Roboter hilft beim Positionieren von Interventionsnadeln

München (27. Oktober 2016) - Interventionsnadeln - wie sie etwa für eine Biopsie verwendet werden - optimal zu positionieren, ist schwierig und zeitaufwändig. Künftig könnte dies automatisch gehen: Ein Roboterarm positioniert an der optimalen Einführungsstelle eine Nadelführung, durch die der Arzt die Nadel einbringen kann. Statt der bisherigen 30 Minuten braucht der Arzt mit Roboterassistenz lediglich fünf Minuten, um die Nadel zu positionieren. Auf der Medica von 14. bis 17. November in Düsseldorf ist das System zu sehen (Halle 10, Stand G55).

Die Ultraschalluntersuchung zeigt einen Schatten auf der Leber. Ein Tumor? Diese Frage kann oftmals nur eine Biopsie beantworten: Dabei entnimmt der Arzt mit einer langen Nadel ein Stück des verdächtigen bösartigen Gewebes und lässt es im Labor untersuchen. Die Nadel für diese Entnahme präzise zu platzieren, ist jedoch alles andere als einfach. Zum einen gilt es sicherzustellen, dass der Arzt den Tumor erwischt - und nicht gesundes Gewebe einige Millimeter daneben entnimmt. Zum anderen darf die Nadel Adern, Nervenbahnen und Organe wie die Lunge nicht verletzen und durch knochenartige Strukturen wie die Rippen kann sie nicht hindurch. Um einen Überblick zu erhalten, macht der Arzt zunächst eine Computertomographie-Aufnahme. Anhand dieser manövriert er die Nadel an die richtige Stelle. Die gleiche Herausforderung stellt sich auch bei Therapieakten, bei denen über die Nadel Hitze, Kälte oder hochenergetische Strahlen gezielt in das erkrankte Gewebe geleitet und der Tumor somit zerstört wird.

Präzision des Roboters und Expertise des Arztes ergänzen sich

Künftig sollen sich die Nadeln schneller und präziser an Ort und Stelle bringen lassen: Mit einem Roboterarm, den Forscher der Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA und des Fraunhofer-Instituts für Bildgestützte Medizin MEVIS an dieser Aufgabe angepasst haben. »Während wir Menschen uns mit dem Platzieren einer solchen Nadel schwer tun, sind Roboter mit entsprechender Intelligenz dabei kaum zu schlagen«, sagt Andreas Hutzfuss, Wissenschaftler am PAMB. »Unser System nimmt den Arzt die Schwierigkeiten ab, lässt ihn aber den Vorteil.« Anders gesagt: Der Roboter macht das, was er gut kann - er sucht den richtigen Weg und positioniert die Nadelführung so, dass weder Patient noch Arzt getroffen oder verletzt werden. Anschließend übernimmt der Arzt wieder und führt die Nadel ins Gewebe ein. »Während wir Menschen 30 Minuten braucht, um die Nadel zu platzieren, vergehen mit Roboterassistenz maximal fünf Minuten«, so Hutzfuss.

Im OP soll das so vonstattengehen: Zunächst erstellt der Arzt eine computertomographische Aufnahme des Patienten, ebenso wie bisher. Allerdings hält der Roboterarm dabei ein Kalibrierungswerkzeug mit in das Bild. Dieses dient ihm zum Abgleich: Welche Position im Raum muss er einnehmen, um eine bestimmte Stelle in Bild zurzufahren? Eine Software aus den Laboren des MEVIS analysiert das Bild und unterstützt den Arzt beim Platzieren der virtuellen Nadel. Die Software zeigt die Nadel im Bild an. Führt der Arzt eine Therapie statt einer Biopsie durch - soll die Nadel den Tumor also etwa durch Hitze zerstören - simuliert die Software, wie sich die Wärme im Gewebe ausbreitet. Anschließend muss geklärt werden, wie viele Nadeln an welchen Stellen nötig sind, um den gesamten Tumor abzutöten. Ist diese Frage geklärt, wird das Kalibrierungstool an Roboterarm durch eine Nadelführung ersetzt. Mit dieser führt der Roboter die errechnete Position an und setzt die Führung in passenden Winkel auf der Haut ab. Der Roboter handelt also keineswegs selbst mit der Nadel. Dies übernimmt zu jedem Zeitpunkt der Arzt: Er schiebt die Nadel durch deren Führung, die der Roboter an Ort und Stelle hält, Stück für Stück in das Gewebe.

Geringere Strahlenbelastung für Arzt und Patient

Stimmt die tatsächliche Position der Nadel mit der geplanten überein? Um dies zu kontrollieren, macht der Arzt wie gewohnt Röntgenbilder, während er die Nadel ins Gewebe schiebt. Der Roboter bietet allerdings auch hier Vorteile: Bisher musste der Arzt die Nadel festhalten, seine Hand verdeckte daher einen Teil der Aufnahme. Zum anderen war die Hand des Arztes bei jedem Kontrollbild den Röntgenstrahlen ausgesetzt. Nun hält der Roboter die Nadel mit seiner Führung fest - ihn kann die Strahlung nichts anhaben. Auch für den Patienten ist die Strahlenbelastung deutlich geringer: Da der Arzt die Nadel durch die Führung schiebt, kann sie nicht verrutschen. Es sind daher deutlich weniger Kontrollaufnahmen nötig.

Auf der Messe Medica von 14. bis 17. November in Düsseldorf stellen die Forscher ihre Entwicklung vor (Halle 10, Stand G55): Der Roboterarm positioniert die Nadelführung über einer durchsichtigen Plastikbox, die mit »Rippen« und einem »Tumor« - eingebettet in ein durchsichtiges Polymer - bestückt ist. Die Besucher können also sehen, wo sich die Nadel befindet. In etwa drei Jahren, so hofft der Forscher, könnte das System auf dem Markt sein.

Abb. oben: Das neue Assistenzsystem benötigt lediglich fünf Minuten zum Platzieren der Nadel. © Fraunhofer IPA

Quelle: Fraunhofer-Gesellschaft, 27.10.2016 (TM).

Phoca PDF