



Arbeitsblatt 7d:

Lernzirkel: Station 4**Die zelluläre Kunst des Sterbens**

Unter Apoptose versteht man den programmierten Zellselbstmord bei vielzelligen Organismen. Infolge der Apoptose sterben bei einem Erwachsenen täglich durchschnittlich zwischen 50 und 70 Milliarden Zellen. Während der Bearbeitung dieses Arbeitsblatts verliert ein Schüler also Millionen von Zellen durch Apoptose.

Die Apoptose spielt bei verschiedenen Vorgängen eine wichtige Rolle: z.B. wird die Mitose-Rate (Zahl der Zellteilungen) in einem Gewebe durch den Tod von Zellen ausgeglichen, so dass eine Homöostase erreicht wird. Weiterhin kommt es zur Apoptose, wenn eine Zelle geschädigt wird (z.B. bei DNA-Schäden durch ionisierende Strahlung oder toxische Chemikalien). Apoptose ist auch der Mechanismus, durch den im Körper funktionsuntüchtige und potenziell gefährliche unreife Immunzellen entfernt werden. Zudem spielt die Apoptose bei der Entwicklung eines menschlichen Embryos eine wichtige Rolle: so erfolgt beispielsweise die Trennung der Finger und Zehen, weil die Zellen dazwischen Apoptose betreiben. Apoptose ist nicht auf Menschen beschränkt, sondern spielt ebenfalls bei der Entwicklung von Tieren und Pflanzen eine wesentliche Rolle.

Der Prozess, ob eine Zelle in die Apoptose getrieben wird, kann in der Zelle selbst eingeleitet (intrazellulär) oder vom umgebenden Gewebe bzw. von einer Zelle des Immunsystems (extrazellulär) induziert werden. Auf molekularer Ebene wird der Vorgang der Apoptose von einem breiten Spektrum zellulärer Signale kontrolliert. Stress wie z.B. Hitze, Strahlung, Virusinfektion oder Sauerstoffmangel führen zu intrazellulären Signalen, die eine Apoptose auslösen. Extrazelluläre Signale können Gifte, Hormone oder Cytokine sein. TNF (Tumor-Nekrose-Faktor) ist beispielsweise ein Cytokin, das von aktivierten Makrophagen hergestellt wird und extrazellulär als Hauptauslöser für Apoptose gilt. Für die Bindung von TNF an seinen Rezeptor auf der Zelloberfläche konnte gezeigt werden, dass dadurch die kaskadenartige Aktivierung von Caspasen eingeleitet wird.

Auch wenn verschiedene Stoffwechselwege oder Signale eine Apoptose auslösen können, führt nur ein Mechanismus zum eigentlichen Zelltod:

(s. auch: http://www.wdr.de/tv/quarks/sendungsbeitraege/2005/0906/006_sterben.jsp)

1. Caspasen zerlegen das Cytoskelett aus Proteinen, wodurch die Zellen schrumpfen und sich abrunden.
2. Das Cytoplasma wird dichter und die Zellorganellen werden eng gepackt.
3. Das Chromatin wird zu kompakten Feldern an der Kernmembran kondensiert. Dies ist das Erkennungsmerkmal einer Apoptose.
4. Die Kernmembran weist Lücken auf und die DNA im Innern wird zerteilt. Der Zellkern zerbricht in verschiedene Chromatinkörper.
5. Die Zellmembran zeigt unregelmäßige Blasen.
6. Die Zelle zerbricht in mehrere Vesikel (=Bläschen), die als apoptotische Körper bezeichnet werden. Diese werden durch Phagozytose beseitigt.

Glossar:

Apoptose: programmierter Zellselbstmord

Homöostase: Vorgänge im Organismus zur Konstanthaltung eines stabilen inneren Milieus

ionisierende Strahlung: z.B. Röntgenstrahlen

Cytokin: Proteine, die Funktion und Teilungsverhalten von Zellen beeinflussen (z.B. Wachstumsfaktoren)

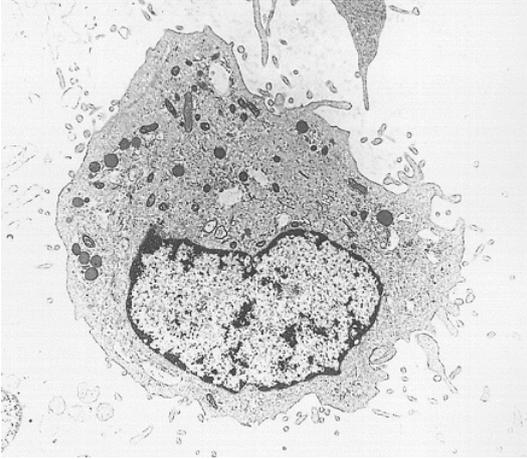
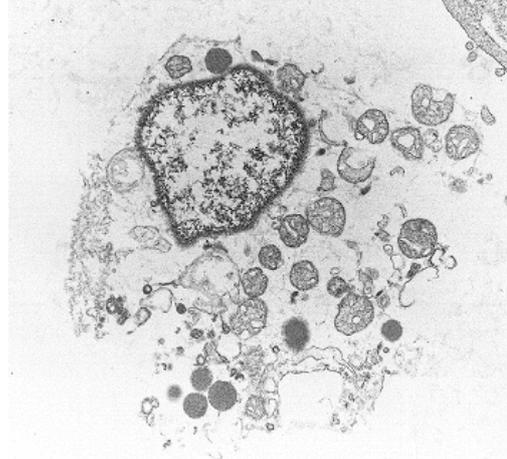
Makrophage: Zelle des Immunsystems, die aufgrund ihrer amöboiden Beweglichkeit in Gewebe einwandern und Krankheitserreger oder Zelltrümmer in sich aufnehmen kann.

Caspasen: proteinspaltende Enzyme, die intrazellulär die Apoptose einleiten

Quelle (verändert Dez. 2008): <http://en.wikipedia.org/wiki/Apoptosis>

Aufgaben:  , 

1. Nennen Sie natürliche Vorgänge in vielzelligen Organismen, bei denen der programmierte Zellselbstmord (= Apoptose) von Bedeutung ist.
2. Welches Apoptose-Stadium hat die Zelle im rechten Bild erreicht? Begründen Sie kurz.

| <p>Zelle vor der Apoptose (Elektronenmikroskop. Bild: 7.000x Vergrößerung)</p> | <p>Zelle während der Apoptose (Elektronenmikroskop. Bild: 11.600x Vergrößerung)</p> |
|--|--|
|  |  |
| <p>Quelle: http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/henschke-cornelia-2001-02-23/HTML/henschke-ch3.html</p> | <p>Quelle: http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/henschke-cornelia-2001-02-23/HTML/henschke-ch3.html</p> |

3. Nennen Sie Folgen, wenn Zellen nicht mehr zur Apoptose fähig sind. Erläutern Sie mögliche Ursachen hierfür.

Weiterführende Literatur - links:

1. Zell-Harakiri auf Befehl, Peter H. Kramer, Spektrum der Wissenschaft, Spezial 3: Krebsmedizin II, S. 28-31, 2003
2. <http://www.biochemweb.org/apoptosis.shtml>

