idw - Informationsdienst Wissenschaft
Nachrichten, Termine, Experten

Press release

Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
Dipl. Biol. Barbara Ritzert
10/05/2001
http://idw-online.de/en/news39667

Miscellaneous scientific news/publications, Research results, Scientific conferences
Medicine, Nutrition / healthcare / nursing
transregional, national

Die Spur der Qual: Wo und wie das Gehirn Schmerzen verarbeitet

Nicht nur wo, sondern auch wie Schmerzen im Gehirn verarbeitet werden, lässt sich mit so genannten bildgebenden Verfahren zusehends detaillierter beobachten. Wissenschaftler können dem Gehirn quasi dabei zusehen, wenn es Schmerz empfindet. Ihre Erkenntnisse präsentieren Forscher auf dem Deutschen Schmerzkongress in Berlin.

Was spielt sich im Gehirn ab, wenn ein Mensch das höchst subjektive Gefühl Schmerz empfindet? Seit einigen Jahren ermöglichen neue, sich rasch verfeinernde Methoden den Forschern objektive Einblicke in die Schmerzwahrnehmung: Mit zwei so genannten bildgebenden Verfahren - der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) und der funktionellen Magnet-Resonanz-Tomographie (fMRT) - lässt sich die Aktivität jener Hirnareale, die Schmerzreize verarbeiten, in zunehmend feineren Details sichtbar machen.

"Die neuen Methoden der Bildgebung", erklärt Priv. Doz. Dr. Dr. Thomas R. Toelle von der Neurologischen Klinik der Technischen Universität München, "erlauben interessante Einblicke in die Verarbeitung des Schmerzes im zentralen Nervensystem. Und sie geben Hinweise darauf, welche Regionen des Gehirns für die Verarbeitung der sensorischen, gefühlsmäßigen und bewusst wahrgenommenen Aspekte des Schmerzes in besonderem Maße verantwortlich sind."

Es gibt kein Schmerzzentrum

Diese Einblicke haben bereits die grundlegenden Vorstellungen der Neurowissenschaftler verändert, wie das Gehirn Schmerzen verarbeitet. Offensichtlich erzeugt dort kein zentrales Schmerzzentrum den "Gesamteindruck Schmerz", so Toelle, sondern "vermutlich ein Netzwerk verschiedener funktioneller Systeme": Dabei handelt es sich um Nervenzellen-(Neuronen-)Verbände in teilweise weit auseinander liegenden Hirnarealen, die Schmerzsignale aus unterschiedlichen Nervenbahnen empfangen und auf verschiedenartige Weise parallel oder hintereinander geschaltet verarbeiten.

So bewerten Nervenzellen im Thalamus - dem "Tor zum Bewusstsein" im Zwischen-hirn - zusammen mit Neuronen der vorderen Großhirnrinde, ob ein ankommender Reiz die Schmerzschwelle überschreitet. Dafür, wie intensiv die betroffene Person den Schmerz wahrnimmt, sind bestimmte Nervenzellen-Verbände im so genannten limbischen System zuständig, das an der Entstehung von Gefühlen und gefühlsbetonten Verhaltensweisen beteiligt ist. Ein weiterer Neuronen-Verband des limbischen Systems entscheidet schließlich, ob der Schmerzreiz als unangenehm empfunden wird.

Obwohl viele Details dieser neurobiologischen Basis der Schmerzverarbeitung noch ausstehen, zeichnen sich bereits nützliche Anwendungen ab. Mit Hilfe von PET und fMRT können Wissenschaftler beobachten, ob und wie verschiedene schmerz-therapeutische Maßnahmen in den betroffenen Nervenzell-Netzwerken Wirkung zeigen: So ließe sich zum Beispiel der Einfluss von Schmerzmitteln und anderen Medikamenten auf die verschiedenen Dimensionen des Schmerzes überprüfen. Darüber hinaus machen die Verfahren individuelle Unterschiede bei der Schmerzverarbeitung sichtbar - sie eröffnen somit in der Zukunft vielleicht auch die Möglichkeit, Therapien auf den einzelnen Patienten

zuzuschneiden.

Momentaufnahmen aktiver Hirnareale

Die wachsende Hoffnung der Schmerzforscher und -ärzte beruht auf den speziellen Fähigkeiten der beiden bildgebenden Verfahren. Denn sowohl fMRT als auch PET enthüllen, welche Zellverbände im Moment der Aufnahme gerade aktiv sind. Dies erlaubt Einblicke, die rein anatomische Bilder wie etwa computertomographische Röntgenaufnahmen nicht bieten können.

Ihre faszinierenden Ergebnisse erzielen die beiden Verfahren allerdings auf höchst unterschiedliche Weise:
* Die funktionelle Magnet-Resonanz-Tomographie - auch Kernspin-Tomographie genannt - gewinnt ihre Informationen über den Zellstoffwechsel mit Hilfe eines starken Magnetfeldes, das bestimmte Atome im Gewebe anregt, für sie typische Radiosignale auszusenden.
* Die Positronen-Emissions-Tomographie arbeitet normalerweise mit radioaktiv markierten Zucker-(Glukose-)Lösungen, die sich in aktiven Zellen stärker anreichern. Schmerzforscher verwenden für ihre Untersuchungen noch andere radioaktiv markierte Substanzen.

