

Neues gkf-Projekt

Assistent aus dem 3D-Drucker

Für eine sichere Diagnose einiger Gehirnerkrankungen ist die Entnahme winziger Gewebeprobeunbedingter erforderlich. Ein Team um Thomas Flegel arbeitet an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig gemeinsam mit Forschern des Fraunhofer Instituts und Humanmedizinischen Wissenschaftlern und Ärzten an einem effektiven, schonendem und praxistauglichen System, das für veterinärmedizinische Spezialpraxen finanzierbar ist.

Heutzutage erlaubt moderne Medizintechnik Tierärzten in den Kopf ihrer Patienten zu blicken, ohne dass dem Tier dabei auch nur ein Haar gekrümmt werden müsste, denn Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) liefern hoch aufgelöste Schnittbilder des Schädels und seines Innenlebens. Insbesondere auf den MRT-Aufnahmen erkennen Tierärzte Veränderungen im Gehirngewebe und erhalten Informationen über deren Lage und Ausmaß. Doch so fantastisch die Aufnahmen auch sein mögen, sie geben in vielen Fällen keine Auskunft über die Art und Herkunft der Veränderung, denn auf den Bildern können sich Entzündungen, Tumoren und Durchblutungsstörungen zum Verwechseln ähnlich sehen. Das gleiche Problem besteht

übrigens bei vielen krankhaften Veränderungen im Körper. Die Aufnahmen selbst modernster Bildgebungsverfahren können häufig nur darstellen, dass da etwas ist, aber was da ist, bleibt in vielen Fällen ein Rätsel.

In diesen unklaren Fällen nimmt der Arzt mit einer speziellen Hohlnadel eine kleine Gewebeprobe, eine Biopsie. Die Probe wird anschließend im Labor von Spezialisten untersucht. Erst anhand der Gewebeuntersuchung kann der Arzt eine sichere Diagnose der Ursache für die Veränderung auf dem Bild und damit der zugrundeliegenden Erkrankung stellen. Die Gewebeentnahme beispielsweise aus einem rätselhaften Knoten in der Haut ist dabei vergleichsweise einfach und weitgehend gefahrlos: Das zielgenaue Stechen ist unkompliziert und selbst, wenn der Arzt einmal daneben sticht, hat die versehentliche kleine Verletzung in der Regel keine schlimmen Folgen.

Ganz anders verhält es sich bei Biopsien im Gehirn. Schon der Zugang zu diesem Organ ist viel schwieriger, weil es vollständig von den Schädelknochen umgeben ist. Die Lage einer Gewebeeränderung ist darüber hinaus von außen nicht zu erkennen,

