

THERAPIEABLAUF

REKTUM

Was ist speziell bei Rektum (Enddarm)-Bestrahlungen?

Nebenwirkungen können vor allem dadurch auftreten, dass eine höhere Strahlendosis im Dünndarm absorbiert wird. Um möglichst wenig Dünndarm im Bestrahlungsfeld zu haben, lagern wir den Patienten in einem so genannten Belly-Board. Der Patient ist in Bauchlage. Da der Dünndarm im Gegensatz zum Enddarm frei in der Bauchhöhle liegt, fällt dieser durch die Schwerkraft nach unten in einen Hohlraum im Belly-Board. Dadurch werden Dünndarm und Rektum weitgehend separiert.

2. Lagerung

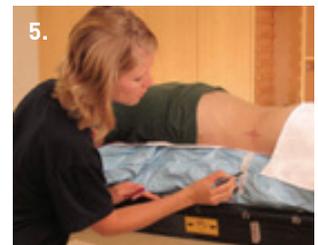
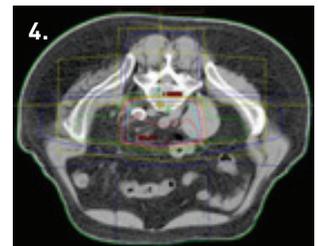
Aus biologischen Gründen (s. Abschnitt Biologie) werden die Patienten über eine längere Zeit täglich (fünf mal pro Woche) bestrahlt. Damit es gelingt, den Patienten täglich genau gleich zu lagern, verwenden wir Lagerungshilfen. Im Fall von Rektum-Bestrahlungen wollen wir mit der Lagerungshilfe zusätzlich erreichen, dass der Dünndarm möglichst vom Bestrahlungsvolumen separiert wird. Diese Lagerungshilfe nennt man Belly-Board.

1. Mit Hilfe eines Sagex-Ringes, erzeugen wir einen Hohlraum, in dem bei Bauchlage der Dünndarm des Patienten Platz finden kann. Wir haben verschiedene vorgefertigte Ringe, damit wir uns dem Körperbau des Patienten anpassen können.
2. Der Sagex-Ring wird in eine VacFix-Lagerung integriert. Im weichen Zustand kann das VacFix gut geformt werden, respektive passt es sich sehr gut an die Körperform des Patienten an, wenn sich dieser hineinlegt.
3. Wenn das VacFix-Kissen gut geformt ist, wird mit einer kleinen Vakuumpumpe die Luft aus dem Kissen gesogen. Dadurch wird die Form fest und verändert sich nicht mehr.
4. Auf den CT-Schnitten ist sehr gut ersichtlich, wie der Dünndarm im, durch das Belly-Board geschaffene Hohlraum Platz gefunden hat und dadurch vom Rektum separiert wurde.
5. In allen Behandlungsräumen ist ein Lasersystem installiert, mit dem Lichtlinien auf den Patienten und die Lagerungshilfen projiziert werden. Auf der Patientenhaut und auf der Lagerung werden diese Linien mit Filzstift nachgezeichnet, damit der Patient bei den künftigen Lagerungen (am CT, Simulator und Bestrahlungsgerät) sehr genau positioniert werden kann.

1. Status

Ein erstes Gespräch zwischen Patient und Arzt

Der erste Schritt jeder Vorbereitung zur Strahlentherapie ist ein Gespräch zwischen Patient (bevorzugt im Beisein von nächsten Angehörigen) und Arzt (Radio-Onkologe). Es wird auf die Krankheit, die Zielsetzung der Therapie auf mögliche Nebenwirkungen und die Fragen der Patienten eingegangen. (Dauer ca. 1 Std.)



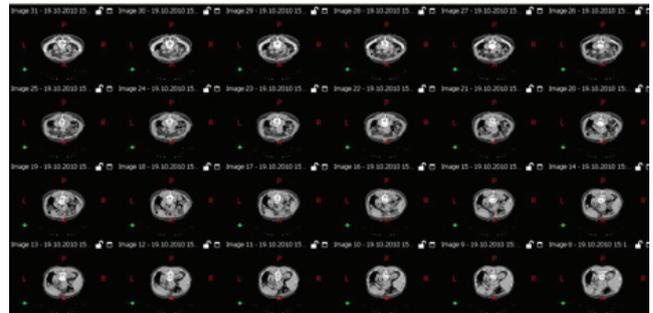
3. Planungs-CT

Planungs-Computer-Tomogramm

Die Computer-Tomographie-Daten (CT-Daten) bilden die Grundlage für die Therapie-Planung. Das Tomogramm muss deshalb genau in derselben Position aufgenommen werden, wie später die Bestrahlung durchgeführt wird. Am CT verfügen wir ebenfalls über ein Lasersystem zur Positionierung des Patienten. Damit wird hier auch der Referenzpunkt festgelegt.

Das Computer-Tomogramm wird in der diagnostischen Radiologie (im Erdgeschoss des Hauptgebäudes) aufgenommen. Die Patienten-Lagerung wird aber von Mitarbeitern der Radio-Onkologie vorgenommen.

