشکیل می‌دهد و دانش تجربیِ معنادار را نمی‌توان تضمین کرد، بدون آن که دانشِ نظری را تضمین کرد (۸).

نقد Colin Klein به Mayo و دیدگاه پیمانه‌ای بودن مغز

از طرف دیگر دیدگاه روان‌شناسی تکاملی مبنی بر این که پیمانه‌های موجود در ذهن بزرگسال عمدتاً از نظر ژنتیکی مشخص شده‌اند یا محصول مکانیسم‌های یادگیری هستند که خود از نظر ژنتیکی برای تولید یک پیمانه خاص به عنوان خروجی محدود شده‌اند با آن چه در مورد نقش یادگیری و تجربه در شکل دادن به ذهن بالغ شناخته شده است، ناسازگار است. اما شاید مهم‌ترین نکته این است که مفهوم پیمانه به خودی خود کاملاً نامشخص است. روان‌شناسان تکاملی کارکردهای روان‌شناختی را به عنوان کارکردهای بیولوژیکی در نظر می‌گیرند. پس می‌توان گفت استراتژی روان‌شناسان تکاملی برای استنتاج معماری عملکردی ذهن از عملکردهای بیولوژیکی آن از مسیر درست خارج شده است. زیرا سایر عوامل رفتاری، محیطی و فرهنگی را در شکل‌گیری کارکردهای شناختی نادیده می‌گیرند. مشکل دومی که در دیدگاه روان‌شناسان تکاملی در مورد وجود ساختار و عملکرد وجود دارد این است که وقتی عملکرد روان‌شناختی به نحوی شناسایی شد، مشروع است که یک پیمانه برای انجام آن عملکرد فرض گرفت. اما اگر یک پیمانه واحد بتواند بسیاری از کارکردهای مختلف را تحت پوشش قرار دهد، یا اگر یک عملکرد واحد نیاز به همکاری تعدادی از پیمانه‌های مختلف داشته باشد، آن‌گاه روش روان‌شناسان تکاملی برای استنتاج مکانیسم‌ها از عملکرد، تضعیف می‌شود. زیرا در این صورت، فرضیه‌های جایگزین زیادی در مورد مکانیسم‌های دخیل در فعالیت یک عملکرد معین وجود خواهد داشت، و شناساییِ خودِ عملکرد، هیچ مدرکی در مورد این که کدام یک از این گزینه‌ها صحیح است، ارائه نمی‌کند. به عنوان مثال منطقه آمیگدال در بسیاری از هیجان‌های دیگر مانند استرس و خشم نقش دارد (۹). پس شاید به نظر می‌رسد دو گزینه وجود دارد. ۱) یک سلسله‌مراتب ثابت از پیمانه‌ها، به طوری که هر پیمانه خروجی‌های خود را به بعدی در سلسله‌مراتب ارسال می‌کند، تا زمانی که یک دستورِ رفتاری، ایجاد شود. ۲) نوعی پیمانه یکپارچه‌سازی پیمانه وجود دارد، که خروجی‌های مختلف پیمانه‌های سطح پایین را می‌گیرد، ارزیابی می‌کند و به صورت خروجی رفتاری صادر می‌کند. اما هیچ یک از این گزینه‌ها قابل قبول نیستند. زیرا یک سلسله‌مراتب تکامل‌یافته از پیمانه‌ها، در برابر همان نقدها به پیمانه تصمیم‌گیری، آسیب‌پذیر است. رفتارها بسیار پیچیده و فرآیندهای ذهنی که باعث ایجاد آنها می‌شوند بسیار متنوع هستند. یک پیمانه که می‌تواند ارزیابی کند کدام یک از خروجی‌های پیمانه در یک زمینهٔ مشخص مهم و تصمیم بگیرد که چه نتیجه‌ای مطلوب است. و سپس بفهمد که کدام رفتارها به آن نتیجه منجر می‌شود، اصلا یک پیمانه به معنای آن چه روان‌شناسان تکاملی در نظر می‌گیرند نیست. بنابراین، در حالی که ممکن است ذهن واقعاً حاوی برخی پیمانه‌ها باشد و یک نگاه متعادلی به پیمانه‌ای بودن ذهن درست باشد باید به طور معناداری روشن شود که پیمانه چیست. لازم به ذکر است که میان پیمانه‌های نظریه روان‌شناسی تکاملی و Jerry Fodor تفاوت‌های مهمی وجود دارد. برای مطالعه بیشتر به مقاله Klein در سال ۲۰۱۰ نگاه کنید (۱۰). پس زمانی که دستگاه تصویربرداری روشن می‌شود تا هنگام فعال شدن عملکردهای شناختی، برای استنتاج از تصویرها با استفاده از تمام روش‌های آماری که Mayo آن را بیان می‌کند، باز ناگزیر به پذیرفتن نظریه پیمانه‌ای بودن ذهن هستیم تا این نوع آزمایش امکان‌پذیر باشد. نظریه‌ای که هنوز دربارهٔ آن قطعیتی وجود ندارد و قابل اعتماد بودن

