

MACHTVOLLE

S T R

MACHTVOLLE STRAHLEN

PRÄZISE INS ZIEL

JÜRGEN PETER DEBUS

Die Strahlentherapie zählt zu den wichtigsten Waffen im Kampf gegen Krebs. Heidelberger Wissenschaftler erproben derzeit neue technische Verfahren, die es erlauben, Strahlen sehr präzise im Tumor zur Wirkung zu bringen, ohne das umgebende gesunde Gewebe zu schädigen. Darüber hinaus erforschen die Wissenschaftler neue biologische Ansätze, um Strahlenschäden im normalen Gewebe mit Medikamenten zu verhindern und so die Nebenwirkungen der Therapie zu reduzieren.

Im Jahr 1896 behandelte der Wiener Arzt Leopold Freund den weltweit ersten Patienten mit den kurz zuvor entdeckten Röntgenstrahlen. Seither hat sich die Strahlentherapie, die „Radiotherapie“, rasant entwickelt. Neben der Operation und der Chemotherapie ist sie als dritte Säule der modernen Krebsbehandlung schon lange fest etabliert.

Die Wirkung der Strahlentherapie beruht auf einem relativ einfachen Prinzip: Ionisierende Strahlen gehen Wechselwirkungen mit dem Erbmolekül DNS im Innern der Tumorzellen ein und schädigen die DNS entweder direkt oder indirekt über das Erzeugen sogenannter reaktiver Sauerstoffradikale. Idealerweise sollten die auf diese Weise in den Krebszellen verursachten DNS-Schäden so gravierend sein, dass es den zelleigenen molekularen Reparaturtrupp nicht mehr möglich ist, die Defekte zu beheben. Die bösartigen Zellen büßen dann ihre Fähigkeit ein, sich weiterhin auf Kosten gesunder Zellen zu vermehren.

Damit sich die zerstörerische Kraft der Strahlung effektiv und nachhaltig entfalten kann, sind – je nach Art des zu behandelnden Tumors – relativ hohe Strahlendosen notwendig. Dies jedoch geht mit dem Risiko einher, auch umliegendes gesundes Gewebe und Organe mit zu bestrahlen und zu schädigen. Je höher die Strahlendosis ist, desto größer ist also auch die Gefahr akuter und langfristiger Nebenwirkungen. Die moderne Krebsstrahlentherapie ist deshalb stets eine Gratwanderung: Einerseits gilt es, die Tumoren mit möglichst hohen Dosen zu bestrahlen, andererseits müssen umliegende Gewebe und Organe bestmöglich geschont werden.

Die Forschungsarbeiten unserer Abteilung haben zum Ziel, dieses Dilemma zu lösen. Einer unserer Schwerpunkte ist es, die Präzision, mit der Strahlen verabreicht werden, auf technischen und physikalischen Wegen zu erhöhen. In einem weiteren Schwerpunkt erforschen wir neue Ansätze, die es ermöglichen sollen, das Auftreten von Strahlenschäden in umliegenden gesunden Organen und Geweben mithilfe von Medikamenten zu verhindern.

Höhere Präzision durch Teilchenstrahlen

Seit dem Jahr 2009 gibt es in der Universitätsklinik Heidelberg eine weltweit einzigartige Einrichtung zur Therapie von Krebserkrankungen mit hochenergetischen geladenen Teilchen: das Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum, kurz HIT. In dieser neuartigen Behandlungsanlage können leichte geladene Elementarteilchen wie Wasserstoffatomkerne

„Krebsstrahlentherapie ist stets eine Gratwanderung: Einerseits gilt es, die Tumoren mit möglichst hohen Dosen zu bestrahlen, andererseits müssen umliegende Gewebe und Organe bestmöglich geschont werden.“

(Protonen), aber auch schwere Teilchen wie Kohlenstoffionen auf bis zu 75 Prozent der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden. Danach werden sie über ein elektromagnetisches Lenksystem in definierter Energie zum Patienten geführt und treffen dort punktgenau auf den Tumor.

Während die herkömmliche hochenergetische Röntgenstrahlung durch das Zielgewebe durchstrahlt und im ganzen Verlauf Energie an das Gewebe abgibt, erreicht die Teilchenstrahlung gleich nach dem Eintritt in den Körper ein Maximum der Energieabgabe. Aufgrund dieser physikalischen Besonderheit wird fast die gesamte Energie des Teilchenstrahls im Tumor abgegeben – hinter dem Zielgewebe kommt es zu nahezu keiner Strahlenbelastung. Dies erlaubt es, Tumoren präzise zu behandeln und Risikoorgane vor der zerstörerischen Kraft der Strahlen weitestgehend zu bewahren.