Der Computer-Tomograph in der Diagnostik ist über eine Datenleitung mit dem Planungssystem in der Radio-Onkologie verbunden. So werden die aufgenommenen CT-Schnitte zur Weiterverarbeitung an die Radio-Onkologie überspielt und können am Therapie-Planungs-System weiter verarbeitet werden.



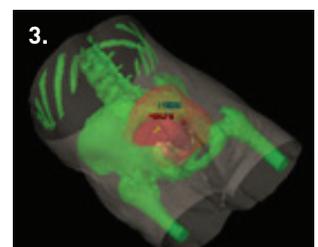
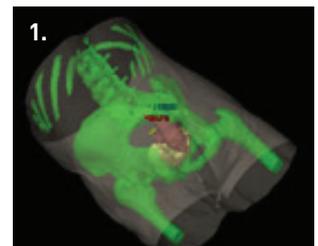
Eine Serie von CT-Schnitten im Bereich des Rektums als Grundlage für die Therapieplanung

4. Therapie-Planung

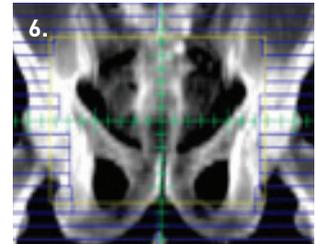
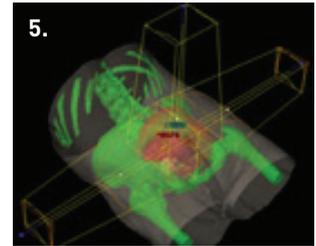
Das Ziel der Therapie-Planung besteht darin, für den jeweiligen Patienten die optimale Bestrahlungsanordnung zu finden. Dabei soll die Tumorregion die notwendige Bestrahlungsdosis erhalten und die umliegenden gesunden Organe möglichst geschont werden.

Die wichtigsten Schritte bei der Therapie-Planung sind die folgenden

1. Ein MTRA liest die CT-Daten des Patienten in das Therapie-Planungs-System (TPS) ein und erzeugt hieraus ein dreidimensionales Modell. Die für die Bestrahlung wichtigen Organe werden hervorgehoben (hier: Beckenknochen: grün, Rektum: braun, Blase: gelb).
2. Der zuständige Arzt zeichnet auf jedem CT-Schnitt die Zielvolumina für die verschiedenen Bestrahlungsphasen ein.
3. Mit dem eingezeichneten Zielvolumen (hier: blau) ist das dreidimensionale Patienten-Modell bereit, um hiermit die optimale Bestrahlung für den Patienten zu finden. Bei der Berechnung der Dosisverteilung wird nicht nur die Lage der Organe, sondern auch die unterschiedliche Strahlenabsorption der verschiedenen Gewebe berücksichtigt (mehr hierzu).
4. Ein MTRA sucht individuell die beste Bestrahlung. Er kann hierzu aus verschiedenen Bestrahlungsarten [Photonen, IMRT, RapidArc, Elektronen (s. Abschnitt Bestrahlungsarten)], Strahlenenergien und geometrischen Einstellungen des Bestrahlungsgerätes auswählen. Zudem kann er mit Hilfe des Multi Leaf Kollimators (MLC) die Feldgrenze ans Zielvolumen anpassen. Das TPS berechnet anschliessend die Dosisverteilung.

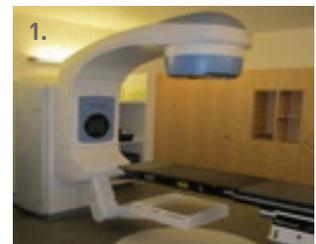


5. Vor dem nächsten Schritt überprüft der Arzt das Ergebnis der Therapie-Planung. Manchmal stehen mehrere Pläne zur Auswahl, da es je nach Plan gelingt, das eine oder andere strahlenempfindliche Organ besser zu schonen. In jedem Fall soll der Plan aber sicherstellen, dass das ganze Zielvolumen homogen (dh. überall mit derselben Dosis) bestrahlt wird und gleichzeitig die Umgebung möglichst wenig Strahlung bekommt.
6. Der vom Arzt akzeptierte Plan wird nun als Vorbereitung auf die Simulation ausgedruckt und von jedem Bestrahlungsfeld errechnet der Computer eine digital rekonstruierte Radiographie (DRR), welche als Vergleichsbild für die Kontrolle am Simulator und am Bestrahlungsgerät dient.

