

Fester Bestandteil jeder modernen Onkologie

Onkologische Informatik

Die onkologische Informatik bildet sich zwischen der Onkologie und der Informatik aus. Bezüglich der Breite des Gebiets steht die Informatik der Onkologie in nichts nach.



L'informatique oncologique se situe entre l'oncologie et l'informatique. En ce qui concerne l'étendue du domaine, l'informatique n'est pas inférieure à l'oncologie.

Die Onkologie umfasst die diagnostische Aufarbeitung einer Krebserkrankung, die Patientenaufklärung und anschliessende Therapie, um nur drei unterschiedliche Teilgebiete zu benennen. Die Informatik beschäftigt sich unter anderem mit der Verarbeitung, Speicherung, Auswertung und Übertragung digital erfasster Daten.

Was ist onkologische Informatik überhaupt?

Durch die voranschreitende Digitalisierung ist die Informatik innerhalb der letzten Jahrzehnte in praktisch jeden Bereich der Onkologie vorgedrungen und stellt heute als onkologische Informatik mehr als eine Schnittmenge der beiden Gebiete dar; sie bildet vielmehr eine Summe aus beiden (Abb. 1).

Die in der Onkologie eingesetzten IT Systeme gewährleisten den Alltagsbetrieb bzgl. Kommunikation, (Strahlen-)Therapieplanung, labortechnischer Auswertung, Datenübertragung, Dokumentation und Archivierung und sollen im Optimalfall zusätzlich flexibel genug sein, um Forschungszwecken zu dienen. Die Daten, die im Alltag anfallen, sollen nach Möglichkeit ohne viel Aufwand statistisch auswertbar sein und mit Hilfe von standardisierten Datenelementen und Terminologien multizentrisch vergleichbar sein.

Die Krebstherapie ist heutzutage eine interdisziplinär gewordene Aufgabe. Es fließen innerhalb der Onkologie sehr heterogene Daten zusammen; klinische Untersuchungen, Laboruntersuchungen, Pathologieberichte, radiologische Bilder und Befunde, Krankengeschichten aus unterschiedlichsten Bereichen und Kliniken. Aufgrund ihrer Heterogenität sind diese Daten oft schwer standardisierbar.

Die onkologische Informatik nimmt im Rahmen der interdisziplinären Zusammenarbeit verschiedener Experten eine koordinative Rolle ein. So sind beispielsweise viele Abläufe innerhalb moderner Tumorzentren durch transparente Prozesse geregelt, um die verschiedenen Akteure der Krebstherapie aufeinander abzustimmen und diese mit Informationen zu versorgen.

Durch die scheinbar unbegrenzte Tiefe des Gebiets der onkologischen Informatik und deren schneller Entwicklung, ist es einem Einzelnen kaum möglich sämtliche Entwicklungen in diesem Bereich zu überblicken oder gar vollumfänglich zu verstehen. Dies zwingt alle Involvierten zu einer intensiven transdisziplinären Zusammenarbeit und klaren Kommunikation von Bedürfnissen.



**Dr. med.
Gerhard Wernigg**
Winterthur

**Dr. phil.
Florent Baty**
St. Gallen

**PD Dr. med.
Paul Martin Putora**
St. Gallen, Bern

Erfolgreiche Beispiele aus der onkologischen Informatik

Im Folgenden werden ein paar Beispiele genannt, in denen die onkologische Informatik eine treibende Kraft hinter spezifischen Entwicklungen darstellt.

ePROM und Impact auf Survival

Die Überlebenszeit von Patienten mit Krebserkrankungen steigt durch die Fortschritte in der Krebstherapie zunehmend an. Dadurch gewinnen, neben blossen Überlebensdaten, von Patienten selbst berichtete gesundheitliche Entwicklungen zunehmend an Bedeutung. Sogenannte elektronisch erfasste Patient Reported Outcome Measures (ePROM) ermöglichen eine flexiblere Nachsorgeplanung mit laufender Evaluation rehabilitativer Interventionen. Eine prospektiv randomisierte Studie konnte einen Überlebensvorteil dank des Einsatzes von ePROMs demonstrieren (1).