Hinzu kommt, dass die zur Teilchenbestrahlung eingesetzten schweren Ionen, etwa von Kohlenstoff oder Sauerstoff, bei gleicher Energiedosis eine höhere biologische Wirksamkeit entfalten als herkömmliche Röntgenstrahlen. Unsere experimentellen Arbeiten mit Zellkulturen konnten beispielsweise zeigen, dass die biologische Wirksamkeit der Teilchenbestrahlung je nach Art der eingesetzten Ionen und der bestrahlten Gewebe etwa zwei- bis fünffach höher ist als die der Röntgenbestrahlung. Der Teilchentherapie könnte also ein besonderer Nutzen zukommen, wenn es um die Behandlung solcher Tumoren geht, die auf die herkömmliche Bestrahlung nicht oder nur unzureichend reagieren. Bislang gibt es allerdings nur sehr wenige praktische Erfahrungen, die es erlauben würden, von den experimentellen Daten auf die Behandlung von Patienten zu schließen. In unserer Klinik erfolgen deshalb zurzeit zahlreiche klinische Studien, die den Stellenwert der Ionentherapie bei strahlenresistenten Tumoren in der klinischen Routine überprüfen sollen.

Eine dieser Studien beschäftigt sich mit der Behandlung von Patienten, die an „Chordomen“ leiden, einer seltenen Art von Knochentumoren. Chordome entstehen häufig an der Schädelbasis und in unmittelbarer Nähe zu Risikoorganen, etwa dem Rückenmark. Sie sind relativ strahlenresistent und benötigen deshalb üblicherweise eine Therapie mit hohen Bestrahlungsdosen. Patienten, die an Chordomen erkrankt sind, gehörten denn auch zu den ersten Patienten, die bereits vor der Inbetriebnahme des Heidelberger HIT in der experimentellen Vorläuferanlage im Darmstädter Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung behandelt wurden.

Eine erste Auswertung der Überlebens- und Nebenwirkungsdaten aller Chordompatienten, die in Darmstadt behandelt wurden, zeigte bereits exzellente Ergebnisse

Innovative Technologien gegen Krebs

Das Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum HIT wurde im November 2009 am Universitätsklinikum Heidelberg in Betrieb genommen. Aufgrund seiner innovativen Technologie nimmt es eine weltweit einzigartige Stellung in der Behandlung von Tumorpatienten ein. Zudem ist es die europaweit erste Therapie-Einrichtung an einer Klinik, in der Tumoren sowohl mit Schwerionen als auch mit Protonen behandelt werden. Von einer Therapie im HIT sollen langfristig rund zehn Prozent der Krebspatienten profitieren, bei denen das Tumorwachstum mit der herkömmlichen Strahlentherapie nicht gestoppt werden kann. Diese Patienten leiden an Tumoren, die tief im Körper liegen, extrem widerstandsfähig gegenüber herkömmlicher Bestrahlung sind oder von hoch strahlenempfindlichem gesundem Gewebe umschlossen werden, beispielsweise dem Sehnerv, dem Hirnstamm oder dem Rückenmark.

Das Herzstück des HIT ist ein Teilchenbeschleuniger, der Ionen verschiedener Elemente auf bis zu 75 Prozent der Lichtgeschwindigkeit bringen kann. Bevor die Partikel in diesen einfliegen, müssen sie in einer Ionenquelle erzeugt und in einem Linearbeschleuniger auf zehn Prozent der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden. Die bereits schnellen Teilchen werden im Teilchenbeschleuniger in kürzester Zeit mehrere Millionen Mal im Kreis geführt und nehmen dabei jedes Mal zusätzliche Energie auf. Dabei werden sie auf die exakte Geschwindigkeit gebracht, die sie brauchen, um einen bestimmten Tumor im menschlichen Körper zu treffen. Ist diese erreicht, werden die Teilchen auf die beiden horizontalen Behandlungsplätze geführt – oder zur 2012 in Betrieb genommenen sogenannten Gantry, die sich 360 Grad um den Patienten drehen lässt, um auch schwer zu erreichende Tumoren aus einem optimalen Winkel bestrahlen zu können.

