ISSN: 2383-3483; Journal of Police Medicine. 2020;9(1):53-60

Journal of Police Medicine

Journal Homepage: http://teb.police.ir/teb/

Systematic Review Open Access

A Review on the Application of Brain Mapping in Neurocriminology and Neuroprediction of Criminal Behaviors

Nabavi Fard S.[1]* PhD, Shirzad H.[1] PhD, Jalili Sh.[1]PhD

[1] Department of Police Equipment & Technology, Police Sciences & Social Studies Institute, Tehran, Iran.

ABSTRACT

AIMS. Research in neurocriminology has grown dramatically in recent years. Given the importance of the subject, the purpose of this paper was to investigate studies in neuroscience and brain studies about criminology and crime prediction.

MATERIALS & METHODS. This review article is the result of a review of research published in ISI, Wiley, Sciencedirect, PubMed, Scopus, etc. between 2000 and 2018 about neurocriminology using brain mapping and neuropsychological disorders, as well as their role in predicting violent, antisocial, and criminal behaviors.

FINDINGS. Some neurobiological markers are associated with the individual's aptitude and tendency to violent and criminal behaviors. Also, certain structural and functional characteristics of the brain are associated with antisocial traits of specific groups of criminals, such as murderers and child abusers. On the other hand, the recognition of neurobiological markers associated with specific antisocial behaviors can be used to increase the accuracy of a person's likelihood of committing a crime as well as to repeat a crime, thereby predicting and preventing criminal behavior.

CONCLUSION. Although, based on the results of the research reviewed in this article and also because of the very complex nature of the brain, accurate conclusions require a lot of additional researches, but it seems that neuroprediction of antisocial and criminal behaviors using brain mapping and neurobiological findings can be a tool for assisting law enforcement agencies such as C.I.D Police and the judicial systems so that the treatment of high-risk offenders, via integrating current punishing policies and measures with social-rehabilitation strategies, could be improved without threatening their individual rights. Such an approach can have significant effects on reducing crime and promoting social security.

KEYWORD: Brain Mapping, Criminal Behavior, Social Security.

How to cite this article
Nabavi Fard S., Shirzad H., Jalili Sh. *A Review on the Application of Brain Mapping in Neurocriminology and Neuroprediction of Criminal Behaviors.* J Police Med. 2020;9(1):53-60.

***Correspondence:**
Address: Department of Police Equipment and Technology, Police Sciences and Social Studies Institute, Tehran, Iran.
Postal Code: 19395-6516
Phone: -
Tel: +982181886063
Fax: +982181886055
Mail: samanehnabavifard@gmail.com

Article History
Received: 09/12/2018
Accepted: 02/11/2019
ePublished: 05/01/2020

CITATION LINKS

[1] Neurobiology for forensic ... [2] Neurobiological aspects of violent ... [3] The neurobiology of offending ... [4] Predicting violent behavior ... [5] Cognition: An overview of ... [6] Using basic neurobiological ... [7] The anatomy of violence ... [8] Morphological alterations ... [9] Punishment and psychopathy ... [10] The neurobiology of psychopathic ... [11] Corpus Callosum Abnormalities ... [12] Dissociable relations between ... [13] Neuroscience, moral reasoning ... [14] The functions of the orbitofrontal ... [15] The plastic human brain ... [16] Dysfunction in the neural ... [17] The role of prefrontal ... [18] Ventromedial prefrontal cortex ... [19] The neurobiology of moral ... [20] The brain-disordered ... [21] Abnormal white matter ... [22] Pedophilia and temporal ... [23] The neurobiology and psychology of ... [24] Diminished Functional ... [25] Brain pathology in ... [26] Abnormal amygdala activation ... [27] Brain alterations in paedophilia ... [28] Current scientific ... [29] From genes to brain to ... [30] Neural foundations to ... [31] The oxford handbook of criminological ... [32] Neural Mechanisms of ... [33] MAOA and the neurogenetic ... [34] Italian appeal court ... [35] Males on the life-course-persistent ... [36] Trait impulsivity and response inhibition in ... [37] Anxiety, depression, impulsivity and substance ... [38] The role of behavioral impulsivity in ... [39] Lower monoamine oxidase-a ... [40] Corticolimbic function in ... [41] Structural and functional alterations in ... [42] Neuroprediction of future rearrest. [43] Neuroprediction, violence, and the law ... [44] Lower amygdala volume in men ... [45] Selective reductions in prefrontal glucose ... [46] Abnormal brain structure in youth ... [47] Brain potentials measured during ... [48] Can neuroscience help predict future ...

مروری بر کاربرد نقشه‌برداری مغز در جرم‌شناسی و پیش‌بینی عصبی رفتارهای مجرمانه

سمانه نبوی‌فرد[1*] PhD، هادی شیرزاد[1] PhD، شیرین جلیلی[1] PhD

[1] پژوهشکده تجهیزات و فناوری‌های انتظامی، پژوهشگاه علوم انتظامی و مطالعات اجتماعی ناجا، تهران، ایران

چکیده

اهداف: پژوهش‌ها در زمینه جرم‌شناسی عصبی، در سال‌های اخیر رشد چشمگیری یافته است. با توجه به اهمیت موضوع، هدف از نگارش مقاله حاضر، بررسی مطالعات در حیطه روش‌های مبتنی بر علوم اعصاب و مطالعات مغزی در حوزه جرم‌شناسی و پیش‌بینی جرم بود.

