

Hirnforscher entziffern die Welt der Gefühle

Was neuronale Aktivitäten über das subjektive Schmerzempfinden verraten

Das «brain reading» macht langsam Fortschritte. Forscher deuten die Hirnaktivitäten von Testpersonen und wagen Vorhersagen über deren Schmerzempfinden.

Lena Stallmach

Die Gedanken eines anderen lesen zu können, fasziniert die Menschheit schon seit eh und je. Mit der Erfindung von Messgeräten, die unsere Hirnaktivität aufzeichnen, stehen Forschern riesige Datenmengen zur Verfügung, die darauf warten, entschlüsselt zu werden. Kleine Erfolge gab es bei der Decodierung von Hirnaktivitäten, die mit visuellen Eindrücken einhergehen. So konnten Forscher aus den Daten schliessen, ob eine Person gerade an ein Haus oder an ein Gesicht dachte. Von wirklichem Gedankenlesen kann aber nicht die Rede sein. In den meisten Versuchen konzentrierten sich die Personen auf zwei oder selten mehr vorgegebene Objekte. Jedoch zeigen diese Studien, dass zumindest gewisse Denkprozesse unterscheidbare Hirnaktivitäten auslösen. Dies scheint auch für Gefühle der Fall zu sein, wie an einer Konferenz zum Thema Neurobiologie der Emotionen in Italien zu erfahren war, zu der die European Science Foundation Mitte November eingeladen hatte.

Gefühlten Schmerz messen

Nach der Auffassung von Hirnforschern beruht jede Empfindung auf der Aktivität von unzähligen Nervenzellen, die miteinander vernetzt sind. Indem die Wissenschaftler die Aktivität dieser Netzwerke ergründen, wollen sie die Funktionsweise des Gehirns besser verstehen. Im Zusammenhang mit Schmerzen sind einige Forschungsarbeiten aber auch sehr anwendungsorientiert. Hier geht es um die Suche nach einem biologischen Messwert von gefühltem Schmerz. Dieser könnte Ärzten dabei helfen, die Pein ihrer Patienten besser einzuschätzen. Und Personen mit chronischen Schmerzen könnten einen objektiv ermittelten Messwert und damit einen Beweis für ihr nicht immer ernst genommenes Leiden vorweisen.

Die Objektivierbarkeit des Symptoms Schmerz ist aber ein schwieriges

Unterfangen, schliesslich handelt es sich um ein subjektives Empfinden. Dies zeigt sich nicht nur daran, dass die Schmerzempfindlichkeit von Person zu Person unterschiedlich ist, sondern auch daran, dass sie in ein und derselben Person beträchtlich schwankt. Jedoch spiegelt sich dies auch in der Hirnaktivität, wie verschiedene Studien zeigen. Somit sollte es möglich sein, die individuelle Empfindlichkeit aus der gemessenen Aktivität abzulesen, dachte sich der Neurologe Markus Ploner von der Technischen Universität München. Er und seine Kollegen massen die Hirnaktivität von 23 Testpersonen mit der Elektroenzephalografie (EEG), während diese moderate Schmerzreize auf dem rechten Handrücken spürten – erzeugt von einem Laserstrahl.

Die Probanden bewerteten die Stärke des Schmerzes in 60 Durchgängen auf einer Skala von 1 bis 10. Der Gruppendurchschnitt ergab 4,9. Doch variierten die Angaben von Person zu Person und von jeder einzelnen Person stark, obwohl die Intensität des Lasers immer gleich war. Je nachdem, ob sie häufiger Werte grösser oder kleiner als 5 angegeben hatten, teilten die Forscher die Probanden in schmerzempfindliche und -unempfindliche ein. Bei der Datenauswertung berücksichtigten sie die ganze Bandbreite der Frequenzen von 1 bis 100 Hertz, die an allen 64 Elektroden über eine gewisse Zeitspanne gemessen wurden. Tiefe Frequenzen um 8 Hertz und hohe im Bereich von 80 Hertz korrelierten am besten mit dem Schmerzempfinden.

Anhand der Daten von 22 Probanden errechnete ein Computer jeweils einen Algorithmus, der den Zustand von wenig Schmerz (kleiner als 5) und viel Schmerz (grösser als 5) am treffendsten wiedergab. Mit diesem Algorithmus analysierten die Forscher die Daten des 23. Probanden. Diesen Vorgang wiederholten sie für jeden einzelnen Probanden, so dass der Algorithmus jeweils auf den Daten der anderen 22 Probanden berechnet war. Auf diese Weise konnten die Forscher die Schmerzempfindlichkeit von 19 Kandidaten (83 Prozent) korrekt aus den Daten bestimmen.