www.heidelberg-hit.de

für die Bestrahlung mit Kohlenstoffionen. Betrachtet man diese Patientendaten zusammen mit den Daten, die wir zwischenzeitlich in unserer Abteilung experimentell gewonnen haben, ist zu vermuten, dass die derzeit in der Heidelberger Klinik laufende fortgeschrittene Phase-III-Studie die Vorteile der neuartigen Teilchentherapie bei der Behandlung von Patienten, die an Chordomen leiden, bestätigen wird. Um einen breiteren Stellenwert der Teilchenbestrahlung unter wissenschaftlichen Bedingungen prüfen zu können, sollen demnächst weitere klinische Studien mit Patienten erfolgen, die an verschiedenen anderen Krebserkrankungen leiden.

Bildgeführte Strahlenbehandlung

Die zunehmende Präzision moderner Bestrahlungsverfahren ermöglicht es, Tumoren immer zielgerichteter mit effektiven Dosen zu behandeln. Damit einher geht aber ein potenzielles Risiko: Schon geringe Lageungenauigkeiten, beispielsweise aufgrund minimaler Bewegungen des Patienten auf dem Behandlungstisch, können zu Abweichungen der Strahlendosis im Zielgewebe führen. Es ist zudem bekannt, dass sich das Tumorgewebe im Laufe einer Strahlenbehandlung verändert: Es schrumpft oder wächst, es kann teilweise absterben oder Veränderungen in der Durchblutung erfahren. Um die größtmögliche Präzision zu gewährleisten, müssten all diese Veränderungen bei der zielgenauen Strahlentherapie berücksichtigt werden. Moderne Strahlenbehandlungen machen es deshalb in zunehmendem Maße erforderlich, die Genauigkeit mit bildgebenden Verfahren zu überprüfen.

Dies erfolgt bei der „bildgeführten Strahlentherapie“. Neben der klassischen Röntgenaufnahme wird hierzu vor allem die „Cone-Beam-Computertomographie“ eingesetzt, mit der sich ein dreidimensionales Abbild des zu behandelnden Körperbereichs erzeugen lässt. Allerdings hat dieses Verfahren einige Nachteile: zum einen verwendet es Röntgenstrahlen und belastet den Patienten somit zusätzlich mit Strahlen; zum anderen ist die Methode aufgrund des reduzierten Kontrast- und Auflösungsvermögens nur sehr beschränkt einsetzbar, um Weichgewebe und Organe zu beurteilen. Der Abgleich mit dem Bestrahlungsplan kann deshalb häufig nur hilfsweise über benachbarte

Gebündelte Kompetenz in der Strahlenforschung

Das Heidelberger Institut für Radioonkologie (HIRO) steht für gebündelte Kompetenz in der Strahlenforschung und deckt die gesamte Kette von der Grundlagenforschung über die Durchführung klinischer Studien bis hin zur klinischen Versorgung ab. Dazu umfasst es alle notwendigen Aspekte der Radioonkologie, Strahlenphysik, Medizininformatik und Strahlenbiologie. In einem international herausragenden Bündnis vereint das HIRO alle Heidelberger Institutionen, die auf dem Gebiet der Strahlentherapie tätig sind: das Universitätsklinikum Heidelberg, das Deutsche Krebsforschungszentrum, das Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum sowie die Medizinische Fakultät der Universität Heidelberg. Das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen Heidelberg ist Kooperationspartner des HIRO. Im Jahr 2010 wurde das HIRO gemeinsam mit dem OncoRay Zentrum in Dresden zum Nationalen Zentrum für Strahlenforschung in der Onkologie ernannt.

www.hiro-heidelberg.de

Knochen- oder Knorpelstrukturen erfolgen. Um die zunehmend präziser ansetzenden Behandlungsverfahren therapeutisch nutzen zu können, ist es deshalb notwendig, auch die begleitende Bildgebung zu optimieren.

Aktuell läuft in unserer Abteilung eine klinische Studie, die überprüfen will, welchen Nutzen die Magnetresonanztomographie (MRT) – sie kommt ohne Röntgenstrahlen aus – bei der bildgeführten Strahlentherapie haben kann. Die Patienten, die an dieser Studie teilnehmen, erhalten vor jeder Bestrahlungssitzung neben der Cone-Beam-Computertomographie auch eine kurze MRT-Untersuchung. Unsere ersten Daten zeigen, dass Lagekontroll-MRTs in der klinischen Routine einsetzbar sind und mit konventionellen computertomographischen Verfahren gut abgeglichen werden können. Zurzeit untersuchen wir, wie der mit dem MRT zu erzielende höhere Weichteilkontrast – und die daraus resultierende höhere Genauigkeit der Strahlenbehandlung – das Therapieansprechen der Patienten beeinflusst.

