

Bildgebende Verfahren in der Dia

Als „bildgebende Verfahren“ bezeichnet man in der Medizin technische Untersuchungsmethoden, mit denen Strukturen oder Funktionen von Körperorganen ohne Eingriffe sichtbar gemacht werden. In der Diagnostik der Alzheimer-Krankheit werden solche Verfahren mit drei Zielsetzungen verwendet: zum Ausschluss von ande-

Abbildung 1



Zwei rundliche Infarkte in tiefliegenden Hirnstrukturen (CT)

ren Ursachen im Schädelinneren, zum Nachweis der Größenabnahme in den typischerweise betroffenen Abschnitten der Hirnrinde und zur Früherkennung des Krankheitsprozesses anhand von Veränderungen der Stoffwechselaktivität und der Hirndurchblutung. Der Einsatz dieser technischen Untersuchungsmethoden lässt sich besser verstehen, wenn man den Verlauf der Krankheit und den Zusammenhang zwischen Hirnveränderungen und Symptomen vor Augen hat.

Die Alzheimer-Krankheit ist ein langsam fortschreitender Untergang von Nervenzellen, der bestimmte Teile des Gehirns befällt. In der Hirnrinde sind besonders der Schläfenlappen und der Scheitellappen betroffen, nicht jedoch der Stirnlappen und der Hinterhauptlappen, ferner die für die Bewegungssteuerung verantwortlichen Abschnitte sowie das Kleinhirn. Solange das Absterben von Nervenzellen ein bestimmtes Maß nicht überschreitet, bleiben die Größenverhältnisse des Gehirns unverändert. Bei einem ausgeprägten Zellverlust kommt es jedoch zu einer Schrumpfung der am stärksten betroffenen Regionen.

Auch verursacht der Nervenzellausfall zu Beginn des Krankheitsprozesses keine Symptome, weil noch genügend gesunde Nervenzellen zur Aufrechterhaltung der Hirnleistungen vorhanden sind. Allmählich kann das Gehirn den Verlust von funktionsfähigem Gewebe aber nicht mehr ausgleichen und die Patienten zeigen erste von aussen

Abbildung 2



Erweiterung von Windungsfurchen und Hirnkammern bei Alzheimer-Krankheit (CT)

erkennbare Krankheitszeichen: Sie werden zunehmend vergesslich. Wenn sich der Zelluntergang in den folgenden Jahren noch weiter ausbreitet, entsteht das Zustandsbild der Demenz. Es ist gekennzeichnet durch hochgradige Störungen des Gedächtnisses, der Orientierungsfähigkeit, der Sprache, des Denkvermögens und der Bewältigung von Alltagsaufgaben. Grundsätzlich kann dieser Zustand der geistigen Leistungseinschränkung auch durch zahlreiche andere Krankheiten hervorgerufen werden. Zu den möglichen Ursachen im Schädelinneren gehören die Folgen von Durchblutungsstörungen (Hirninfarkte), Blutungen und Geschwülste.

Ausschluss anderer Ursachen

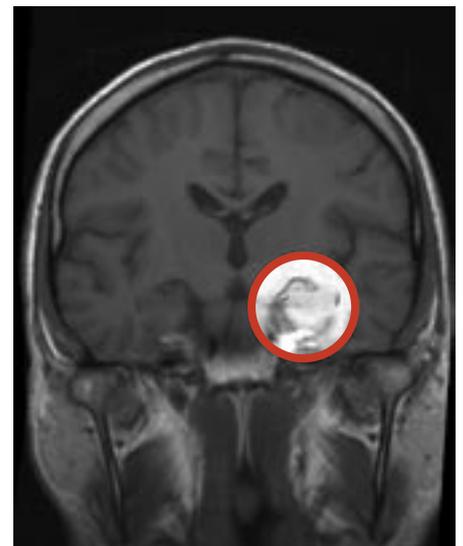
Um andere Ursachen eines Demenzzustandes im Schädelinneren auszuschließen, werden Schichtaufnahmen des Kopfes mit der Computertomographie (CT) oder der Magnetresonanztomographie (MRT, auch als „Kernspintographie“ bekannt), angefertigt. Zur Erzeugung der Schichtbilder verwendet die CT Röntgenstrahlen, die MRT dagegen ein starkes Magnetfeld in Verbin-

