

Sakas, Georgios

## **3-D-Simulationsprogramm EXOMIO: Unterstützung der Krebstherapie**

Deutsches Ärzteblatt 100, Ausgabe 40 vom 03.10.2003, Seite [12]

SUPPLEMENT: Praxis Computer

Das weltweit zugelassene Simulationsverfahren EXOMIO erhöht die Präzision und Qualität einer Strahlentherapie und gestaltet den Behandlungsprozess schonend für den Patienten und flexibel für den Arzt.

Bei der Diagnose Krebs gibt es für die Behandlung der Patienten grundsätzlich drei Alternativen: Operation, Strahlen- oder Chemotherapie. Keine davon ist im Voraus „optimal“, jede ist mehr oder weniger auf die andere Therapieform angewiesen. Nach Operationen, zum Beispiel bei Brustkrebs, wird die Strahlentherapie häufig zusätzlich eingesetzt, um das Nachwachsen bösartigen Gewebes zu verhindern. In einigen wenigen Fällen wird sogar eine Bestrahlung intraoperativ durchgeführt, um das Tumorbett nach der Exzision des Tumors zusätzlich zu „desinfizieren“ und gegebenenfalls zurückgebliebene Zellen lokal abzutöten.

Die häufigste Methode der Radiotherapie ist die perkutane Bestrahlung mit dem so genannten Beschleuniger („LINAC“ – Linearbeschleuniger). Zu diesem Zweck müssen Strahlungsbündel hoher Intensität, so genannte harte Strahlen, aus verschiedenen Richtungen auf die Raumforderung fokussiert werden, sodass dadurch eine entsprechende Dosis in der Zielregion erreicht wird. Um Anzahl, Position und Intensität der Strahlenbündel (beams, Felder) zu bestimmen, wertet der Strahlentherapeut insbesondere Daten aus bildgebenden Verfahren aus, typischerweise vom Computertomographen (CT).

Eine exakte Positionierung dieser Felder auf die Zielregion ist essenziell für die Effektivität der Therapie, damit eine maximale Dosis in die Zielregion appliziert wird und gleichzeitig das gesunde Gewebe geschont wird.

**Aufwendige Therapievorbereitung**

Ein wesentlicher Teil der Behandlungsvorbereitung ist deshalb die Simulation der Bestrahlung mit weichen Röntgenstrahlen. Dazu wird der Patient auf einem Behandlungstisch positioniert. Dieser entspricht genau dem LINAC-Beschleuniger, jedoch mit dem Unterschied, dass hier diagnostische Strahlen benutzt werden, die die Anatomie sichtbar machen und dadurch eine Positionierung der Felder auf dem typischerweise direkt unsichtbaren Tumoren ermöglichen. Der Patient darf sich bei dieser Simulation nicht bewegen, weil eine initiale Positionsungenauigkeit die folgende Behandlung beeinflussen kann. Nach erfolgreicher Simulation werden die Felder für die Bestrahlung auf der Haut angezeichnet. Sie sollten während der Behandlungsphase, die mehrere Wochen dauern kann, nicht verändert oder abgewaschen werden. Dieses Vorgehen dauert circa 30 Minuten, in komplizierten Fällen sogar bis zu einer Stunde. Das Verfahren ist für die Patienten umständlich und unangenehm –

Patientenbewegungen und daraus resultierende Fehler lassen sich dabei in der Regel nicht völlig vermeiden. Außerdem fordert es einen hohen Aufwand an Personal (Arzt, MTAs) und Apparaturen (Simulator, Raum, Filme). Neben Auswirkungen auf die Behandlungsqualität bedeutet dies hohe Kosten für die Krankenhäuser.

**Höhere Präzision und Effizienz**

Neue Technologien tragen dazu bei, die Strahlentherapie für Patienten und Ärzte effektiver und unkomplizierter als bisher einzusetzen. Softwarebasierte Systeme verkürzen die Vorbereitungszeit für eine komplexe Strahlentherapie auf wenige Minuten und arbeiten gleichzeitig präziser als beim konventionellen Verfahren. Das am Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD), Darmstadt, unter anderem mit dem Klinikum Offenbach und Partnern aus der Industrie entwickelte virtuelle Simulationsverfahren EXOMIO greift dabei auf die CT-Bilddaten zurück. Auf der Grundlage dieser Daten errechnet das System ein dreidimensionales Modell des

Patienten, das die inneren Organe sowie deren Veränderungen durch Tumorgewebe abbildet. Dabei muss der Patient während der Therapieplanung nicht mehr persönlich anwesend sein (Beispiele siehe [Abbildungen 1 bis 3](#)).