Die Studie erlaubt es darüber hinaus, während des gesamten mehrwöchigen Verlaufs der Strahlentherapie einen einzigartigen Datensatz zu gewinnen. Diese Daten sollen genutzt werden, um schon in frühen Behandlungsstadien Muster zu identifizieren, mit denen sich der Erfolg der Therapie vorhersagen lässt. In Zukunft könnte man dann Patienten, bei denen die Chance auf ein Therapieansprechen groß ist, mit niedrigeren Dosen behandeln und die Nebenwirkungen verringern. Genauso ließen sich Hochrisikopatienten identifizieren, bei denen ein Therapieversagen wahrscheinlich ist. Für bestimmte Patienten würde eine MRT-geführte Strahlenbehandlung also eine viel individuellere strahlentherapeutische Behandlung erlauben, als es bislang möglich ist.

Folgeschwere Signalwege gezielt unterbrechen

Therapiebedingte Schäden an mitbestrahltem gesundem Gewebe mit teilweise gravierenden Nebenwirkungen stellen weiterhin ein großes Problem bei der Strahlenbehandlung dar. Wir untersuchen deshalb zurzeit die molekularbiologischen Grundlagen strahlenbedingter Organschäden, vor allem am Beispiel der Lunge, da Lungenkrebs weltweit zu den häufigsten Tumorerkrankungen zählt. Es ist bekannt, dass bis zu 15 Prozent der Patienten, die aufgrund einer Lungenkrebserkrankung eine Strahlentherapie erhalten, teilweise schwerwiegende Nebenwirkungen erleiden. Wie es aber zur strahlenbedingten Schädigung der Lunge kommt, ist bislang nur teilweise verstanden.

Unsere Arbeiten haben gezeigt, dass bestrahlte und damit geschädigte Lungenzellen bestimmte Wachstumsfaktoren und Signalmoleküle freisetzen. Daraufhin wandern Immunzellen in die strahlengeschädigte Region ein und verstärken dort eine lokale Entzündungsreaktion. In diesem Stadium

leidet der Patient an einer strahlenbedingten Lungenentzündung, der sogenannten Strahlenpneumonitis. Bleibt sie unbehandelt, kommt es in der Lunge längerfristig zur Aktivierung von Bindegewebszellen (Fibroblasten), die sich übermäßig teilen und Faserproteine ablagern. Das schränkt die Funktion der zur Sauerstoffaufnahme notwendigen Lungenbläschen mehr und mehr ein. Klinisch entsteht dann das Vollbild einer strahlenbedingten Lungenfibrose mit zunehmender Atemnot und Sauerstoffmangel.

Bis heute ist es nicht möglich, diese gefürchtete Spätkomplikation zu behandeln. Umso wichtiger ist es zu erforschen, wie die verhängnisvolle Signalkaskade unterbrochen werden kann. Mit unseren Untersuchungen konnten wir zeigen, dass sich die Entzündungsreaktion relativ früh mit Wirkstoffen (Inhibitoren) stoppen lässt, die imstande sind, die Wachstumsfaktoren zu hemmen. Die von uns untersuchten Inhibitoren richten sich gegen den „transformierenden Wachstumsfaktor β “ (TGF- β) und gegen den „Blutplättchen-Wachstumsfaktor“ (PDGF). Nach Hochdosisbestrahlung und Gabe einer der beiden Inhibitoren zeigte die feingewebliche Untersuchung von Lungengewebe eine deutlich reduzierte Entzündungsreaktion und geringere Ablagerungen von Bindegewebe. Dass die beiden Inhibitoren die strahlenbedingte Lungenfibrose beeinflussen, bewiesen auch computertomographische Aufnahmen des Lungengewebes: Die Lungendichte als Marker für den fortschreitenden bindegewebigen Umbau stieg nach Hemmung der Wachstumsfaktoren weniger stark an.