مواد و روش‌ها: این مقاله مروری نظامند حاصل مطالعه و بررسی پژوهش‌های منتشرشده در پایگاه‌های ISI، Wiley، Sciencedirect، PubMed، Scopus و غیره بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ در زمینه جرم‌شناسی عصبی با رویکرد استفاده از نقشه مغز و اختلالات عصب‌زیست‌شناسی و همچنین نقش آن روش‌ها در پیش‌بینی رفتارهای خشونت‌آمیز، ضداجتماعی و مجرمانه بود.

یافته‌ها: برخی نشانگرهای عصب‌زیست‌شناسی با استعداد و تمایل فرد برای بروز رفتارهای خشن و مجرمانه مرتبط هستند. همچنین برخی مشخصه‌های خاص ساختاری و عملکردی مغز با صفات ضداجتماعی گروه‌های خاصی از مجرمان مانند قاتلان و سوءاستفاده‌کنندگان از کودکان، رابطه دارند. از سوی دیگر، تشخیص صفات عصب‌زیست‌شناسی مرتبط با گرایش‌های ضداجتماعی خاص می‌تواند برای افزایش صحت محاسبه احتمال ارتکاب جرم توسط یک فرد و نیز تکرار جرم و درنتیجه پیش‌بینی و جلوگیری از رفتار جنایت‌کارانه مورد استفاده قرار بگیرد.

نتیجه‌گیری: اگرچه براساس نتایج تحقیقات مورد بررسی در این مقاله و نیز به دلیل ماهیت بسیار پیچیده مغز، نتیجه‌گیری دقیق نیازمند پژوهش‌های تکمیلی بسیاری است، اما به نظر می‌رسد پیش‌بینی عصبی رفتارهای ضداجتماعی و مجرمانه با استفاده از نقشه برداری مغز و یافته‌های عصب‌زیست‌شناسی می‌تواند ابزاری برای کمک به دستگاه‌های انتظامی و نهادهای قضایی باشد، تا با ادغام سیاست‌ها و اقدامات فعلی که برای مجازات مجرمان به‌کار گرفته می‌شوند با استراتژی‌های اجتماعی- توان‌بخشی، درمان مجرمانِ در معرض خطر را بدون تهدید حقوق فردی آنها بهبود بخشد. چنین رویکردی می‌تواند اثرات مهمی در کاهش جرائم و ارتقای امنیت اجتماعی داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: نقشه‌برداری مغز، رفتار مجرمانه، امنیت اجتماعی

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۹/۱۸
تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۱۱
تاریخ انتشار الکترونیک: ۹۸/۱۰/۱۵

*نویسنده مسئول: samanehnabavifard@gmail.com

مقدمه

رفتارهای مجرمانه و ضداجتماعی به عنوان یکی از معضلات اجتماعی و امنیتی از اهمیت بسیاری برخوردار هستند. پژوهش‌های علوم اعصاب در مورد ارتباط بین عصب‌زیست‌شناسی و رفتار مجرمانه، طی دو دهه گذشته رشد چشم‌گیری یافته است. یکی از جذاب‌ترین چالش‌هایی که ذهن دانشمندان و پژوهشگران علوم قانونی و قضایی را به خود مشغول کرده، استفاده بالقوه از روش‌های مبتنی بر علوم اعصاب برای بررسی رفتارهای ضداجتماعی و خشونت‌آمیز، پیش‌بینی جرم و درنهایت پیشگیری از وقوع جرم است. طی دو دهه گذشته، تحقیقات در علوم اعصاب و به‌خصوص جرم‌شناسی عصبی، منجر به کشف برخی نشانگرهای عصب‌زیست‌شناسی شده که به نظر می‌رسد با استعداد و تمایل یک فرد برای انجام رفتارهای ضداجتماعی مرتبط است [۱]. به‌طور ویژه، تحقیقات در زمینه جرم‌شناسی عصبی، مشخصه‌های خاص ساختاری و عملکردی در مغز را شناسایی کرده‌اند که احتمالاً با اقدامات دسته‌هایی از مجرمان مانند قاتلان و سوءاستفاده‌کنندگان از کودکان، مرتبط است [۲, ۳]. از سوی دیگر، رفتارهای خشونت‌آمیز، یک مسئله عمده سلامت عمومی است و افزایش دانش در مورد پایه‌های رفتاری و عصبی آن، برای ایجاد و پیاده‌سازی استراتژی‌های درمانی و نوین ضروری است. مطابق با یافته‌های جرم‌شناسان عصبی، تشخیص صفات عصب‌زیست‌شناسی مرتبط با گرایش‌هایضداجتماعی خاص، می‌تواند برای افزایش صحت محاسبه احتمال ارتکاب جرم و نیز تکرار جرم توسط یک فرد و درنتیجه پیش‌بینی و جلوگیری از رفتار جنایت‌کارانه مورد استفاده قرار بگیرد

[۴]. اگرچه این روش‌ها در حال حاضر در مرحله تحقیق بوده و کاربردی نشده‌اند، شواهدی وجود دارد که پیشنهاد می‌کند علوم اعصاب به عنوان ابزاری برای پیش‌بینی مفید و معتبر در زمینه‌های قانونی و قضایی به‌کار رود.