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

شواهد fMRI را با چالشی جدی روبه‌رو می‌سازد (۳). عصب‌شناسان شناختی می‌دانند که نمی‌توان صرفاً با مشاهدهٔ فعالیت در یک ناحیهٔ خاص از مغز، به طور قطعی تشخیص داد که آیا یک فرد ترسیده است یا خیر. پژوهشی نشان داده که آمیگدال با برانگیختگی و احساساتِ هم مثبت هم منفی فعال می‌شود و به طور غیر مستقیم به ترس کمک می‌کند اما یک مرکز اصلی ترس در مغز نیست (۱۱). و مطالعه‌ای دیگر ترس را با فعالیت تعداد زیادی از مناطق قشری و زیر قشری مرتبط می‌داند (۱۲). این به دلیل آن است که همهٔ مناطق مغز معمولاً توسط بسیاری از حالات ذهنی درگیر می‌شوند و بنابراین نقشه‌برداری یک به یک بین یک منطقهٔ مغز و یک وضعیت ذهنی امکان‌پذیر نیست. این امر عدم تعیین نظریه را در آزمایش‌های fMRI نشان می‌دهد. عدم تعین نظریهٔ علمی توسط شواهد دربارهٔ این ایدهٔ ساده ذیل است:

شواهدی که در یک زمان معین در دسترس هستند ممکن است برای تأیید همزمان چند نظریه که با یکدیگر ناسازگار هستند به کار روند. بنابراین معیاری برای گزینش یک نظریه بر اساس شواهد موجود تجربی وجود ندارد.

بحث

با توجه به آن چه که بیان شد، می‌توان گفت نظریه‌های شناختی پیش‌بینی صریحی درباره عملکرد مغز ارائه نمی‌دهند، زیرا بین روان‌شناسان درباره کارکردهای شناختی اختلاف نظر وجود دارد. خود این اختلاف‌نظرها بر استنتاج دانشمندان علوم اعصاب از تصویرهای fMRI اثر می‌گذارد. این تاثیر همان‌گونه که درباره عملکرد هیجانی ترس نشان داده شد، حتی زمان‌هایی منجر به تفسیرهای حتی گاه متناقض می‌گردد. لذا مشخص نیست که چگونه نظریه‌های روان‌شناسی می‌توانند درباره چگونگی مغز و عملکرد آن مدعی باشند. از سوی دیگر نه تنها تفاوت این نظریه‌های روان‌شناسی در اعتبار استنتاج‌های حاصل از تصویربرداری اثرگذار است، بلکه تفسیر خود این تصویرها و شیوه‌ای که دانشمند اتخاذ می‌نماید، یگانه راه نگریستن و تفسیر آن نیست. بلکه می‌توان همان تصاویر را به شیوه‌های دیگر نیز تفسیر نمود؛ و استنتاج متفاوتی دریافت کرد. این شیوه تفسیر به پیش‌فرض‌های آماری و نظریه اساسی روان‌شناسی و همچنین پیش‌فرض‌های علم فیزیک و فیزیولوژیِ دانشمند، که قبل از روشن کردن دستگاه fMRI اتخاذ می‌کند، بستگی دارد. همان‌طور که اشاره شد، نظریه‌های متفاوتی درباره مدارهای عصبی ترس وجود دارد و هر دانشمند تصور می‌کند، داده‌های fMRI با نظریه او سازگار است. نظریه‌هایی که به طور روشنی گاه باهم متمایزند. و این به قول Klein یک بن‌بست است. با توجه به این مسائل و مشکلات، Mayo ادعا دارد، با دشوار کردن شرایط آزمون و عبور موفقِ فرضیه، می‌توان به یک استنتاج قابل اعتماد دست یافت. اما خود علم آمار مملو از فرضیه‌های آماری است. پس شاید در ابتدا به نظر برسد، با استفاده از علم آمار، مشکلات نظریه بار-بودن شواهد تصویربرداری عصبی قابل حل استَ؛ اما این مشکل بنیادی‌تر از آن چیزی است که او تصور می‌کند. زیرا برای خود آمار نیز مطرح می‌گردد. از طرفی دیگر، Mayo نمی‌تواند منکر این امر باشد، که هر دانشمندی پیش از شروع آزمایش، یک نظریه روان‌شناسی را فرض می‌گیرد و سپس برای رد یا تایید آن آزمایش خود را آغاز می‌کند. همچنین حتی اگر با تمام ابزارها و معیارهای آماری که می‌توان در آزمایش به کار بست، تا تایید قابل اعتمادتری را برای استنتاج خود حاصل کرد، خود این استنتاج نیز مبنی بر این فرض است: تفسیر دانشمند از تصویرهای عصبی، یگانه راه نگریستن به این تصاویر است. این فرض با نظر به استنتاج‌های متفاوت و گاه متناقض دانشمندان درباره یک کارکرد شناختی همچون ترس با چالشی بسیار جدی و تاکنون حل نشده مواجه است. بنابراین مسئله نظریه بار-بودن برای قابلیت اطمینان استنتاج‌های حاصل از تصویربرداری عصبی، مشکلی اساسی است.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه، یک نظریه علمی، اصطلاحات نظریه خود را تفسیر و چگونگی معنی و درک آن را تعیین می‌نماید. همان‌طور که به عنوان یک مصداق نشان داده شد، نظریه‌های موجود درباره ترس، به ترس معنا می‌بخشند. از طرفی دیگر، میان نظریه و داده‌های fMRI، ناسازگاری وجود دارد؛ زیرا ماهیت مشاهده، می‌تواند تحت تاثیر باورها و تجربه‌های قبلی پژوهشگر قرار بگیرد. لذا به طور سرنوشت‌سازی نظریه‌ها و دیدگاه‌های فلسفی بر تفسیر مشاهده‌های fMRI اثر می‌گذارد. دانشمندان گاه داده‌ها را به نفع یک نظریه و گاهی همان داده‌ها را بر ضد همان نظریه، اتخاذ می‌نمایند. علاوه بر این، نمی‌توان با سخت کردن شرایط آزمون و عبور موفق فرضیه از شرایط سخت به یک نتیجه قابل اعتماد رسید چون ابزارهای آماری مملو از فرضیه‌های آماری هستند. پس مشکلات مربوط به ماهیت نظریه بار-بودن تصاویر عصبی و پایایی نتایج را نمی‌توان با استفاده از علم آمار حل نمود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق در پژوهش