Unsere molekularbiologischen Untersuchungen legen zudem nahe, dass die Signalwege der beiden Wachstumsfaktoren miteinander wechselwirken. Es zeigte sich nämlich, dass eine weitere Reduzierung der strahlenbedingten Lungenfibrose zu erreichen ist, wenn nach einer Bestrahlung beide Hemmstoffe verabreicht werden. Die beiden Wachstumsfaktor-Inhibitoren eröffnen also möglicherweise einen Weg, um die gefürchteten Strahlenschäden der Lunge künftig medikamentös zu behandeln. Darüber hinaus könnten sich die Hemmstoffe auch über die Strahlentherapie hinaus als nützlich erweisen, um andere Formen der Lungenfibrose zu therapieren.

Beim Glioblastom, einem aggressiven Hirntumor, konnten wir jüngst in Untersuchungen zeigen, dass die Hemmung bestimmter Signalwege in Kombination mit der Strahlenbehandlung nicht nur die gefürchteten Nebenwirkungen der Therapie reduziert – auch das Ansprechen des Tumors auf die Bestrahlung ließ sich auf diese Weise steigern. Wir hoffen, dass ein tieferes Verständnis der molekularen Mechanismen künftig weitere Möglichkeiten aufzeigen wird, wie strahlenbedingte Schäden zu vermeiden sind oder wie sie behandelt werden können. Auch die präzise Strahlentherapie sollte dadurch noch wirkungsvoller werden. ●

Interventionsraum der Zukunft für Krebsbehandlung

Der Forschungscampus „Mannheim Molecular Intervention Environment“ (M²OLIE) gehört zu den neun Gewinnern des Wettbewerbs „Forschungscampus – öffentlich-private Partnerschaft für Innovationen“, die seit dem Jahr 2012 durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert werden. Einer der zentralen Bestandteile von M²OLIE ist die Entwicklung einer hocheffizienten Interventionsumgebung auf Basis von Automatisierungstechniken, die eine umfassende Behandlung von Krebspatienten in einem geschlossenen Regelkreis ermöglicht. Sie wird die diagnostische Bildgebung, interventionelle Maßnahmen, Laboruntersuchungen und zukünftig auch die Produktion von Diagnostika und Therapeutika umfassen. Der Vorteil eines solchen „Interventionsraums der Zukunft“ ist, dass der Patient eine präzise Diagnose und Therapie in einem „One-Stop-Shop“ im Idealfall an einem Vormittag erhält, sodass eine belastende Behandlung über Wochen vermieden wird.

Im Forschungscampus M²OLIE werden unter Federführung der Universität Heidelberg Forschungseinrichtungen, Forscher und Industrieunternehmen aus der ganzen Region und darüber hinaus am Universitätsklinikum Mannheim zusammengeführt. Zu den zahlreichen Kooperationspartnern gehören Wissenschaftler der Universität Mannheim, der Hochschule Mannheim, der Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie und des Deutschen Krebsforschungszentrums, ebenso wie Experten der Unternehmen Siemens AG Healthcare Sector, MAQUET GmbH, Carl Zeiss Meditec AG, Bruker BioSpin MRI GmbH, Leica Biosystems Nussloch GmbH, RAPID Biomedical GmbH, Q-Bios GmbH sowie der Klinikum Mannheim GmbH. Beteiligt ist zudem die Wirtschaftsförderung der Stadt Mannheim.

Mit der Förderinitiative „Forschungscampus – öffentlich-private Partnerschaft für Innovationen“ unterstützt das BMBF ausgewählte Projekte der strategisch angelegten Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft. Der Forschungscampus M²OLIE wird für einen Zeitraum von bis zu 15 Jahren mit projektbezogenen Zuwendungen in Höhe von bis zu zwei Millionen Euro jährlich gefördert.

www.m2olie.de



PROF. DR. JÜRGEN PETER DEBUS ist promovierter Physiker und Mediziner. Im Jahr 2003 wurde er auf eine Professur an die Universität Heidelberg berufen und leitet seither die Abteilung für Klinische Radiologie und Strahlentherapie am Universitätsklinikum. Seit 2009 ist er zudem einer der Direktoren des Nationalen Centrums für Tumorerkrankungen (NCT) in Heidelberg sowie wissenschaftlich-medizinischer Leiter des Heidelberger Ionenstrahl-Therapie-zentrums (HIT). Seit 2010 leitet er darüber hinaus das Heidelberger Institut für Radioonkologie (HIRO). Seine Arbeiten auf dem Gebiet der klinischen und experimentellen Strahlentherapie wurden vielfach ausgezeichnet, unter anderem im Jahr 2005 mit dem Innovationspreis der Deutschen Hochschulmedizin und 2012 mit dem Alfred-Breit-Preis der Deutschen Gesellschaft für Radioonkologie.