Beiden Verfahren gemeinsam ist die Aufbereitung der empfangenen Signale zu zwei- oder dreidimensionalen Bildern mit Hilfe spezieller Rechenprogramme durch leistungsfähige Computer.

Die bildgebenden Verfahren erlauben den Schmerzforschern jedoch nicht nur, die Aktivitäten von Neuronen-Verbänden zu beobachten. Ebenso ist es möglich, die Aktivität bestimmter Botenstoffen zu analysieren. Seit einem Vierteljahrhundert wissen Forscher, dass Schmerzsignale im Gehirn durch körpereigene, opiatähnliche Botenstoffe - so genannte Endorphine - gedämpft oder sogar unterdrückt werden können: Sie docken an bestimmten, Rezeptoren genannten Strukturen der Zelloberfläche an, wodurch die Schmerzsignal-Stafette unterbrochen wird.
Körpereigenen Schmerhemmern bei der Arbeit zusehen

Nun liefern PET-Versuchsreihen an gesunden Versuchspersonen und Patienten erste Einblicke in dieses Geschehen. Dazu injizieren die Forscher ihren Probanden radioaktiv markierte Substanzen, die an dieselben Rezeptoren binden können wie Endorphine. Darum werden sie "exogene Liganden" genannt. Je mehr Rezeptoren von diesen Liganden besetzt werden können, desto stärker sind deren messbare Signale. Sind die Rezeptoren bei Schmerzen durch körpereigene Opiate "besetzt", können die Wettbewerber von außen nicht andocken. Dies belegen Vergleiche zwischen Patienten mit rheumatoider Arthritis und gesunden Personen. Bei den Patienten sind die Liganden-Signale deutlich schwächer.

Erhalten die Patienten jedoch eine ausreichende Schmerztherapie, gleicht sich das Ausmaß der Liganden-Bindung an die der Gesunden an. "Dies lässt darauf schließen", erklärt Tölle, "dass die Rezeptoren im Schmerzzustand möglicherweise durch Endorphine belegt sind und nach der Behandlung wieder für das Anlagern der exogenen Liganden zur Verfügung stehen."

Untersuchungen anderer Wissenschaftler bestätigen solche Zusammenhänge. Erhalten Versuchspersonen einen schmerzhaften Reiz, empfinden sie dessen Intensität individuell unterschiedlich. Dies spiegelt sich auch auf der molekularen Ebene wider: Je schwächer der Schmerz empfunden wird, desto mehr Rezeptoren sind durch Endorphine besetzt. Für die Forscher ist dies "ablesbar" an den schwächeren Signalen der exogenen Liganden, die weniger freie Bindungsplätze finden.

Als besonders dynamisch erwiesen sich die Botenstoffe außer im Thalamus und in einer Großhirnrinden-Region namens Gyrus cinguli vor allem im "Mandelkern": Dieses kleine, auch Amygdala genannte Areal des limbischen Systems beeinflusst Hirnstrukturen, die an der Unterdrückung von Schmerzen beteiligt sind. Es ist ein wesentlicher Bestandteil des körpereigenen Systems der Schmerzhemmung.

"Es gibt ausreichend Hinweise darauf", berichtet Thomas Toelle, dass diese Vorgänge "Schmerzlinderung im Menschen vermitteln und durch akute Schmerzreize oder möglicherweise auch nur durch die Erwartung von Schmerz aktiviert werden." Sicher ist, dass bei akuten Schmerzreizen in der Amygdala die körpereigenen Opiate aktiv sind. "Ob dies auch schon bei der Erwartung von Schmerzen der Fall ist, versuchen wir gerade heraus zu finden", sagt Tölle.

Schmerz ist immer eine Hirn-Sache

Dass Schmerz letztlich immer eine Sache des Gehirns ist, zeigen beispielhaft PET-Untersuchungen an Patienten, die nach einer Amputation von Gliedmaßen unter Phantomschmerzen litten - Qualen, die vermeintlich vom nicht mehr vorhandenen Körperteil ausgingen. Bei den Betroffenen registrierten die Forscher nahezu identische Aktivierungsmuster im Gehirn wie bei gesunden Menschen, die am betreffenden Körperteil einen schmerzhaften Reiz erhielten. Dies belegt, so Tölle, "dass das Netzwerk verschiedener funktioneller Schmerzsysteme im Gehirn auch intern erzeugt werden kann" - also ganz ohne Signale aus dem Körper.

Rückfragen an:
Priv.-Doz. Dr. Dr. Thomas R. Tölle
Oberarzt der Neurologischen Klinik der Technischen Universität München
Leiter der Schmerzambulanz
Klinkum rechts der Isar
Möhlstraße 28
81675 München
Tel.: 089-4140-4603
Fax.: 089-4140-4867
e-mail: thomas.toelle@neuro.med.tu-muenchen.de

Pressestelle
Barbara Ritzert, ProScientia GmbH, Andechser Weg 17, 82343 Pöcking
Telefon (08157) 9397-0, Telefax (08157) 9397-97, E-Mail: presse@schmerz-kongress.de

Während der Tagung bis 6.10. : Saal 8, Hauptgebäude der Technischen Universität
Straße des 17. Juni 35, Berlin, Tel. 030/314-22800; Fax: 030/314-25300