Electronic Patient Decision Aids

Innerhalb der onkologischen Problembewältigung gibt es oftmals verschiedene Lösungsansätze (2). Der aufgeklärte Patient von heute möchte oftmals besser in den Entscheidungsprozess integriert werden (Stichwort: Shared Decision Making). Eine Möglichkeit den Patienten mittels Informationen zu unterstützen, bieten «Patient Decision Aids», welche auch in interaktiver elektronischer Form verfügbar sein können. Mittels dieser kann sich der Patient vor dem Arztgespräch durch interaktive Programme seiner Präferenzen deutlicher bewusst werden und später aktiver am Entscheidungsprozess mitwirken. Die onkologische Informatik hilft hiermit dem Patienten abstrakte Konzepte, beispielsweise mittels Videomaterials und interaktiver Inhalte oder öffentlich zugänglicher PDF-Booklets, verständlich zu machen. Es konnte bewiesen werden, dass diese Aufklärungswerkzeuge dem Patienten Entscheidungen wesentlich erleichtern können und die Therapiezufriedenheit signifikant steigern (3).

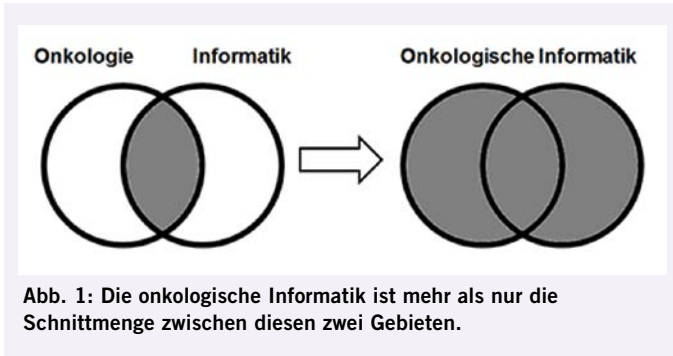


Abb. 1: Die onkologische Informatik ist mehr als nur die Schnittmenge zwischen diesen zwei Gebieten.

Datenmanagement

Klinische und präklinische Studiendaten sind die wertvollste Ressource onkologischer Forschungseinheiten. Um multizentrische Studien effizienter durchführen zu können, bedarf es entsprechender informationstechnologischer Infrastruktur. Der Transfer von Studiendaten bildet hier eine zentrale, jedoch nicht die einzige Aufgabe der onkologischen Informatik. So können beispielsweise mittels eines Data Warehouse (DWH), einer speziell für Analysezwecke ausgelegten Datenbank, Patienten- und Therapiedaten laufend gesammelt und aufbereitet werden. Diese (Roh-) Daten lassen sich entweder direkt analysieren oder zentrumsübergreifend zusammenführen (Data Pooling) und weiter auswerten. Das Data Mining beschäftigt sich mit der systematischen Anwendung statistischer Methoden innerhalb grosser Datenpools und zielt darauf ab, neue, bisher unbeobachtete Zusammenhänge herzustellen. Es kann dabei zur Generierung neuer Hypothesen dienen. Innerhalb der entstehenden Datenflüsse und -analysen stellt der Datenschutz die onkologische Informatik aktuell vor zusätzliche Herausforderungen (4).

Machine Learning

Maschinelles Lernen (ML) ist innerhalb der Computerwissenschaften ein Teilbereich der künstlichen Intelligenz (KI) und bezeichnet die künstliche Generierung von Wissen aus Erfahrung. Ein ML-Algorithmus wird mittels klassifizierter Trainingsdaten «angelern», erkennt in diesen Muster und Gesetzmässigkeiten und kann dieses «Wissen» anschliessend auf ihm unbekannte Daten anwenden (5).