Kontakt: juergen.debus@med.uni-heidelberg.de

POWERFUL RADIATION

HIGH PRECISION AGAINST CANCER

JÜRGEN PETER DEBUS

Over the last 100 years, radiotherapy has established itself as one of the mainstays of modern oncology. The mode of action is fairly simple: The ionising radiation utilised in radiotherapy interacts with the cells' genomic information and causes damage, either directly by disrupting DNA strands or indirectly by creating ionising oxygen radicals. Depending on the radiation dose, the treated tumour cells are unable to repair the DNA damage and lose the ability to proliferate, or undergo cell death.

However, the radiation dose needed to efficiently treat certain tumours is often limited by the risk of inducing severe damage to the surrounding normal tissues. This means that modern radiotherapy must often perform a balancing act: treating cancer with the highest possible radiation dose while attempting to preserve the surrounding healthy tissues and organs. A solution to this dilemma likely requires refining the available technology to achieve greater precision in the treatment and increasing the biological sensitivity of cancer tissue while protecting healthy tissue by investigating the different biological properties.

On the technical and physical side, one research focus of the Department of Radiation Oncology is directed at optimising radiation beam precision by utilising novel radiation modalities such as protons and carbon ions. Various clinical studies at the Heidelberg Ion-Beam Therapy Center (HIT) are currently investigating potential advantages of high-precision particle therapy for a multitude of different tumours. Additionally, we are researching the biological mechanisms of radiation-induced tissue damage to mitigate the side effects of this highly effective cancer therapy. ●

PROF. DR JÜRGEN PETER DEBUS holds doctoral degrees in physics and medicine. In 2003, he accepted a chair at Heidelberg University and has since been heading the Department of Radiation Oncology and Radiation Therapy at Heidelberg University Hospital. In 2009 he was appointed Director of the National Center for Tumor Diseases (NCT) in Heidelberg as well as scientific-medical Head of the Heidelberg Ion-Beam Therapy Center (HIT). Since 2010, he has also directed the Heidelberg Institute of Radiation Oncology (HIRO). Prof. Debus has received numerous awards for his work in clinical and experimental radiotherapy, among them the Innovation Award of German University Medicine in 2005 and the Alfred Breit Award of the German Association of Radiation Oncology in 2012.

Contact: juergen.debus@med.uni-heidelberg.de

Modern radiation oncology is always a balancing act: It aims at treating tumours with as high a radiation dose as possible while minimising damage to the surrounding tissue and organs.

Verknüpfung von Klinik und Forschung

Das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) Heidelberg ist eine gemeinsame Einrichtung des Universitätsklinikums Heidelberg, des Deutschen Krebsforschungszentrums, der Thoraxklinik Heidelberg und der Deutschen Krebshilfe. Ziel des Zentrums ist die Verknüpfung von neuen vielversprechenden Ansätzen aus der Krebsforschung mit der bestmöglichen individuellen Versorgung der Patienten und der Prävention auf dem neuesten Stand des medizinischen Fortschritts. Ärzte und Wissenschaftler arbeiten hierzu im NCT unter einem Dach zusammen.

Für die Patienten ist die interdisziplinäre Tumoramбуlanz der erste Anlaufpunkt im NCT. Danach erstellen fachübergreifende Expertenrunden, die sogenannten Tumorboards, zeitnah einen individuellen Therapieplan. Neben der ärztlichen und pflegerischen Versorgung in der Ambulanz, in der Tagesklinik und in den klinischen Abteilungen des Universitätsklinikums profitieren die Patienten von einem umfassenden Beratungsangebot und kompetenten Ansprechpartnern für alle krankheitsbezogenen Fragen. Die Teilnahme an klinischen Studien eröffnet ihnen darüber hinaus den Zugang zu innovativen Therapien.

www.nct-heidelberg.de

„Untersuchungen zeigen, dass sich die gefürchteten Nebenwirkungen der Strahlentherapie mit Wirkstoffen reduzieren lassen, die imstande sind, bestimmte molekulare Signalwege zu hemmen.“