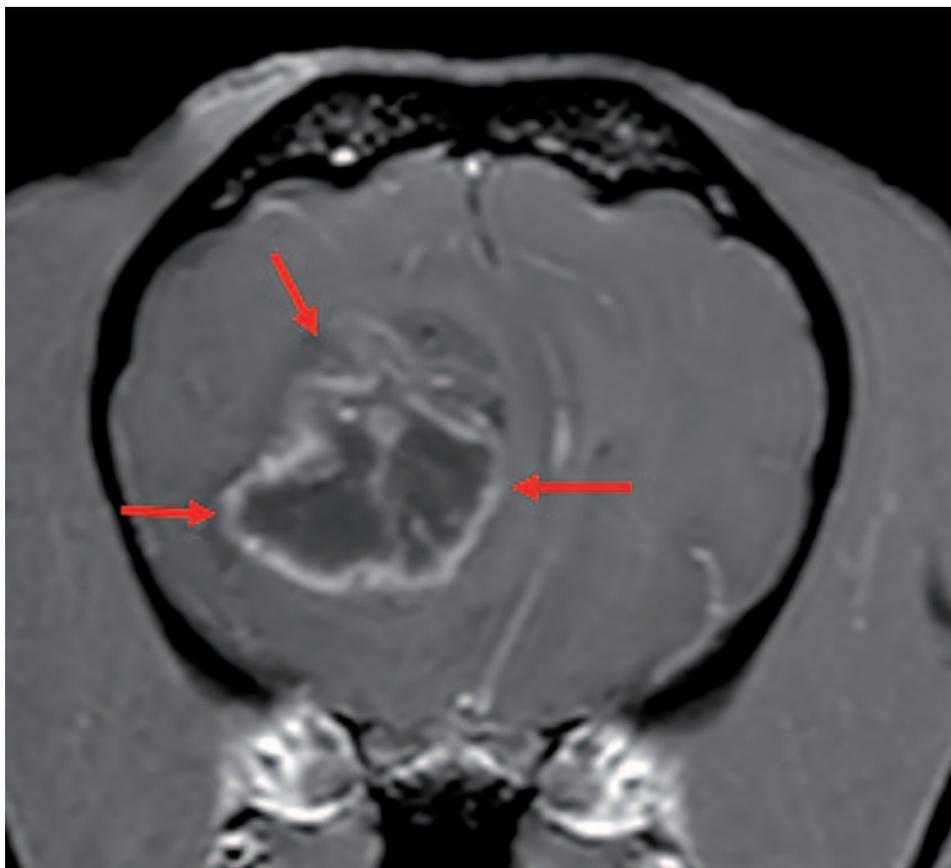


Abb. 1 Tumor, Entzündung, Blutgerinnsel? Die Veränderung im Gehirn eines Hundes ist auf diesem MRT-Bild zwar sehr gut zu sehen, doch um was es sich dabei handelt, kann der Tierarzt anhand der Aufnahme nicht erkennen. Eine Diagnose der Erkrankung ist nur nach der Entnahme einer Gewebeprobe und einer Untersuchung des veränderten Gewebes möglich.

denn bildgebende Verfahren können während der Entnahme der Probe nicht eingesetzt werden, weil die entsprechenden Systeme für die Veterinärmedizin leider viel zu teuer sind.

Der Tierarzt müsste quasi „im Dunkeln“ zielen und stechen, um eine Probe des veränderten Gewebes zu entnehmen: Das wäre

ein unverantwortbares Risiko, denn das Nervengewebe ist hochempfindlich und selbst kleinste Verletzungen an der falschen Stelle im Gehirn können schwere bleibende Schäden verursachen. Daher hat man als technische Assistenten eine Art Zielapparatur entwickelt, die so eingestellt werden kann, dass die Biopsienadel das gewünschte Zielgebiet trifft.



Abb. 2 Ein 3D-Drucker modelliert ein Objekt nach einem vom Computer errechneten Bauplan, indem er einen besonderen Kunststoff in hauchdünnen Schichten aufträgt.

Um eine höchstmögliche Zielgenauigkeit zu erreichen und Verletzungen empfindlicher Areale zu vermeiden, muss der Weg der Biopsienadel zur Entnahmestelle mithilfe der zuvor aufgenommenen Bilder genau geplant werden. Anhand Daten der geplanten „Stichbahn“ (Trajektorie) wird dann der assistierende Zielapparat, eine Art Gestell mit Führung für die Biopsienadel, eingestellt.

Er soll gewährleisten, dass die Biopsienadel nicht nur ihr Ziel erreicht, sondern auf dem Weg dahin die sensiblen Hirnareale schont.

Zielsicher und schonend

Thomas Flegel und sein Team beschäftigen sich bereits seit vielen Jahren intensiv und erfolgreich mit Biopsiesystemen, die eine