نقش مرکزی مغز و نشانگرهای زیستی عصبی رفتارهای ضد اجتماعی و خشونت‌آمیز در پژوهش‌های جرم‌شناسی در دهه‌های اخیر، رشد قابل توجهی یافته است. جستجوی پایه‌های عصب‌زیست‌شناسی صفات ضد اجتماعی، موضوع تحقیق در جرم‌شناسی عصبی است؛ شاخه ویژه‌ای از علوم اعصاب که تعاملات و برهم‌کنش‌های بین مغز، ژن‌ها، محیط‌زیست و استعدادهای فردی برای گرایش‌های ضداجتماعی را مطالعه می‌کند. درحالی‌که هنوز شواهد عصب‌زیست‌شناسی قطعی از رفتارهای جنایت‌کارانه وجود ندارد، جرم‌شناسان عصبی پیشنهاد می‌کنند که شواهد مختلفی از عصب‌زیست‌شناسی در مورد آشکال خاص اختلال عملکردی که تمایل به رفتار مجرمانه را افزایش می‌دهد، وجود دارد.

مطالعات زیادی برای بررسی ارتباط بین ساختار و عملکرد مغز با انواع مختلف رفتارهای ضداجتماعی، انجام شده است. این مطالعات با دردسترس‌بودن روش‌های تصویربرداری عصبیِ ساختاری و عملکردی از قبیل مورفومتری مبتنی بر وکسل، برش‌نگاری انتشار پوزیترون، تصویربرداری تشدید مغناطیسی و تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی، امکان‌پذیر شده است [۵]. درحالی‌که در حال حاضر هیچ مدرکی وجود ندارد که با قطعیت اثبات کند یک رفتار جنایت‌کارانه به‌طور مستقیم از آسیب‌های مغز ناشی می‌شود، ولی دلایل خوبی برای باور این مطلب وجود دارد که ترکیب برخی از ویژگی‌های عصب‌زیست‌شناسی با برخی عوامل محیطی، زمینه را برای گرایش‌های ضداجتماعی مهیا می‌سازد [۶]. هدف از نگارش مقاله حاضر، بررسی مطالعات در حیطه روش‌های مبتنی بر علوم اعصاب و مطالعات مغزی در حوزه جرم‌شناسی عصبی و پیش‌بینی رفتارهای ضداجتماعی و کنترل جرائم بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر یک مقاله مروری نظام‌مند است که در آن روش‌های مبتنی بر علوم اعصاب برای پیش‌بینی رفتارهای ضداجتماعی و مقالات مرتبط با علوم اعصاب در زمینه جرم‌شناسی عصبی بررسی شدند. جست‌وجوی مقالات منتشرشده بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ با کلیدواژه‌هایی مانند جرم‌شناسی عصبی (Neurocriminology)، پیش‌بینی عصبی (Neuroprediction)، مجرم (Offender)، جرم (Crime/Offend) و نقشه‌برداری مغز (Brain Mapping) در پایگاه داده‌های برخط مانند ISI، Wiley، Sciencedirect، PubMed، Scopus و غیره انجام شد. مقالات پس از بررسی عنوان، از نظر ارتباط چکیده با هدف پژوهش حاضر ارزیابی و مقالات منتخب مورد مطالعه قرار گرفتند. درنهایت، مطالب جمع‌آوری‌شده در دو حیطه اصلی: ۱- کاربردهای عصب‌زیست‌شناسی و رفتارهای ضداجتماعی و مجرمانه و ۲- پیش‌بینی عصبی رفتارهای ضداجتماعی و مجرمانه، تقسیم‌بندی و خلاصه‌نویسی شدند.