ML findet in verschiedensten Bereichen der Onkologie seine Applikation. So können ML-Algorithmen beispielsweise die Risikoeinschätzung innerhalb von Screening-Verfahren erleichtern und objektivieren, die Entscheidungsfindung bezüglich geeigneter Therapien als zusätzliches Expertensystem unterstützen, oder auch bei der Abschätzung des Rezidivrisikos innerhalb der Nachsorge helfen. ML ist dabei nicht auf die Analyse der typischen Merkmale wie Familienanamnese, Alter, Ernährung, Gewicht, Lebensgewohnheiten und Karzinogen-Exposition beschränkt, auch digitale Mess- und Bilddaten können quantifiziert und in den Algorithmen einbezogen werden.

Als Radiomics versteht man ML-Algorithmen die Bilddaten anhand verschiedener Charakteristika wie beispielsweise der Grösse und Form eines Tumors klassifizieren. Es befindet sich hier ein gänzlich neuer Tumormarker in seiner Entstehung und Studien zu diesem Thema konnten bereits den prädiktiven Wert dieser Zusatzinformation belegen (6). In einer kürzlich veröffentlichten Arbeit hat ein angelernter Algorithmus Melanome in dermatoskopischen Bildern besser erkannt als die Kontrollgruppe erfahrener Dermatologen (7).

Die Anwendungsgebiete von Machine Learning und künstlicher Intelligenz sind nahezu unbegrenzt und werden noch viele Berufsfelder grundlegend verändern, auch innerhalb der Medizin.

Decision Making Analyse

Mittels standardisierter IT-gestützter Analysen ist es möglich den Entscheidungsprozess von Experten zu untersuchen. Beispielsweise fand eine Untersuchung zu den Entscheidungskriterien in der Therapie des Nierenzellkarzinoms bei mehreren Experten «Zugzwang» als Kriterium, dieses wurde jedoch in der Regel nie in Krankenakten oder Studienprotokollen erwähnt (8). Die sorgfältige Analyse jener Kriterien, unter welchen eine Therapieentscheidung letztendlich getroffen wird, kann Transparenz schaffen und die Weiterentwicklung von Standards sowie Guidelines zusätzlich um den klinischen oder praktischen Kontext erweitern (Abb. 2).

Genomics

Die Fortschritte der Genomforschung (Genomik) haben unser onkologisches Verständnis und damit verbunden die Diagnostik, Prognosen, Therapien und das Patientenmanagement nachhaltig verändert. Insbesondere die Weiterentwicklungen innerhalb der Sequenzierungstechnologie trugen zu einer raschen Vermehrung des molekularbiologischen Verständnisses für Krebserkrankungen bei. Dieses Wissen stützt sich auf grosse, innerhalb der Sequenzierung anfallende Datenmengen (9), welche neue und effiziente statistische und bioinformatische Prozessierungsmethoden zu ihrer Verarbeitung erfordern. Die computergestützte Genomik ist ein aktuell hochaktives Forschungsfeld, das sämtliche Hardware-Ressourcen von mobilen Applikationen bis hin zum Cloud-Computing ausnutzt und damit seine Möglichkeiten einem breiten Publikum an Forschern zur Verfügung stellt.