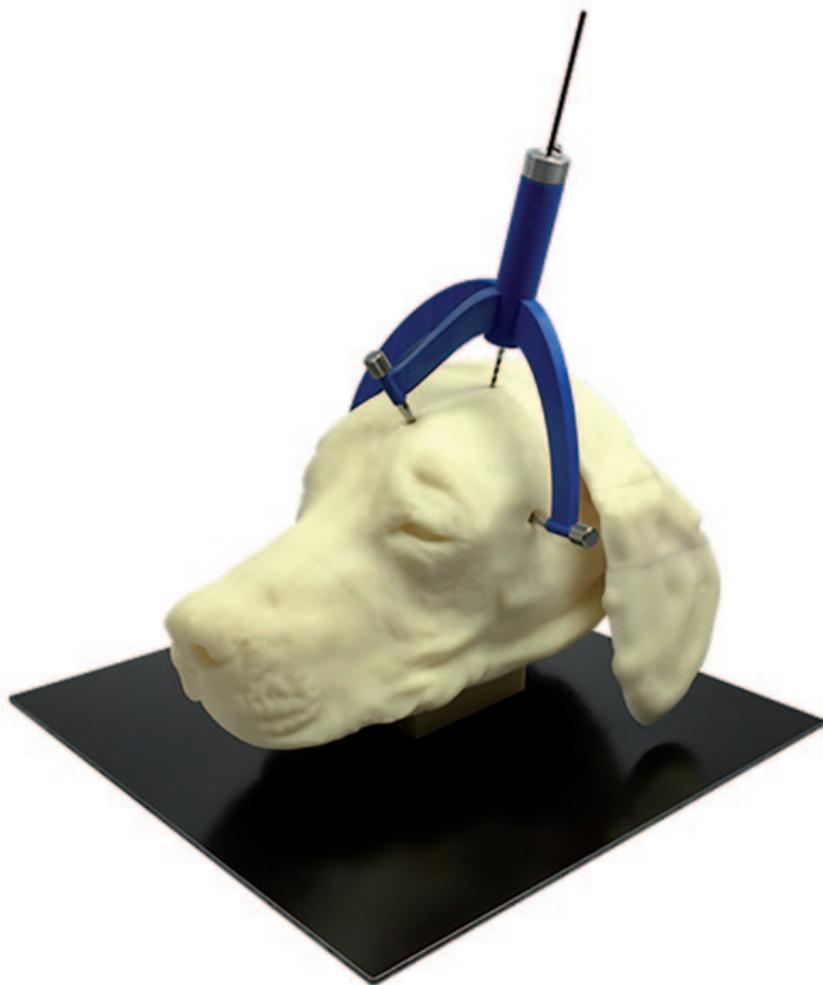


Abb. 3 Im Computer konstruiertes 3D-Modell für ein Biopsiestell, das nach den individuellen Maßen des Hundepatienten errechnet wurde.

möglichst effektive und risikoarme Entnahme von Proben veränderten Gewebes aus dem Gehirn gewährleisten sollen.

Seit 2016 arbeitet das Team um Flegel an der Veterinärmedizinischen Fakultät der

Universität Leipzig gemeinsam mit dem Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen- und Umformtechnik Dresden und der Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie der Universität Leipzig an einem neuen System für die Hirnbiopsie. Damit es in der Veteri-

närmedizin eingesetzt werden kann, soll es folgende Kriterien erfüllen:

1. Es muss auf dem bildgebenden Verfahren MRT (Magnetresonanztomographie) basieren.
2. Es muss mindestens so präzise sein, wie das genaueste in der Tiermedizin verwandte System.
3. Es sollte für jeden spezialisierten Tierarzt finanzierbar sein.

Die Entwicklungsarbeit für das neue System ist bereits weitgehend beendet. Es wurde auch schon an 22 verstorbenen Hunde getestet. Dabei überzeugte das neue System durch seine Präzision und Zielgenauigkeit. Damit das neue Verfahren auch in der Praxis angewendet werden kann, wird es in der aktuellen Studie nun an Hunden mit krankhaften Gehirnveränderungen erprobt. Die Erprobung findet nur bei Hunden statt, deren Besitzer nach ausführlicher Information zugestimmt haben.