پژوهش حاضر به دلیل توصیفی و تحلیلی بودن، درگیر ملاحظات اخلاقی آزمایشگاهی نبوده است.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

مشارکت نویسندگان

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول در گروه روان‌شناسی دانشگاه اصفهان است. هر سه نویسنده در انتخاب موضوع و ویرایش و اصلاحات نسخه نهایی مشارکت داشته‌اند.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از حمایت دو استاد گران‌قدرم در انجام این پژوهش کمال تشکر را دارم. این مقاله حاصل قسمتی از پژوهش‌های صورت گرفته در پایان‌نامه کارشناسی ارشد در دانشگاه اصفهان می‌باشد.

منابع مالی

برای انجام این پژوهش از هیچ سازمانی کمک مالی گرفته نشده است.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله حاضر هیچ‌گونه تعارض منافعی را گزارش نکرده‌اند.

References

1. Tovote P, Fadok JP, Luthi A. Neuronal circuits for fear and anxiety. *Nature Reviews Neuroscience*. 2015;16(6):317-331.

2. Klein C. Images are not the evidence in neuroimaging. *The British Journal for the Philosophy of Science*. 2010;61(2):265-278.

3. Feinstein JS, Adolphs R, Damasio A, Tranel D. The human amygdala and the induction and experience of fear. *Current Biology*. 2011;21(1):34-38.

4. Sarty GE. Computing brain activity maps from fMRI time-series images. Cambridge:Cambridge University Press;2011.

5. Mayo DG, Spanos A. Error statistics. In: Bandyopadhyay PS, Forster MR, editors. Handbook of the philosophy of science. Vol 7. Philosophy of statistics. Amsterdam, The Netherlands:Elsevier;2011. pp. 153-198.

6. Mayo DG, Spanos A. Methodology in practice: Statistical misspecification testing. *Philosophy of Science*. 2004;71(5):1007-1025.

7. Chalmers D, Manley D, Wasserman R, editors. Metametaphysics: New essays on the foundations of ontology. Oxford:Oxford University Press;2009.

8. Chalmers DJ. Consciousness and its place in nature. In: Stich SP, Warfield TA, editors. The Blackwell guide to philosophy of mind. Malden, Massachusetts:Blackwell Publishing Ltd;2003. pp. 102-142.

9. Zhou F, Zhao W, Qi Z, Geng Y, Yao S, Kendrick KM, et al. A distributed fMRI-based signature for the subjective experience of fear. *Nature Communications*. 2021;12:6643.

10. Klein C. Philosophical issues in neuroimaging. *Philosophy Compass*. 2010;5(2):186-198.

11. Han W, Tellez LA, Rangel MJ, Motta SC, Zhang X, Perez IO, et al. Integrated control of predatory hunting by the central nucleus of the amygdala. *Cell*. 2017;168(1):311-324.

12. Siep N, Tonnaer F, van de Ven V, Arntz A, Raine A, Cima M. Anger provocation increases limbic and decreases medial prefrontal cortex connectivity with the left amygdala in reactive aggressive violent offenders. *Brain Imaging and Behavior*. 2019;13:1311-1323.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License