

Jubiläumsschlaglicht: Radiologie

Fortschritte, Trends und Herausforderungen in der klinischen Radiologie

Prof. em. Dr. med. Christoph D. Becker

Faculté de Médecine, Université de Genève

Die diagnostische und interventionelle Radiologie ist für die moderne Medizin unverzichtbar. Welche Herausforderungen und Trends sind heute erkennbar? Und was kann man von der künstlichen Intelligenz erwarten?

Die Leistungsfähigkeit der Datenprozessoren hat eine rasante Entwicklung der anatomisch-strukturellen und der funktionell-dynamischen Diagnostik ermöglicht, insbesondere bei den radiologischen Schnittbildtechniken. Namhafte Kliniker haben die Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) bereits als wichtigste Errungenschaften der modernen Medizin bezeichnet [1]. Gleichzeitig hat die Radiologie in den letzten 20 Jahren eine Vorreiterrolle bei der Digitalisierung der Arbeitsabläufe im Spital und in der Praxis eingenommen; die digitale Akquisition sowie die filmlose Archivierung und Kommunikation der Bildinformation (PACS) sind heute in der Schweiz Standard. Mit der Option der räumlichen Trennung von Bildakquisition und -Befundung wurden neue Möglichkeiten eröffnet: man denke an die Teleradiologie, an ortsunabhängige multidisziplinäre Konferenzen oder an die Reinterpretation komplexer, radiologischer Untersuchungen. Dieser Artikel betrachtet die heutigen Auswirkungen der wichtigsten zurückliegenden Innovationen und gibt einen Ausblick in die Zukunft.

Der klinische Stellenwert der modernen Bildgebung kann am Beispiel der Notfallmedizin veranschaulicht werden, wo die CT die klinische Diagnose bei akuten Kopfschmerzen in 25%, bei akuten Thoraxschmerzen in 42% und beim akuten Abdomen in 50% der Fälle entscheidend verändern kann [2]. Auch in der Onkologie basieren die TNM-Klassifikation und die Verlaufsbeurteilung vielfach auf CT oder MRT. Wenig erstaunlich ist somit die stetige Zunahme der Schnittbilduntersuchungen in der Schweiz: am Universitätsspital Genf (HUG) beispielsweise nahm die Zahl der CT Untersuchungen über die letzten 20 Jahre von 10 000 auf 40 000/Jahr und die der MRT von 4500 auf 20 000/Jahr zu. Gleichzeitig haben die höhere räumliche Bildauflö-

sung, die zusätzlichen, dynamischen und funktionelle Bildparameter (z.B. Perfusion und Diffusion), Bildnachverarbeitung und die quantitative Bildanalyse die zu verarbeitende diagnostische Information stark ausgeweitet: am HUG hat das PACS-Datenvolumen allein zwischen 2008 und 2018 um 750% zugenommen. Im gleichen Zeitraum ist die Gesamtzahl der in der Schweiz tätigen Radiologinnen und Radiologen nur um 52% und die der in der Schweiz Ausgebildeten gar nur um 18% gestiegen – einer der Gründe für das heutige strukturelle Defizit. Die Akkreditierung interdisziplinärer Zentren und Konferenzen setzt indessen oft die Präsenz einer Radiologin oder eines Radiologen mit Erfahrung in der entsprechenden klinischen Subspezialität voraus, denn es hat sich gezeigt, dass damit die Präzision und Aussagekraft der bildgebenden Verfahren wesentlich verbessert wird [3]. Auch die aufwändige multimodale Bildgebung, also die Kombination verschiedener Bildverfahren bei komplexen onkologischen Situationen oder bei der Planung minimal invasiver chirurgischer Eingriffe, setzt ein vertieftes, klinisch-radiologisches Fachwissen voraus. Die Europäische Gesellschaft für Radiologie hat 14 verschiedene Curricula definiert, die spezielle Kenntnisse in verschiedenen Bereichen der diagnostischen und interventionellen Radiologie vermitteln und mit entsprechenden Diplomprüfungen in Subspezialitäten dokumentieren [4]. In der Schweiz ergänzen diese internationalen Ausweise die bereits etablierten nationalen Schwerpunktdiplome für Kinder- und Neuroradiologie in allen anderen klinischen Bereichen. Die praktische Umsetzung dieses modernen Konzepts setzt allerdings auch die Anpassung der Organisationsstrukturen an den Weiterbildungsstätten und eine genügende Anzahl von Fachärztinnen und -ärzten voraus.

Ancien chef du service de radiologie et directeur du département d'imagerie et des sciences de l'imagerie médicale, Hôpitaux universitaires de Genève.