یافته‌ها

۱- عصب‌زیست‌شناسی و رفتارهای ضداجتماعی و مجرمانه

تحقیقات جرم‌شناسی عصبی عموماً بر ارتباطات عصب‌زیست‌شناسیِ اختلالات شخصیتیِ نمایان‌شده به‌وسیله رفتارهای ضداجتماعی پایدار، مانند جامعه‌ستیزی و اختلال شخصیت ضداجتماعی بر هر دو دسته مجرمان بزرگسال و جوان متمرکز شده است [۱۲-۷]. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که بسیاری از صفات مشترک در میان این جمعیت ضداجتماعی ویژه (مثل بی‌عاطفگی یا فقدان مهار) پایه‌های عصب‌زیست‌شناسی رایج و مشترکی دارند که عمدتاً شامل ناهنجاری‌هایی می‌شوند که به‌صورت جداگانه یا در تعامل بین نواحی قشری و زیر قشریِ درگیر در پردازش و تنظیم احساسات و هیجانات، وجود دارند. به‌ویژه، تغییرات ساختاری و تغییرات عملکردی در مناطق خاصی از قشر پیش‌پیشانی (یعنی قشر اوربیتوفرونتال و قشر ونترومدیال پیش‌پیشانی) از یک‌سو و از سوی دیگر اختلال در ساختارهای لیمبیک به‌خصوص آمیگدال، ارتباطات مهمی با رخ‌نمودهای (فنوتیپ) ضداجتماعی دارند [۱۵-۱۳]. اختلالات در این مناطق مغزی توضیح می‌دهد که چرا افراد دچار اختلالات شخصیت، بی‌عاطفگی و فقدان همدلی و همچنین نقص در استفاده از اطلاعات هیجانی برای تنظیم رفتارشان می‌شوند [۱۶]. برای مثال، آسیب به قشر ونترومدیال پیش‌پیشانی و قشر سینگولیت قدامی که در پردازش هیجانات و احساسات و نیز در تحریک و تنظیم رفتار از طریق مکانیسم‌های شناختی و عاطفی حیاتی دخیل هستند، با ارتکاب رفتارهای بی‌پروا و ضداجتماعی بدون پشیمانی در ارتباط هستند [۱۷, ۱۸]. مبتلایان به اختلال در این مناطق علی‌رغم درک درست و غلط و درک ماهیت عمل خود، قادر به جلوگیری از رفتار ضداجتماعی خود نیستند [۱۹, ۲۰].

جدا از جامعه‌ستیزها و بیماران دارای اختلال شخصیت ضداجتماعی، تحقیقات جرم‌شناسی عصبی اطلاعات مفیدی در مورد مجرمین جنسی نیز فراهم می‌کند. به‌عنوان‌مثال، بررسی‌ها در متجاوزان جنسی، ناهنجاری‌هایی را در مناطق مغزی دخیل در پاداش، انگیزش و قضاوت اخلاقی نشان می‌دهد [۲۱]. مطالعه بر مجرمان جنسی پدوفیل که مرتکب تجاوزات جنسی علیه کودکان شده‌اند، تغییرات ساختاری یا عملکردی را در لوب‌های پیشانی،

گیجگاهی و سیستم لیمبیک نشان می‌دهد که عملکردهای عاطفی و شناختی را تحت تأثیر قرار می‌دهند و منجر به برانگیختگی جنسی غیرطبیعی می‌شوند [۲۲-۲۸]. برخی اختلالات ساختاری یا عملکردی در مناطق درگیر در توانایی‌های اجتماعی- هیجانی در آمیگدال ممکن است زمینه شرطی‌سازی ترس ناچیز را فراهم نماید. شرطی‌سازی ترس ناچیز می‌تواند به پاسخ‌های هیجانی و احساسی که افراد را به خودداری از رفتار مجازات‌شده قبلی تحریک می‌کند، آسیب برساند [۲۹].

نکته جالب توجه این است که تعداد قابل‌توجهی از صفات ضداجتماعی، با اختلالات در همان مدارهای اجتماعی- هیجانی، مرتبط هستند که با قضاوت‌ها و تصمیم‌گیری اخلاقی رابطه دارند [۳۰]. درواقع، استعدادهای هیجانی نقش مؤثری در تصمیم‌گیری اخلاقی ایفا می‌کنند و از آن مهم‌تر در رفتار اخلاقی و داوطلبانه نیز مشارکت می‌کنند. به عبارت دیگر، رفتار جنایت‌کارانه نتیجه استدلالی خشک و محاسباتی نیست، بلکه عمدتاً از ناهنجاری‌ها یا عدم تعادل در فرآیندهای هیجانیِ مسئول قضاوت و رفتار اخلاقیِ مقتضی تأثیر می‌پذیرد [۳۱].

تحقیقات جرم‌شناسی عصبی به رابطه بین رفتار ضداجتماعی و زمینه‌های ژنتیکی نیز پرداخته‌اند. یک نمونه نمادین از یک اَلِل تنها که تصور می‌شود بر رفتار خشونت‌آمیز مؤثر باشد، ژن کدگذاری‌کننده انتقال‌دهنده عصبی است که آنزیم مونوآمین اکسیداز A را متابولیز می‌کند. به نظر می‌رسد، سطوح پایین آن با افزایش پرخاشگری همراه است. برخی از مطالعات نشان داده‌اند که افراد دارای این پلی‌مورفیسم ژنتیکیِ خاص، ناهنجاری‌های ساختاری و عملکردی در نواحی و مناطق مغزی شناخته‌شده دخیل در پردازش هیجانات، تنظیم هیجانات و کنترل تکانه، مانند قشر پیش‌پیشانی اوربیتوفرونتال و آمیگدال نشان نیز دارند [۳۲-۳۴].

پژوهش‌ها در جرم‌شناسی عصبی اخیراً بر این‌که آیا ویژگی‌های عصب‌زیست‌شناسی یک فرد می‌تواند پیش‌بینی‌کننده رفتار ضداجتماعی او در آینده باشد، تمرکز کرده‌اند. آیا ساختارها یا فعالیت‌های مغزی معین می‌توانند شواهدی دال بر این‌که یک فرد تمایل زیادی به انجام رفتارهای جنایت‌کارانه دارد، فراهم کنند؟ اگرچه پژوهش در این زمینه هنوز در مراحل اولیه است، مطالعات مقدماتی نتایج قابل قبولی داشته‌اند و عصب‌جرم‌شناسان را به امکان پیش‌بینی رفتار جنایت‌کارانه از طریق نشانگرهای عصب‌زیست‌شناسی امیدوار کرده‌اند.