Dass die Analyse auf fremden Daten beruhte und nicht auf jenen der Testperson, ist ein grosser Fortschritt im Bereich des «brain reading». Normalerweise muss ein Messgerät auf die Hirnaktivität einer Person eingestellt wer-

den, damit sie korrekt interpretiert werden kann. Dies ist in vielen Fällen aber nicht möglich oder nicht sinnvoll; zum Beispiel, wenn man das Schmerzempfinden von Personen ermitteln will, die nicht kommunizieren können, wie Demen- te oder Locked-in-Patienten, oder wenn man einer Versicherung beweisen will, dass eine Person an chronischen Schmerzen leidet.

Von einer praktischen Anwendung ist man ohnehin noch weit entfernt. Eine Treffsicherheit von 83 Prozent wäre dafür ungenügend. Dies ist auch Ploner klar. Die Arbeit sei nur der Beweis, dass es theoretisch möglich sei, die individuelle Schmerzempfindlichkeit zu bestimmen, nicht mehr und nicht weniger. Die Forscher wollen nun daran arbeiten, die Treffsicherheit weiter zu steigern und andere Fragen zu klären. Zum Beispiel ist noch unklar, ob es sich bei der bestimmten Schmerzempfindlichkeit nur um eine Momentaufnahme handelt und die gleiche Person in einer anderen Situation oder bei einer anderen Art von Schmerz in eine andere Kategorie eingeteilt werden müsste.

Chronische Schmerzen

Apkar Vania Apkarian von der Northwestern University in Evanston, Illinois, verwendet eine weitere Messmethode zur Bestimmung von Schmerzen, die funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRI). Er hat sich auf chronische Schmerzen spezialisiert. Vor kurzem zeigte sein Team, dass eine verstärkte Kommunikation zwischen zwei Hirnregionen bei der Entstehung von chronischen Schmerzen involviert ist. Bei Patienten mit Rückenschmerzen ermittelten die Forscher die Verbindung zwischen dem Nucleus accumbens und der präfrontalen Hirnrinde mit fMRI-Messungen. Anhand dieser Daten konnten sie vorhersagen, ob die Patienten ein Jahr später chronische Schmerzen haben würden oder sich ihr Zustand verbessern werde.

Die beiden Hirnregionen sind Teil des neuronalen Belohnungssystems, das dafür sorgt, dass etwa Essen oder eine richtig gelöste Aufgabe ein angenehmes Gefühl auslösen. Es spielt auch beim Lernen eine wichtige Rolle. Laut Apkarian bestätigen die Resultate die Vermutung, dass Lernprozesse beim Entstehen von chronischen Schmerzen involviert sind. Patienten mit einer stärkeren

ren Verbindung zwischen den beiden Regionen könnten schon früh als Risikopatienten für eine Chronifizierung identifiziert werden. Er hofft ausserdem auf Medikamente, die die Verbindung schwächen können.

Verfrühte Anwendung

In früheren Studien hatte Apkarian bereits gezeigt, dass die Intensität und die Dauer von chronischen Schmerzen mit Aktivitäten in der mittleren präfrontalen Hirnrinde beziehungsweise mit jenen in der rechten Inselrinde korrelieren. Dies seien objektive Messwerte für Schmerzen, so wurde er in einem «Science»-Artikel von 2009 zitiert. Aufgrund dieser und anderer Forschungsergebnisse glaubt er, dass fMRI-Daten schon viel früher zuverlässige Messwerte für Schmerzen liefern können, als allgemein angenommen wird.

Ähnlich wie bei Lügendetektoren, die auf fMRI-Daten beruhen, kommt es seit einigen Jahren gelegentlich vor, dass Anwälte und ihre Klienten versuchen, Hirn-Scans in Gerichtsfällen als Beweismittel zu verwenden. So ist in vielen Fällen von Schadenersatzforderungen der Nachweis von Schmerzen zentral. In den USA gibt es private Firmen, die Messungen für solche Zwecke durchführen. Die Mehrheit der Wissenschaftler ist allerdings der Ansicht, dass es dafür noch zu früh ist. Experten sind sich nicht einmal einig, welches die relevanten Hirnregionen sind, in denen man ein Signal erwarten kann. Zudem ist die Technik nicht vor Täuschungen sicher. Wie einige Studien zeigen, sind bei echten und imaginierten Schmerzen teilweise die gleichen Hirnregionen aktiv. Unabhängige Experten raten deshalb dazu, die Daten nicht als Beweismittel gelten zu lassen.