

Künstliche Intelligenz in der Krebsdiagnostik

Biologie, Gymnasium, Qualifikationsphase

Aufgaben:

1. Fassen Sie stichpunktartig die beschriebenen Regulationsmöglichkeiten des Zellzyklus in gesunden Zellen zusammen (Material A).
2. Erläutern Sie unter Zuhilfenahme von Material B den Einfluss von Mutationen auf die Entstehung einer Krebszelle.



Person A: in Proto-Onkogenen

Person B: in Tumor-Suppressorgenen

3. Stellen Sie mithilfe von Material C Argumente für und gegen einen Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Krebsdiagnostik dar.
Denken Sie auch selbst über weitere möglichen Argumente nach oder recherchieren Sie dazu im Internet (vgl. Ideenkarte mit Leitfragen).



Material A: Regulation des Zellzyklus

Der Zellzyklus muss in vielzelligen Organismen kontrolliert werden. Die Einschränkung und die Aktivierung geschehen auf verschiedene Weisen: Notwendig ist eine ausreichende Versorgung mit Nährstoffen und zudem die Anwesenheit eines Wachstumsfaktors, der bei Bedarf freigesetzt wird. Die Zelldichte hat ebenfalls regulatorische Wirkung: Hemmend wirkt eine hohe Zelldichte, aktivierend eine zu geringe Zelldichte. Im Zellzyklus selbst existieren zudem sogenannte Kontrollpunkte. Dies sind Enzyme, die grundsätzlich inaktiv sind, solange sie nicht von Regulatorstoffen aktiviert werden. Die Regulatorstoffe werden in einer Phase des Zellzyklus hergestellt und wirken auf die regulatorischen Enzyme der nächsten Phase. Die Zelle geht erst dann in die nächste Phase über, wenn die vorherigen Prozesse korrekt abgelaufen sind. Ein Kontrollpunkt ist beispielsweise am Ende der G1-Phase: Die Zellgröße muss einen bestimmten Schwellenwert überschreiten, bevor die S-Phase beginnen kann.

Material B: Entstehung von Krebszellen

Umwelteinflüsse und Lebensgewohnheiten beeinflussen das Risiko einer Krebserkrankung. Neben diesen kann man auch genetische Ursachen identifizieren: Mehrere Mutationen sind notwendig, damit aus einer gesunden Zelle eine Krebszelle wird. Krebszellen haben ihre Form und ihre Funktion verloren. Durch Teilung wachsen sie in gesundes Gewebe hinein und zerstören es. Es ist eine bösartige, also maligne Neubildung von Gewebe. *Metastasen* werden durch wandernde Krebszellen gebildet, die über den Blut- oder Lymphweg zu anderen Organen gelangen und sich hier vermehren.

Von solchen Mutationen sind besonders häufig zwei Genklassen betroffen: Die *Proto-Onkogene* und die *Tumor-Suppressorgene*. Diese Gene sind in gesunden Zellen bei der Regulation des Zellzyklus beteiligt. Die aus Proto-Onkogenen entstandenen Produkte wirken fördernd, während die der Tumor-Suppressorgene hemmend auf die Zellteilung wirken. Zwei Beispiele:

Proto-Onkogen Ras:

Im Signaltransduktionsweg (siehe Abb. 1) zur Förderung der Zellteilung hat das *Rat sarcoma Protein* (kurz: Ras-Protein) eine zentrale Bedeutung: Es befindet sich an der Zellmembran und dient zur Überführung eines Signals vom Wachstumsfaktorrezeptor zum Zellkern. Ist es aktiviert, so findet die Übermittlung statt. Inaktiviert wird es durch Anhängen eines Guanosindiphosphates (kurz: GDP). Findet allerdings eine Mutation im Ras-Gen, also eine Mutation des Proto-Onkogens zu einem Onkogen, statt, so kann es nicht mehr inaktiviert werden.

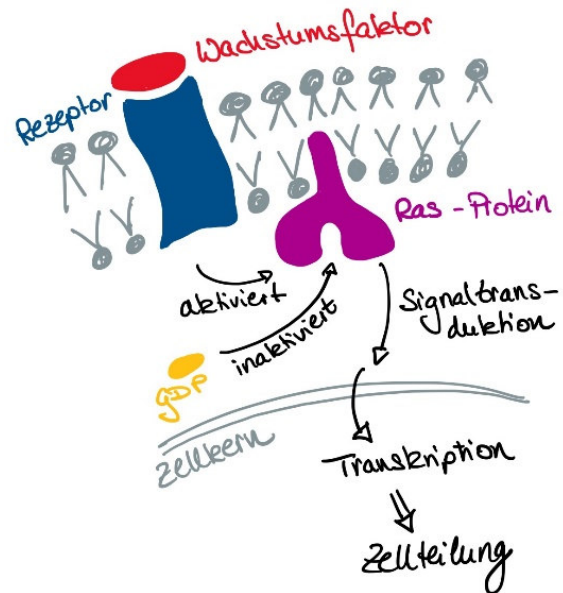


Abbildung 1: Funktionsweise des Ras-Proteins ohne Mutation.