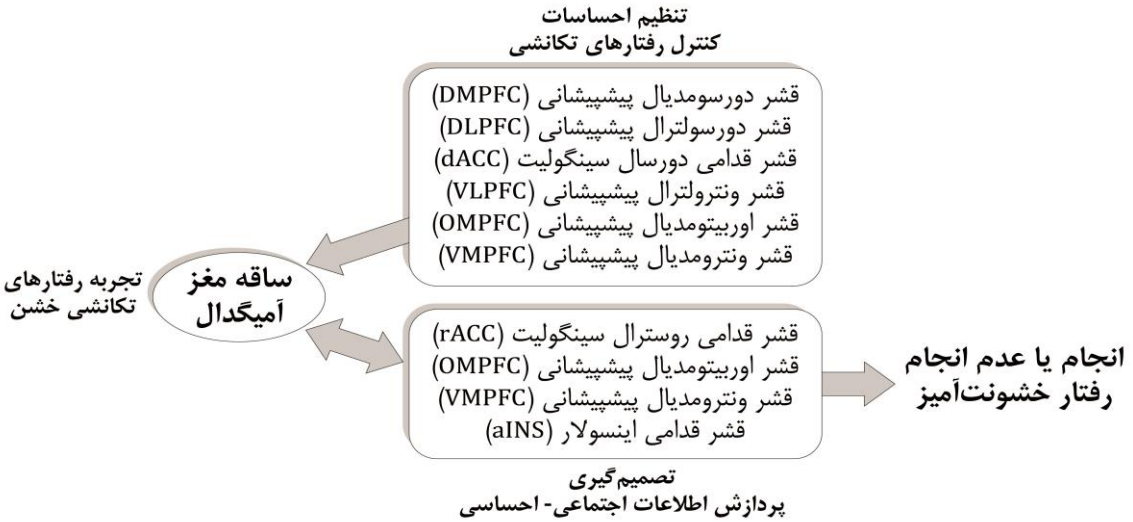
۲- پیش‌بینی عصبی رفتارهای ضداجتماعی و مجرمانه

فرضیه مورد بررسی این است که تغییرات در نواحی خاصی از مغز که به کنترل خشونت، پرخاشگری و تکانه مربوط هستند، نشان‌دهنده این است که یک فرد تا چه حد احتمال دارد در فعالیت‌های جنایت‌کارانه پایدار و مداوم شرکت کند.

بیشتر جرائم خشونت‌آمیزی که گزارش شده است، توسط گروه کوچکی از مردان که از دوران کودکی دارای رفتارهای ناسازگاری بوده و در بزرگسالی نیز دارای نشانه‌های اختلال شخصیت ضد اجتماعی هستند، انجام شده است [۳۵]. آسیب‌شناسی تکانشگری یک نشانه کلیدی از این اختلال است [۳۶]، که به رفتارهای منفی مرتبط با اختلال، ازجمله رفتارهای خشونت‌آمیز [۳۷] و وابستگی به الکل [۳۸] مربوط می‌شود. اختلال شخصیت ضداجتماعی اغلب با رفتارهای پرخاشگرانه و خشونت‌آمیز و تغییرات پاتولوژیک در قشر اوربیتوفرنتال و استریاتوم شکمی همراه است [۳۹]. چندین دلیل دلگرم‌کننده برای ارتباط بین میزان کم مونوآمین‌اکسیداز A که آنزیم تنظیم‌کننده انتقال‌دهنده عصبی است، با اختلال شخصیت ضداجتماعی وجود دارد. در یک مطالعه با استفاده از روش توموگرافی انتشار پوزیترون در گروهی از جوندگان سالم و نیز گروهی از جوندگان فاقد آنزیم مونوآمین اکسیدازA ، برای بررسی رفتارهای خشونت‌آمیز، ارتباط بین مقدار کم این آنزیم در مغز و تکانشگری یا پرخاشگری را نشان می‌دهد. این مطالعه نشان‌دهنده کاهش سطح آنزیم مونوآمین‌اکسیداز A مغزی در اختلال شخصیت ضداجتماعی است [۳۳]. برخی شواهد نشان می‌دهد که خشونت‌های تکانشی به مدارهای زیرقشری ازجمله ناحیه ساقه مغز و آمیگدال که موجب تولید رفتارهای خشن می‌شوند، مدارهای کورتیکولیمبیک مانند قشر پیش‌پیشانی اوربیتومدیال (OMPFC) و قشر سینگولیت قدامی که تصمیم‌گیری‌ها و اطلاعات اجتماعی- احساسی را پردازش می‌کنند و نیز مناطق فرونتوپریتال که در تنظیم احساسات و رفتارهای انگیزشی درگیر هستند، مربوط می‌شوند [۴۰]. مطابق شکل ۱، مطالعات تصویربرداری عصبی از ضایعات حیوانی و انسانی، به‌طور فزاینده‌ای نشان‌دهنده ناهنجاری‌هایی در عملکرد و الگوهای اتصالی این مدارها در اختلالات روانپزشکی مشخص‌شده با پرخاشگری زیاد، مانند اختلال شخصیت مرزی و اختلال شخصیت اجتماعی است [۴۰].