Nach Maß gedrucktes Gestell

Bei dem neuen System dienen die MRT-Bilder aus der Erstuntersuchung des Patienten zur Erstellung eines individuell maßgefertigten Biopsiestells im 3D-Druck. Das Gestell besteht aus einem Dreifuß und einer Führungsvorrichtung für die Biopsienadel. Damit die Nadel ruhig und zielgenau im Gewebe bewegt werden kann, wird der Dreifuß am Kopf des Patienten befestigt. Zuvor wird anhand der Daten aus der Erstuntersuchung im MRT mit Hilfe von am Kopf des Patienten befestigten MRT-Markern errechnet, wo genau im Gehirn sich die gewünschte Biopsiestelle, also das Ziel,

befindet. Dabei entsteht ein dreidimensionales Computermodell. Dieses Computermodell bildet die wesentlichen anatomischen Eigenschaften des Kopfes und Gehirns sowie der Lage des Zielgewebes, aus dem eine Probe entnommen werden soll, ab.

Anhand der MRT-Bilder und Daten wird der optimale Streckenverlauf für die Stichbahn der Biopsienadel (Biopsietrajektorie) festgelegt. Neben der Zielgenauigkeit stehen bei der Planung der Biopsietrajektorie die größtmögliche Schonung des gesunden Gehirngewebes und die Umgehung von sensiblen Hirnarealen im Vordergrund. Eine spezielle Software errechnet aus den anatomischen Daten und den Daten der Biopsietrajektorie ein 3D-Modell eines individuell angepassten Biopsiestells. Dieses wird an den 3D-Drucker übermittelt. Der 3D-Drucker druckt nach diesen Daten ein Biopsiestell nach Maß aus.

Arbeitsprogramm

Im Rahmen der Studie wird das neue System an fünf klinischen Hunde-Patienten der Klinik für Kleintiere der Universität Leipzig mit diagnostizierten krankhaften Veränderungen im Gehirn erprobt. Voraussetzung für die Teilnahme der Tiere ist die Einverständniserklärung der Besitzer zur Durchführung der Probennahme.

Die Gehirnbiopsie wird in folgenden Schritten durchgeführt:

- Allgemeinnarkose
- Befestigung der MRT-Markern für die exakte Lagebestimmung am Kopf

- MRT-Untersuchung des Kopfes mit Markern
- Aufwachen des Patienten
- Einzeichnen der Zielregion und der Biopsietrajektorie im MRT Bild
- Übertragung aller wichtigen Daten in ein 3D-Modell des Biopsiestells
- Drucken des Biopsiestells im 3D-Drucker

Das fertige Gestell liegt in der Regel innerhalb von drei Tagen vor. Dann wird wie folgt weiter vorgegangen:

- Erneute Allgemeinnarkose
- Anbringen des Biopsiestells an den Patientenkopf
- Vorsichtige Präparation einer nur 3 mm großen Öffnung im Schädelknochen
- Einführen der Biopsienadel bis ins Zielgebiet und Entnahme einer Gewebeprobe.
Dieser Vorgang wird zweimal wiederholt.
- Verschluss der kleinen Wunde
- Kontroll MRT-Untersuchung
- Aufwachen des Patienten

Das Institut für Tierpathologie der Ludwig-Maximilians-Universität München untersucht die Gewebeprobe und stellt die histologische Diagnose. Es beurteilt auch, wie viele der entnommenen Proben geeignet für die

Diagnose waren. So wird die Zielgenauigkeit der neuen Methode überprüft.

Unmittelbar vor der Biopsie wird jeder Patient neurologisch untersucht, um den Ist-Zustand vor dem Eingriff zu dokumentieren. Nach der Biopsie wird der Patient erneut mehrmals neurologisch untersucht, um zu überprüfen, ob die Biopsie unerwünschte Nebenwirkungen und Folgen hat.

Alle Patienten werden nach dem Eingriff engmaschig medizinisch-neurologisch betreut, um Komplikationen frühzeitig zu erkennen und zu behandeln.

Barbara Welsch

Arbeitstitel

Diagnostische Aussagekraft und Biopsie assoziierte Morbidität/Mortalität eines minimalinvasiven, patientenindividuellen Gehirnbiopsiesystems beim Hund

Kontakt

PD Dr. Thomas Flegel
Klinik für Kleintiere
Universität Leipzig
An den Tierkliniken 23
04103 Leipzig
flegel@kleintierklinik.uni-leipzig.de