Tumor-Suppressor-Protein

p53:

Das Protein p53 ist ein Transkriptionsfaktor und hemmt bei vorliegenden DNA-Schäden den Übergang in die S-Phase des Zellzyklus (vgl. Abb. 2). Es wird selbst aus einem Tumor-Suppressorgen synthetisiert.

Als Transkriptionsfaktor fördert es die Bildung von weiteren Tumor-Suppressor-Proteinen. Findet nun eine Mutation im p53-Gen statt, so wird das Protein p53 inaktiv.

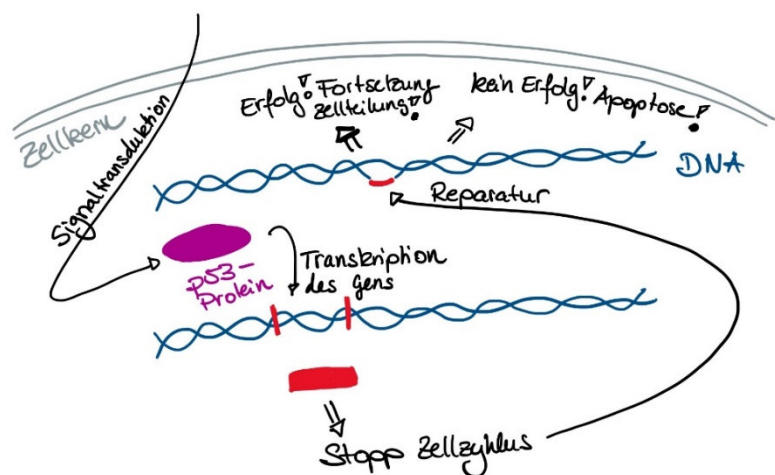


Abbildung 2: Funktionsweise des Tumor-Suppressor-Proteins p53 ohne Mutation. Apoptose bedeutet Zelltod.

In der Forschung wird die *Two-Hit-Hypothese* diskutiert. Sie besagt, dass bei Proto-Onkogenen die Mutation von nur einem Allel ausreicht, wobei bei Tumor-Suppressorgen beide Allele mutiert sein müssen, damit die aus ihnen resultierenden Proteine funktionsunfähig werden.

Material C: Künstliche Intelligenz in der Krebsdiagnostik

Das deutsche Krebsforschungszentrum DKFZ veröffentlichte am 18. November 2019 den Artikel „Künstliche Intelligenz in der Medizin - Medienhype oder ungeahntes Potenzial?“¹. Beschrieben werden die Einsatzmöglichkeiten von künstlicher Intelligenz z.B. in der Diagnostik. Mit Hilfe von sogenannten neuronalen Netzen können zum Beispiel in histologischen Schnittbildern Brustkrebszellen erkannt werden. Krebszellen unterscheiden sich aufgrund ihrer veränderten Form von gesunden Zellen. Die Bilddaten werden hierbei automatisch verarbeitet und klassifiziert. Die Klassifikation kann im einfachsten Fall in „Krebszelle“ oder „keine Krebszelle“ geschehen.

Ideenkarte:

Folgende Leitfragen können bei der ethischen Diskussion helfen:



- Welche Konsequenzen könnten sich aus einer falschen Diagnose (durch den Arzt oder die KI) ergeben?
- Wie gut muss die Verwendung von KI getestet sein (z.B. in klinischen Studien)?
- Welche Konsequenzen hat die Nutzung von KI auf die Leistung der Ärzte?
- Welche Vor- oder Nachteile ergeben sich durch den Einsatz von KI für das Gesundheitssystem (z.B. wirtschaftliche Aspekte)?
- Inwiefern werden Datenschutzaspekte beachtet?
- Inwiefern könnte die Nutzung von KI für eine bestimmte Personengruppen schlechter funktionieren?
- Wie könnte sich ein Patient fühlen, bei dessen Diagnose KI genutzt wurde, der aber die Funktionsweise von KI nicht versteht?
- Welche Argumente sind für Sie besonders wichtig?
- Auf welche Weise würden Sie selbst diagnostiziert werden wollen?

¹ <https://www.krebsinformationsdienst.de/fachkreise/nachrichten/2019/fk22-kuenstliche-intelligenz-medicin.php> (zuletzt abgerufen am 23.10.2021)