در مطالعه‌ای دیگر *راشل* و همکاران چندین ناحیه مغزی درگیر در پردازش و تنظیم احساسات را در گروهی از نوجوانان مورد مطالعه قرار داده‌اند. آنها دریافته‌اند که در نوجوانان مبتلا به رفتارهای خشونت‌آمیز، حجم ماده خاکستری در نواحی مانند پیش‌پیشانی، آمیگدال، اینسولا و قشر سینگولیت کاهش یافته و نیز تغییرات عملکردی و ساختاری در ناحیه پشتی میانی قشر پیش‌پیشانی راست و قشر اینسولای چپ رخ داده است [۴۱].

در این راستا پژوهش‌های بیشتری برای شناسایی این که آیا اختلالات این مدارها می‌تواند به عنوان فنوتیپ‌های مؤثر برای



شکل ۱) ساختارهای عصبی مهم در بروز رفتارهای خشونت‌آمیز [۳۴]

شناسایی کسانی که بیشترین خطر را برای بروز رفتارهای خشن دارند و نیز به عنوان نشانگرهای زیستی برای بررسی اثربخشی درمان‌های موجود و توسعه درمان‌های جدید با هدف کاهش رفتار پرخاشگرانه باشد، ضروری به نظر می‌رسد.

مطالعه انجام‌شده توسط *آهارونی* و همکاران نشان داده است که فعالیت مغز در قشر کمربندی قدامی، که یک منطقه مغزی به‌شدت دخیل در کنترل تکانه است، می‌تواند پیش‌بینی‌کننده دستگیری مجدد مجرمان پس از آزادی باشد [۴۲]. در این مورد، برخی محققان معتقدند که سطح فعالیت در داخل قشر کمربندی قدامی ممکن است، اطلاعات خاصی در مورد بازداشت مجدد یک مجرم، چهار سال پس از آزادی ایشان را فراهم کند.

یک عامل پیش‌بینی‌کننده دیگر برای رفتار ضداجتماعی خشونت، فقدان همدلی و سایر احساسات اخلاقی است (به‌عنوان مثال، احساس گناه یا احساس ندامت که در مجرمانی دیده می‌شود) که از اختلالات اجتماعی- عاطفی مانند جامعه‌ستیزی رنج می‌برند. طبق نظر *نادلهوفر* و همکاران، پژوهش در مورد ارتباطات مغزی جامعه‌ستیزی، توانایی ارائه مدل‌های قابل‌اطمینانی را برای پیش‌بینی رفتار ضداجتماعی خشونت، داراست [۴۳].

در پژوهشی دیگر، رابطه میان کاهش حجم آمیگدال و افزایش خطر ارتکاب به خشونت در آینده، در مردان جوان و بزرگسال نشان داده شده است [۴۴]. در این مطالعه، مردان با حجم آمیگدال کم‌تر، سطوح بالاتری از رفتارهای پرخاشگرانه و ویژگی‌های جامعه‌ستیزی را از دوران کودکی تا اوایل بزرگسالی نسبت به گروه کنترل نشان داده‌اند. بر اساس این یافته‌ها، پژوهشگران ادعا کرده‌اند که اختلالات آمیگدال ممکن است نشانگر زیستی مهمی برای خشونت و پرخاشگری مداوم باشد.

در مطالعه *رین* و همکاران، متابولیسم گلوکز پیش‌پیشانی در قاتلان مورد بررسی قرار گرفته است [۴۵]. نتایج، میزان کم‌تری از متابولیسم گلوکز را در قشر پیش‌پیشانی جانبی و میانیِ گروهی از قاتلان نشان داده است. در مطالعه‌ای دیگر [۴۶] محققان از تصویربرداری عصبی و مورفومتری مبتنی بر وکسل برای بررسی و مقایسه حجم ماده خاکستری در لوب‌های گیجگاهی میانی و جانبی شامل هیپوکامپ و اینسولای خلفی (مناطق پارالیمبیک) در ۲۰ زندانی نوجوان پسر که مرتکب قتل شده‌اند و در ۱۳۵ مجرم زندانی که مرتکب قتل نشده‌اند، استفاده کرده‌اند. آنها دریافته‌اند که در قاتلان، حجم ماده خاکستری در نواحی مذکور کاهش یافته است. به نظر می‌رسد ناهنجاری‌ها در این مناطق مغزی، با بی‌تفاوتی و سنگدلی بیشتر نسبت به دیگران و کنترل ضعیف تکانه‌ها مرتبط باشند.

از مطالعات عصب‌شناسی برای پیش‌بینی پاسخ به درمان در مجرمان نیز استفاده شده است. در یک مطالعه بر زندانیان بزرگسال معتاد، نشان داده شده است که فعالیت الکتریکی مغز می‌تواند پیش‌بینی کند که چه کسی یک برنامه ۱۲هفته‌ای برای درمان اعتیاد را به‌طور موفقیت‌آمیزی به پایان خواهد رساند [۴۷]. این‌گونه نتایج می‌توانند به توسعه درمان‌های فردی‌تر کمک کنند و منجر به نتایج مثبت و بلندمدت‌تری شوند.