dung mit Radiowellen. Die Strahlenbelastung einer CT-Aufnahme entspricht ungefähr jener einer Durchleuchtung des Brustkorbs, ist also nicht gesundheitsgefährdend. Das MRT arbeitet völlig strahlenfrei; wegen des starken Magnetfelds können aber Patienten mit Herzschrittmacher nicht untersucht werden. Metallischer Zahnersatz, Hüft- oder Kniegelenksprothesen sind mit einer MRT-Untersuchung vereinbar. Die CT und die MRT erkennen Hirninfarkte, Blutungen und Geschwülste mit großer Zuverlässigkeit (Abbildung 1). Die MRT stellt die Hirnstrukturen mit größerer Genauigkeit dar als die CT.

Nachweis der Größenabnahme bestimmter Abschnitte der Hirnrinde

Der fortschreitende Untergang von Nervenzellen führt zu einer Schrumpfung der gesamten Hirnrinde. Windungsfurchen und Hirnkammern können stark erweitert sein (Abbildung 2). Besonders frühzeitig ist die Größenabnahme des Gehirns in den Strukturen des mittleren und unteren Schläfenlappens zu erkennen (Abbildungen 3 und 4). Bei älteren Menschen variiert aber die Größe des Gehirns im Vergleich zur Ausdehnung des gesamten Schädelinneren in Einzelfall sehr stark, so dass der Nachweis eines geringen Hirnvolumens keine hohe diagnostische Aussagekraft besitzt.

Abbildung 3



Strukturen des unteren Schläfenlappens, Normalbefund (MRT). Vergleichen Sie den markierten Bereich mit dem in Abbildung 4.

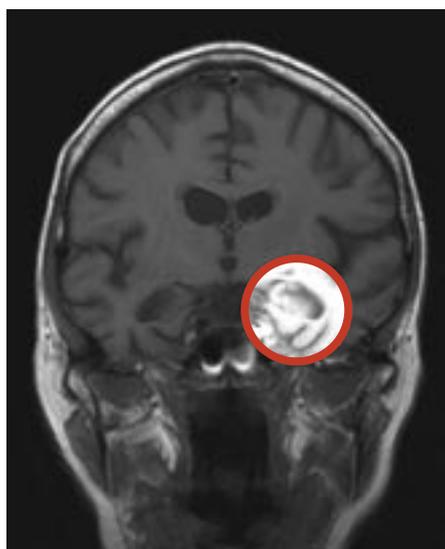
Diagnostik der Alzheimer-Krankheit

Darüber hinaus tritt eine deutlich erkennbare Größenabnahme des Gehirns meist erst in einem Krankheitsstadium ein, in dem die klinischen Symptome bereits eindeutig ausgeprägt sind. Für die Diagnose wertvoller sind wiederholte MRT-Aufnahmen mit hoher räumlicher Auflösung. Wenn innerhalb eines Zeitraums von einem Jahr ein erkennbarer Hirnschwund deutlich wird, macht das die Diagnose der Alzheimer-Krankheit sehr wahrscheinlich.

Früherkennung des Krankheitsprozesses

Bevor der fortschreitende Nervenzelluntergang zu einer in der CT oder MRT erkennbaren Größenabnahme des Gehirns führt, schlägt er sich in veränderten Lebensvorgängen der Zellen nieder. Geschädigte Nervenzellen haben eine verringerte Stoffwechselaktivität und benötigen weniger Zufuhr von Energieträgern wie Zucker oder Sauerstoff aus dem Blut. Als Folge des geringeren Rohstoffbedarfs sinkt in der Umgebung geschädigter Nervenzellen die Hirndurchblutung. Beide Veränderungen sind in den vom Krankheitsprozess bevorzugt betroffenen Abschnitten der Hirnrinde besonders ausgeprägt, zeigen also eine krankheitstypische topografische Verteilung im Schläfen-

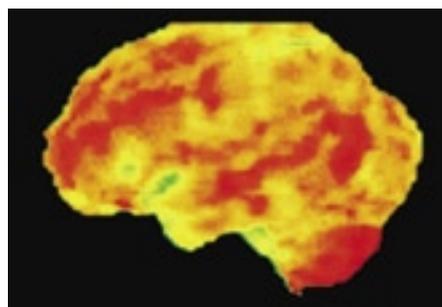
Abbildung 4



Strukturen des unteren Schläfenlappens bei leichtgradiger Alzheimer-Krankheit (MRT). Die Struktur ist kleiner und weniger klar abgegrenzt als beim Normalbefund.