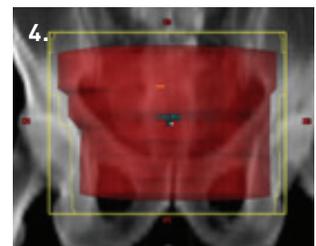
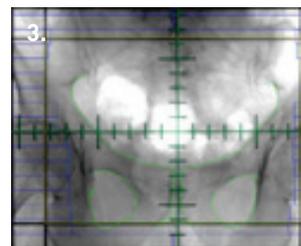


5. Simulation

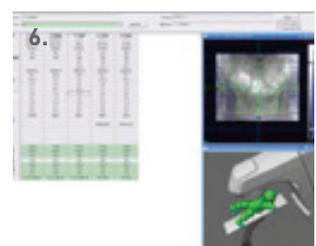
1. Der Simulator ist ein Röntgen-Durchleuchtungs-Gerät, welches es erlaubt, genau dieselben geometrischen Einstellungen vorzunehmen, wie bei einem Bestrahlungsgerät. Wir sehen so durch den Körper hindurch, und können damit die geplanten Bestrahlungsfelder überprüfen.
2. Ausgehend vom Referenzpunkt, den wir bei den CT-Aufnahmen gesetzt haben, stellen wir anhand der Laserlinien den Patienten ein. Der Therapieplan gibt uns von diesem Punkt aus an, wie viele Millimeter wir den Tisch verschieben müssen, um die vorgesehene Bestrahlungsposition zu erreichen. Alle Bewegungen des Simulators kann der MTRA im Behandlungsraum aber auch vom Kontrollraum aus steuern.
3. Auf einem Monitor im Kontrollraum vergleicht der MTRA das Durchleuchtungsbild mit dem DRR vom Therapie-Planungs-System. Falls es Abweichungen gibt (Differenz in der Lagerung zwischen CT und Simulator) wird die Patienten-Positionierung mittels Tischverschiebungen so verändert, dass das DRR und das Simulatorbild übereinstimmen.



4. Für den Arzt ist es vorteilhaft, dass er auf dem Durchleuchtungsbild die Anatomie der Zielregion aus der Perspektive der geplanten Einstrahlrichtungen kontrollieren kann. Auf dem DRR ist das Zielvolumen (hier rot) aus dieser Sicht dargestellt. Die drei Marker sind ebenfalls gut zu sehen.



5. Vor jeder Rektum-Bestrahlung machen wir Kontrollaufnahmen und justieren die Bestrahlung auf die Beckenknochen. Deshalb markieren wir auf der Patientenhaut nur den Schnittpunkt der Laserlinien mit einem kleinen Tatoopunkt



6. Die Simulationsbilder und alle geometrischen Daten der künftigen Bestrahlung werden auf dem zentralen Computersystem gespeichert. Diese Daten dienen den MTRA als Informationsbasis bei den Bestrahlungen, bilden aber gleichzeitig die Grundlage für das Sicherheitssystem.

6. Erste Bestrahlung oder Umstellung

Vor der ersten Bestrahlung werden alle Angaben, die im zentralen Computersystem gespeichert sind, durch einen Medizin-Physiker nochmals überprüft. Diese Daten stehen bei jeder Einstellung zur Verfügung und werden auf dem Monitor im Bestrahlungsraum angezeigt.

Zur Lagerung verwenden wir wiederum das Lasersystem: Die MTRAs positionieren den Patienten gemäss den Laserlinien und den Zeichnungen auf der Haut. Danach wird das Bestrahlungsgerät in die richtige Position gefahren. Das Feldlicht (Lichtquelle, die das Bestrahlungsfeld ausleuchtet) erlaubt eine nochmalige Kontrolle der Einstellung.

Bei der Erst-Einstellung und bei allen Umstellungen werden der Arzt und der Medizin-Physiker dazugerufen. Sowohl im Kontrollraum, wie auch im Bestrahlungsraum wird jetzt nochmals überprüft, ob der ganze Planungsprozess zu einer optimalen Bestrahlung des Zielvolumens führt.

Wenn wir ein Volumen aus verschiedenen Richtungen bestrahlen, so wählen wir meistens eine isozentrische Einstellung. Dies bedeutet, dass wir den Patienten zwischen den einzelnen Bestrahlungsfeldern nicht bewegen, sondern nur das Gerät (um das Zentrum herum) in die neue Position fahren.

Zur Erstbestrahlung gehören auch immer Kontrollaufnahmen (Feldkontrollen), um uns die letzte Sicherheit zu geben, dass wir das Zielvolumen exakt bestrahlen. Bei den Feldkontrollen vergleichen wir die Aufnahmen mit den Durchleuchtungsbildern vom Simulator. Bei Rektumbestrahlungen machen wir täglich solche Aufnahmen und justieren den Patienten auf die Beckenknochen

Vom Kontrollraum aus wird der Patient während der Bestrahlung sorgfältig über Kameras und eine Gegensprechanlage überwacht.

Der tägliche Zeitaufwand für die Bestrahlung hängt von der Anzahl der Bestrahlungsfelder ab. Meistens sind dies 10 bis 20 Minuten. Die eigentliche Bestrahlungszeit für ein Feldes beträgt aber normalerweise nur etwa 30 Sekunden. Kontrollaufnahmen werden häufig auch bei den täglichen Bestrahlungen gemacht.