با توجه به شواهد اولیه، این مسئله مطرح می‌شود که چگونه با به‌کارگیری دقیق متغیرهای عصبی در ارزیابی رفتار جنایت‌کارانه آینده، می‌توان به ارزیابی خطر کمک نموده و آن را بهبود بخشید. از سوی دیگر این سئوال نیز مطرح است که آیا مطالعات تصویربرداری عصبی پیش‌بینی‌کننده‌های بهتری برای تکرار جرم در مقایسه با موارد ثبت‌شده در یک فهرست هستند یا اگر نیستند، آیا

می‌توانند صحت هر یک از این پیش‌بینی‌ها را در صورت استفاده در رابطه با سایر اقدامات رفتاری افزایش دهند؟ دانشمندان علوم اعصاب با فکرکردن به اینکه روش‌های علوم اعصاب، یعنی تصویربرداری‌های عصبی ساختاری و عملکردی، محتمل‌ترین گزینه برای اعتباربخشی به ارزیابی خطر تکرار جنایت هستند، بیان می‌کنند که پیش‌بینی عصبیِ رفتار ضداجتماعی به‌احتمال‌زیاد ارزش پیش‌بینی‌کنندگی را به روش‌هایی که در حال حاضر برای ارزیابی خطر موجود است، خواهد افزود [۴۸].

نتیجه‌گیری

اگرچه پژوهش‌های صورت‌گرفته در حوزه جرم‌شناسی عصبی، به دلیل ماهیت بسیار پیچیده و ظریف مغز، هنوز دارای زوایای ناشناخته بسیاری بوده و نتایج مطالعات انجام‌شده در این خصوص نیز تا حدی دارای ابهام است و نتیجه‌گیری دقیق و کاملاً صریح در مورد آنها نیازمند صرف پژوهش‌های تکمیلی بسیاری است، اما این نتایج تصویر نسبتاً واضحی از ارتباطات عصبیِ رفتارهای ضداجتماعی را ترسیم می‌کنند. بنابراین امکان استفاده از دانش جرم‌شناسی عصبی به‌منظور پیش‌بینی جرائم در دستگاه‌های قانونی و قضایی دور از دسترس به‌نظر نمی‌رسد. با فراهم‌شدن امکان تشخیص نشانگرهای عصب‌زیست‌شناسی که پیش‌بینی‌کننده رفتارهای مجرمانه در آینده هستند، دور از ذهن نیست که روزی از این ابزارها با اعتماد بالا در زمینه‌های قانونی و قضایی استفاده شود. چنین رویکردی، با حفظ آزادی‌های مدنی و حقوق فردی مجرمین، امنیت عمومی را نیز افزایش خواهد داد.

تشکر و قدردانی: موردی گزارش نشده است.
تأییدیه اخلاقی: موردی گزارش نشده است.
تعارض منافع: موردی گزارش نشده است.
سهم نویسندگان: سمانه نبوی‌فرد (نویسنده اول)، پژوهشگر اصلی(۶۰٪)؛ هادی شیرزاد (نویسنده دوم)، پژوهشگر کمکی (۲۵٪)؛ شیرین جلیلی (نویسنده سوم)، پژوهشگر کمکی (۱۵٪)
منابع مالی: نویسندگان هیچ‌گونه حمایت مالی از مراجع دولتی یا خصوصی دریافت ننموده‌اند.

References

1- Brown T A. Gene cloning and DNA analysis: An introduction. 7th ed. United States: Wiley-blackwell.; 2016. Chapter 2, Vectors for gene cloning: Plasmids and bacteriophage; p. 13-24.
2- Kostylev M, Otwell A.E, Richardson R, Suzuki Y. Cloning should be simple: Escherichia coli DH5α-mediated assembly of multiple DNA fragments with short end homologies. PLoS ONE. 2015;10(9):e0137466.
3- Janse I, Hamidjaja R.A., Bok J.M, Rotterdam B.V. Reliable detection of Bacillus anthracis, Francisella tularensis and Yersinia pestis by using multiplex qPCR including internal controls for nucleic acid extraction and amplification. BMC Microbiol. 2010;10(1):314-26.
4- Matero P, Hemmila H, Tomaso H, Piiparinen H, Rantakokko-Jalava K, Nuotio L, et al. Rapid field detection assays for Bacillus anthracis, Brucella spp., Francisella tularensis and Yersinia pestis. Clin Microbiol Infect. 2011;17(1):34-43.
5- Sjöstedt A, Eriksson U, Berglund L, Tärnvik A. Detection of Francisella tularensis in ulcers of patients with tularemia by PCR. J Clin Microbiol. 1997;35(5):1045-8.
6- Inglesby TV, Henderson DA, Bartlett JG, Ascher MS, Eitzen E, Friedlander AM, et al. Anthrax as a biological weapon: medical and public health management. Working group on civilian biodefense. JAMA. 1999;281(18):1735-45.
7- Payne, D.A, Petersen J. Rapid molecular testing for bioterrorism agents: Targets, tactics, and technology. J Clin Ligand Assay, 2002;25(4):348-57.
8- Carrera M, Sagripanti J-L. Design and engineering of a multi-target (multiplex) DNA simulant to evaluate nulceic acid based assays for detection of biological threat agents. Edgewood chemical biological center aberdeen proving ground MD, 2006.
9- Allen L.A. Mechanisms of pathogenesis: evasion of killing by polymorphonuclear leukocytes, Microbes Infect. 2003;5(14):1329-35.
10- Cheng AC, Currie BJ. Melioidosis: epidemiology, pathophysiology, and management. Clin Microbiol Rev. 2005;18(2):383-416.
11- Dance D A B. Melioidosis and glanders as possible biological weapons. In: Fong, I W, Alibek, Kenneth, editors. Bioterrorism and infectious agents: a new dilemma for the 21st century. Netherlands: Springer; 2009. pp. 99-145.
12- Estrada-de los Santos P, Vinuesa P, Martínez-Aguilar L, Hirsch AM, Caballero-Mellado J. Phylogenetic analysis of Burkholderia species by multilocus sequence analysis. Curr Microbiol. 2013;67(1):51-60.
13 - Schrallhammer M, Schweikert M, Vallesi A, Verni F, Petroni G. Detection of a novel subspecies of Francisella noatunensis as