Anhand der CT-gestützten virtuellen 3-D-Simulation entscheidet der Arzt über die Anordnung der Strahlentherapiefelder. Im Gegensatz zum herkömmlichen Simulationsverfahren bleibt dabei der Tumor in der Regel gut sichtbar. Durch die hohe Auflösung und die anatomische Präzision der CT-Schnitte können erstmals auch Details wie zum Beispiel Überschneidungen oder Zwischenräume bei angrenzenden Feldern erkannt und berücksichtigt werden. Strahlentherapeuten können den gesamten Weg des Feldes durch darüber und darunter liegendes gesundes Gewebe millimetergenau in jeder gewünschten Lage präzise verfolgen. Dies führt zu einer verbesserten Felderpositionierung.

Die Navigation durch den Körper des Patienten ermöglicht Einblicke in innere Organe, die durch die herkömmliche Simulation nicht zu erfassen sind. Der Arzt kann dabei zwischen verschiedenen Visualisierungsverfahren auswählen. Vor allem die Evaluierung von alternativen Bestrahlungsstrategien wird dadurch erheblich erleichtert, da ein „Ausprobieren“ ohne physische, psychische und Strahlenbelastung des Patienten erstmals möglich ist. EXOMIO enthält darüber hinaus Bibliotheken-Pläne (Software-Bausteine) für die häufigsten Standardbehandlungen, die der Arzt um seine eigenen erweitern kann.

Der Arzt kann von seinem Büro-Rechner aus über das Klinik-Netzwerk auf die CT-Daten des Patienten zugreifen, weiteres Personal wird dazu nicht benötigt. Die erstellten Bestrahlungspläne kann der Arzt ohne Zeit- oder Datenverluste online zum Planungsrechner der Medizinphysiker senden, die dann die Berechnung der Strahlendosis vornehmen. Der 3-D-Simulator EXOMIO bildet den gesamten Planungsprozess Schritt für Schritt ab. Da die anschließende Dokumentation auf Normalpapier erstellt wird, entfallen auch die Kosten für Röntgenaufnahmen.

Das System EXOMIO ist ein effizientes Werkzeug für den medizinischen Einsatz, das sich durch eine einfache und intuitive Bedienoberfläche auszeichnet. Der Arzt kann die dreidimensionalen Bilder wie ein Röntgenbild auswerten.

#### Fazit

Das System beinhaltet gegenüber herkömmlichen Verfahren viele Vorteile: Die vorbereitende Simulation ist flexibel im Hinblick auf Position und Anzahl der Strahlen. Ohne Beeinträchtigung des Patienten kann der Arzt verschiedene Alternativen durchspielen, bis er das optimale Ergebnis hat. Kommunikation und Dokumentation erfolgen dabei elektronisch. Das Simulationssystem stellt zudem keine hohen Anforderungen an die Hardware und arbeitet mit Computertomographen aller Hersteller zusammen. Es verringert die Behandlungskosten und verbessert gleichzeitig die Behandlungsqualität.

Die Software gibt dem Arzt zusätzlich Gelegenheit, den Patienten anschaulich zu demonstrieren, wie die Therapie funktioniert und wo genau mit der Bestrahlung angesetzt wird. Das schafft beim Patienten ein besseres Verständnis und größeres Vertrauen in die Therapie. Darüber hinaus lässt sich das System auch bei der Ausbildung junger Mediziner nutzen, die am virtuellen Patienten trainieren können.

60 Krankenhäuser in 19 Ländern setzen das flexible Therapieplanungssystem inzwischen ein. Der 3-D-Simulator hat auch international in wissenschaftlichen Fachkreisen für Aufsehen gesorgt und wurde beim Stockholm Challenge Award ausgezeichnet.

Georgios Sakas

Kontaktadresse: Prof. Dr.-Ing. Georgios Sakas, Fraunhofer Institut für graphische Datenverarbeitung IGD, Fraunhoferstraße 5, 64283 Darmstadt, Telefon: 0 61 51/1 55-1 53, E-Mail: [georgios.sakas@igd.fhg.de](mailto:georgios.sakas@igd.fhg.de)

Informationen zu EXOMIO:

- [www.igd.fhg.de/igd-a7/index.html](http://www.igd.fhg.de/igd-a7/index.html)
- [www.medcom-online.de](http://www.medcom-online.de)
- [www.medintec.de](http://www.medintec.de)