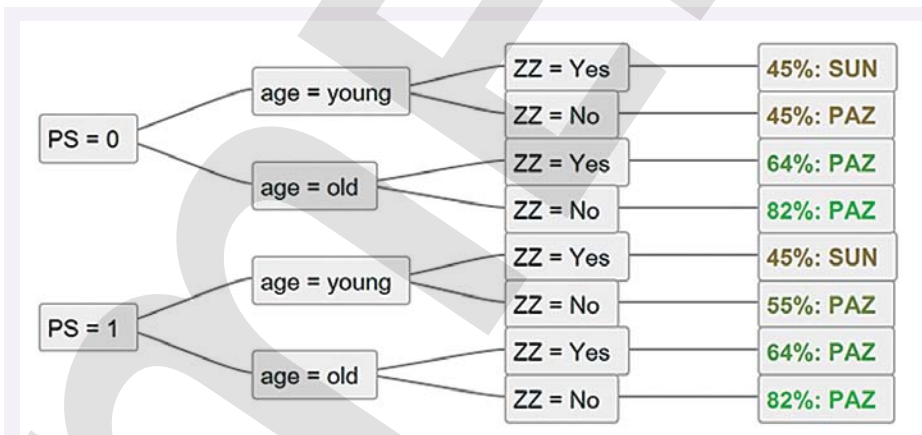


Abb. 2: Mit Hilfe von strukturierten Entscheidungsbäumen lässt sich der Einfluss von Entscheidungskriterien auf therapeutische Empfehlungen auswerten und darstellen. Die Bäume zeigen wie die häufigste Therapieempfehlung unter Experten (sunitinib (SUN) und pazopanib (PAZ)) beim metastasierten Nierenzellkarzinom vom Allgemeinzustand (PS), Zugzwang (ZZ) und Alter (age) abhängig ist

Strahlentherapeutische Informatik

Die Informatik innerhalb der Strahlentherapie (als datenreichstes Gebiet der klinischen Onkologie) ist geprägt von einer sehr hohen Datendurchdringung in Form von Bildgebung, strahlentherapeutischen Planungs- und Dosimetrie-Daten. Die moderne Strahlentherapie ist eine hochtechnologische Unternehmung und ohne Informatiksysteme nicht mehr möglich (10).

Neue Herausforderungen

Die schnelle Entwicklung der onkologischen Informatik stellt uns allerdings vor neue Herausforderungen. Verschiedene Fragen bezüglich Datensicherheit und Datenschutz, Rechtsgültigkeit der elektronischen Unterschrift, Langzeitarchivierung bis zu Unsicherheiten und potentielle Bedrohungen durch unüberwachte selbst lernende neuronale Netze bleiben offen.

Was die Zukunft bringt, ist nicht vorherzusehen, aber Themen, die uns bereits in den nächsten Jahren begegnen können, sind zum Beispiel:

Das Thema künstliche Intelligenz wird weitere Quantensprünge verzeichnen und vor allem den Bereich Deep Learning vorantreiben. Es handelt sich dabei um selbst lernende neuronale Netze, die sich ohne Vorgaben des Menschen selbständig weiterentwickeln.

Das sogenannte Internet of Things (IoT) verbindet Dinge des Alltags, wie beispielsweise Sensoren, Elektronik, Fahrzeuge oder auch medizinische Gerätschaften mit dem Internet und untereinander. Aktuell verfügbare Wearables sind ein erster Trend in diese Richtung und können beispielsweise Aufschluss über die Lebensgewohnheiten von Patienten geben, Puls, Blutdruck oder sogar Blutzuckerwerte aufzeichnen und in der Cloud auswerten.

Die Erfindung der Blockchain-Technologie, einer dezentralen und durch kryptografische Verfahren sehr sicher konstruierte Datenbankform, deren prominentestes Beispiel aktuell der Bitcoin ist, wird nicht nur den Geldmarkt nachhaltig verändern, sondern auch die digitale Patientenakte und weite Bereiche der Medizin sowie Versicherungssysteme erfassen. Sie ermöglicht dem Patienten die Datenhoheit über seine medizinischen Informationen und kann diese biometrisch verschlüsselt in einem dezentralen Netzwerk unterbringen.

Zusammenfassung

Die aufgeführten Beispiele bieten nur einen sehr kleinen Einblick in das faszinierende Thema der onkologischen Informatik. Unbeeindruckt von Skepsis und den potentiellen Risiken führt kein Weg an der onkologischen Informatik vorbei. Die letzten Jahre waren geprägt

von der Einführung neuer wissenschaftlicher Journals und Meetings, die sich diesen Themen widmen. Mit Hilfe von interprofessioneller Zusammenarbeit wird es möglich sein, den potentiellen Nutzen der onkologischen Informatik den Patienten zukommen zu lassen.