Endosymbiont of the Eiliate Euplotes raikovi. Microbl Ecol. 2011;61(2):455-64.
14- Smallpox, [Internet]. Wikipedia, [cited 2019 Dec 10]. Availablefrom:https://en.wikipedia.org/wiki/Smallpox.
15- Ray C.G, Ryan K.J. Sherris medical microbiology: an introduction to infectious diseases. 4th ed. United States: McGraw-Hill; 2004. p.992.
16- Fujita O, Tatsumi M, Tanabayashi K, Yamada A. Development of a real-time PCR assay for detection and quantification of Francisella tularensis. Japan j infect diseas. 2006;59(1):46.
17- Fulop M, Leslie D, Titball R. A rapid, highly sensitive method for the detection of Francisella tularensis in clinical samples using the polymerase chain reaction. Am j tropic med hygiene. 1996;54(4):364-6.
18- Ho C-C, Lau CC, Martelli P, Chan S-Y, Cindy W, Wu AK, et al. Novel pan-genomic analysis approach in target selection for multiplex PCR identification and detection of Burkholderia pseudomallei, Burkholderia thailandensis, and Burkholderia cepacia complex species: a proof-of-concept study. J clin microbiol. 2011;49(3):814-21.
19- Lee M-A, Wang D, Yap EH. Detection and differentiation of Burkholderia pseudomallei, Burkholderia mallei and Burkholderia thailandensis by multiplex PCR. FEMS Immunol Med Microbiol. 2005;43(3):413-7.
20- Pourmahdi N, Zeinoddini M, Esmatabadi D, Javad M, Sheikhi F. Simple and rapid detection of yersinia pestis and francisella tularensis using multiplex-PCR. Res Molecul Med. 2018;6(4).
21- Ropp SL, Jin Q, Knight JC, Massung RF, Esposito JJ. PCR strategy for identification and differentiation of small pox and other orthopoxviruses. J Clin Microbiol. 1995;33(8):2069-76.
22- Agarwala R, Barrett T, Beck J, Benson D.A, Bollin C, Bolton E, et al. Database resources of the national center for biotechnology information. Nucleic Acids Res. 2017; 45(Database issue): D12–D17.
23- Hall T. BioEdit: an important software for molecular biology. GERF Bull Biosci, 2011;2(1):60-1.
24- Charrel R.N, La Scola B, Raoult, D. Multi-pathogens equence containing plasmids as positive controls for universal detection of potential agents of bioterrorism. BMC Microbiol. 2004;4(1):21-32.
25- Carrera M, Sagripanti JL. Non-infectious plasmid engineered to simulate multiple viral threat agents. J Virol Methods. 2009;159(1):29-33.
26- Carrera M, Sagripanti JL. Artificial plasmid engineered to simulate multiple biological threat agents. Appl Microbiol Biotechnol. 2009;81(6):1129-39.
27- Sagripanti, JL, Carrera M, inventors; US Secretary of Army. Artificial chimeras engineered to simulate multiple biological threat agents. United States patent US 8017330. 2011.
28- Sagripanti, JL, Zandomeni MC, inventors; US Secretary of Army. Method for simultaneously detecting multiple biological threat agents. United States patent US 8367327. 2013.
29- Pourmahdi N, Zeinoddini M, Dehghan Esmatabadi MJ, Sheikhi F. Simple and Rapid Detection of Yersinia pestis and Francisella Tularensis using Multiplex-PCR. Research in Molecular Medicine, 2018. 6(4):28-37
30- Rohani M, Mohsenpour B, Ghasemi A, Esmaeili S, Karimi M, Neubauer H, et al. A case report of human tularemia from Iran. 2018;10(4):250-3.
31- Mostafavi E, Ghasemi A, Rohani M, Molaeipoor L, Esmaeili S, Mohammadi Z, et al. Molecular survey of tularemia and plague in small mammals from Iran. Front Cell Infect Microbiol. 2018;8:215.

این صفحه آگاهانه سفید گذاشته شده است