Christoph D. Becker

Die Radiologie wird oft als Beispiel für die Integration von Algorithmen des maschinellen Lernens – einer Form der künstlichen Intelligenz (KI) – angeführt. Diese können bereits heute der Optimierung der technischen Untersuchungsqualität und der Effizienz dienen, lösen aber nicht das Problem der gestiegenen diagnostischen Arbeitslast. Die grossen Hoffnungen, die in den letzten Jahren in eine komplette Automatisierung der radiologischen Primärbefundung gesetzt wurden, wurden bisher leider enttäuscht. Abgesehen von rechtlichen Fragen müssten die lernfähigen Algorithmen hierfür mit einer sehr grossen Zahl verifizierter Befunde für alle Pathologien in allen anatomischen Regionen und mit allen radiologischen Modalitäten trainiert und überwacht werden. Dies stellt sehr grosse Herausforderungen an die Bereitstellung und Qualität verifizierter Datensätze, an die statistische Aussagekraft der Algorithmen und an die damit verbundenen regulativen Mechanismen [5]. Mittelfristig realistischer erscheint der Einsatz von KI-Algorithmen für die automatisierte Triage zwischen normalen und potentiell pathologischen Befunden bei bestimmten Untersuchungen mit hohem Volumen und bei Fragen mit geringer Komplexität.

Bildgesteuerte, minimal-invasive Techniken der interventionellen Radiologie ersetzen heute verschiedene chirurgische Eingriffe. Etablierte Beispiele sind die perkutane Biopsie und Drainage, die hämostatische Embolisation, die perkutane Tumorablation oder die Chemo- und Radioembolisation.

Mit der klinischen Bedeutung der diagnostischen und interventionellen Radiologie und der Komplexität der diagnostischen Information sind auch die Ansprüche an die Verfügbarkeit der ärztlichen Fachkräfte der Radiologie und ihre Kompetenz in den klinischen Subspezialitäten gestiegen. Immer mehr interdisziplinär-konsultative Tätigkeiten kommen zu den traditionellen Verantwortlichkeiten hinzu. Diese Entwicklungen haben insgesamt zu einem strukturellen Defizit an entsprechend ausgebildeten radiologisch-ärztlichem Fachpersonal geführt. Eine Herausforderung besteht heute darin, die vorhandenen Bedürfnisse der Zuweisenden sowie der Erkrankten in allen Bereichen und überall in der Schweiz abzudecken. Es bleibt zu hoffen, dass Fortschritte der KI dabei helfen können, das stetig steigende Datenvolumen besser zu bewältigen.

Die zunehmende Tendenz zur Standardisierung in der modernen Medizin verlangt nach strukturierten und quantifizierten, radiologischen Befunden. Am Horizont der technischen Entwicklung erscheint die mathematisch-statistische Analyse von digitalen radiologischen Biomarkern («Radiomics»), die – unabhängig von der anatomisch-visuellen Information – zusätzliche, funktionell-diagnostische Aussagen ermöglicht.

Unter dem Begriff der integrierten Diagnostik versteht man die routinemässige Korrelation von Befunden verschiedener diagnostischer Disziplinen durch koordinierte Arbeitsabläufe. Ein Beispiel ist die direkte Klärung von allfälligen Diskrepanzen zwischen Radiologie- und Pathologiebefunden; die bevorstehende Digitalisierung der Pathologie dürfte dies technisch erleichtern. Im Zeitalter der personalisierten Medizin kann die strukturierte, multimodale und integrierte Befundung nicht nur die Qualität und Präzision der Diagnose, sondern auch die Effizienz der interdisziplinären Tumorkonferenzen wesentlich verbessern.

Schliesslich dürfte der direkte, elektronische, passwortgeschützte Zugang zum persönlichen Gesundheitsdossier auch den Dialog der Patientinnen und Patienten mit Radiologinnen und Radiologen nachhaltig beeinflussen. Erste Erfahrungen deuten an, dass zukünftige Generationen ihre radiologischen Befunde und/oder Bilder öfters als heute konsultieren und bestehende Fragen nicht nur mit der oder dem Zuweisenden, sondern auch direkt mit der Radiologin oder dem Radiologen besprechen dürften [6].

Disclosure statement

Der Autor hat deklariert, keine finanziellen oder persönlichen Verbindungen im Zusammenhang mit diesem Beitrag zu haben.

Literatur

- 1 Fuchs VR, Sox HC. Dartmouth-Stanford Survey. *Health Affairs*. 2001;20(5):30–42.
- 2 Pandharipande PV, Reisner AT, Binder WD, Zaheer A, Gunn ML, Linnau KF, et al. CT in the Emergency Department: A Real-Time Study of Changes in Physician Decision Making. *Radiology*. 2016;281(3):835–46.
- 3 Chung, R., Rosenkrantz, A.B., Shanbhogue, K.P. Expert radiologist review at a hepatobiliary multidisciplinary tumor board: impact on patient management. *Abdom Radiol*. 2020;45:3800–8.
- 4 ESR Training Curriculum Level III (2020). Available from: <http://www.myesr.org>.
- 5 European Society of Radiology (ESR). What the radiologist should know about artificial intelligence – an ESR white paper. *Insights Imaging*. 2019;10:44.
- 6 Halaska C, Sachs P, Sanfilippo K, Lin CT. Patient Attitudes About Viewing Their Radiology Images Online: Preintervention Survey. *J Med Internet Res*. 2019;21(7):e12595.

Korrespondenz:
Prof. em. Dr. med.
Christoph D. Becker
Centre Médical
Universitaire (CMU)
Rue Michel-Servet 1
CH-1201 Genève
[christoph.becker\[at\]
unige.ch](mailto:christoph.becker[at]unige.ch)