Dr. med. Gerhard Wernigg¹, Gerhard.Wernigg@kswg.ch

Dr. phil. Florent Baty², florent.baty@kssg.ch

PDDr. med. Paul Martin Putora³, PaulMartin.Putora@kssg.ch

¹ Klinik für Radio-Onkologie, Kantonsspital Winterthur

² Klinik für Lungenzentrum, Klinik für Pneumologie/Schlafmedizin, Kantonsspital St. Gallen

³ Klinik für Radio-Onkologie, Kantonsspital St. Gallen und Klinik für Radio-Onkologie, Inselspital Bern

+ **Interessenskonflikt:** Die Autoren haben keine Interessenskonflikte in Zusammenhang mit diesem Artikel.

+ **Literatur:** am Online-Beitrag unter: www.medinfo-verlag.ch

Take-Home Message

- ◆ Onkologische Informatik ist heute ein fester Bestandteil jeder modernen Onkologie.
- ◆ Sie vernetzt Kliniker und Forscher, stellt Daten bereit und treibt die Forschung voran.
- ◆ Sie informiert Laien und bindet Patienten aktiv in Entscheidungsprozesse mit ein.
- ◆ Sie steht Experten als zusätzliche Ressource zur Entscheidungsfindung zur Seite.
- ◆ Sie kann in grossen Datenmengen Gesetzmässigkeiten feststellen, die bisher nicht erkannt wurden.

Messages à retenir

- ◆ Aujourd'hui, l'informatique oncologique fait partie intégrante de toute oncologie moderne.
- ◆ Elle met en réseau les cliniciens et les chercheurs, fournit des données et fait avancer la recherche.
- ◆ Elle informe les profanes et implique activement les patients dans les processus de prise de décision.
- ◆ Elle est à la disposition des experts en tant que ressource supplémentaire pour la prise de décision.
- ◆ Elle peut faire apparaître des généralités dans de grandes quantités de données qui n'ont pas encore été détectées.

Literatur:

1. Basch E et al. Overall Survival Results of a Trial Assessing Patient-Reported Outcomes for Symptom Monitoring During Routine Cancer Treatment. *JAMA* 2017;318(2):197-8
2. Panje CM et al. Treatment options in oncology. *JCO Clinical Cancer Informatics* 2018. in press.
3. Leighl NB et al. Supporting treatment decision making in advanced cancer: a randomized trial of a decision aid for patients with advanced colorectal cancer considering chemotherapy. *J Clin Oncol* 2011;29(15):2077-84
4. Skripcak T et al. Creating a data exchange strategy for radiotherapy research: towards federated databases and anonymised public datasets. *Radiother Oncol* 2014;113(3):303-9
5. Kourou K et al. Machine learning applications in cancer prognosis and prediction. *Computational and structural biotechnology journal* 2015;13:8-17
6. Gillies RJ et al. Radiomics: images are more than pictures, they are data. *Radiology* 2015;278(2):563-77
7. Haenssle HA et al. Man against machine: diagnostic performance of a deep learning convolutional neural network for dermoscopic melanoma recognition in comparison to 58 dermatologists. *Ann Oncol* 2018
8. Rothermundt C et al. Algorithms in the First-Line Treatment of Metastatic Clear Cell Renal Cell Carcinoma--Analysis Using Diagnostic Nodes. *Oncologist* 2015;20(9):1028-35
9. Kibbe W et al. Cancer Informatics: New Tools for a Data-Driven Age in Cancer Research. *Cancer Res* 2017;77(21):e1-e2
10. Putora PM et al. Informatics in Radiation Oncology, in *Machine Learning in Radiation Oncology*. 2015:57-70