und Scheitellappen. Der verringerte Stoffumsatz geschädigter Nervenzellen lässt sich durch die intravenöse Zufuhr von Zucker oder Sauerstoff nachweisen, die mit kurzlebigen radioaktiven Substanzen markiert sind. Die ausgesandte Radioaktivität wird in der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) als Indikator für die Stoffwechselaktivität von Nervenzellen herangezogen. In der Single-Photonen-Emissions-Computertomographie (SPECT) verwendet man kurzlebige radioaktive Substanzen, die in der Blutbahn bleiben und nicht in die Nervenzellen aufgenommen werden, als Maß für die regionale Hirndurchblutung. Beide Verfahren erzeugen

Abbildung 5



Normale Stoffwechselaktivität (PET)

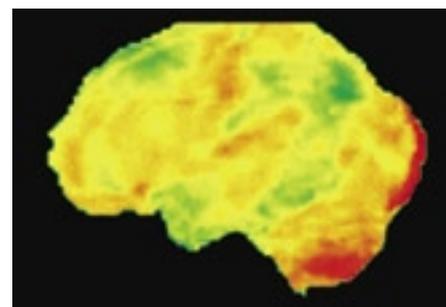
Schnittbilder der Gehirnfunktion, in denen unterschiedliche Intensitäten des Stoffwechsels oder der Durchblutung durch verschiedenartige Farben wiedergegeben werden (Abbildungen 5 und 6). Nach unseren Erfahrungen kann mit Hilfe der PET-Technik die für die Alzheimer-Krankheit charakteristische Nervenzellschädigung im Schläfen- und Scheitellappen bereits bei Patienten nachgewiesen werden, die nur an Gedächtnisstörungen leiden. Ein solcher Befund sagt das Fortschreiten zu einer Demenz mit großer Sicherheit voraus. Das SPECT-Verfahren ist weniger empfindlich und hat ein geringeres räumliches Auflösungsvermögen. Die Strahlenbelastung durch eine PET- oder SPECT-Untersuchung entspricht ebenfalls der einer Röntgendurchleuchtung des Brustkorbs.

Neue Untersuchungstechniken

Mit Hilfe der MRT kann die regionale Hirndurchblutung ohne Strahlenbelastung gemessen werden. Dabei macht

man sich den physikalischen Effekt zunutze, dass sauerstoffhaltiges Blut andersartige magnetische Eigenschaften besitzt als sauerstoffarmes Blut. Durch den Vergleich des Durchblutungsmusters während einer bestimmten Aufgabe mit dem Durchblutungsmuster in Ruhe lässt sich darstellen, welche Abschnitte des Gehirns zur Erledigung der Aufgabe herangezogen werden und welche nicht. Das Verfahren eignet sich möglicherweise auch für die Früherkennung der Alzheimer-Krankheit. Wir versuchen gegenwärtig den Nachweis zu führen, dass betroffene Patienten bereits im Stadium minimaler Symptome zur Bewältigung einer Gedächtnisaufgabe

Abbildung 6



Verminderte Stoffwechselaktivität (grün) im Schläfen- und Scheitellappen bei leichtgradiger Alzheimer-Krankheit (PET)

andere Hirnabschnitte heranziehen als Gesunde. Eine weitere Untersuchungstechnik, die zur Früherkennung beitragen kann, ist die Darstellung der Amyloidablagerungen im Gehirn, die vermutlich zum Untergang von Nervenzellen beitragen. Dazu werden intravenös radioaktive Markierstoffe zugeführt, die aus der Blutbahn ins Gehirn übertreten und sich an die Ablagerungen anheften. Mit Hilfe der PET kann man anschließend ihre Menge und räumliche Verteilung bestimmen. Unsere ersten Ergebnisse mit diesem neuartigen Verfahren sind vielversprechend.

Dr. Timo Grimmer⁽¹⁾, PD Dr. Alexander Drzezga⁽²⁾, Dr. Herbert Stimmer⁽³⁾, Kliniken für Psychiatrie und Psychotherapie (1) und Nuklearmedizin (2) Institut für Röntgendiagnostik (3), Technische Universität München