



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Genetik: Die Pest

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



Die Pest – molekulargenetische Anpassungen eines todbringenden Bakteriums

von Sabrina Berghof und Dr. Monika Pohlmann



© Getty Images/E+/ManuelVelasco

Die Pest ist bis heute die größte Pandemie der Weltgeschichte. In nur fünf Jahren, zwischen 1348 und 1353, starben 25 Millionen Menschen an dieser Seuche. Damit fielen ihr ein Drittel der Europäer zum Opfer. Die Bezeichnung „Schwarzer Tod“ wurde im Mittelalter noch nicht verwendet, sondern stammt aus dem 16. Jahrhundert. Damit wurde bildhaft das Schrecken-erregende dieser Krankheit zum Ausdruck gebracht. Die Bezeichnung „Schwarzer Tod“ wird aber auch den Nekrosen zugeschrieben, schmerzhaften Pestbeulen, um die sich die Haut schwarz verfärbt und abstirbt, vor allem an Fingern, Zehen und Nase. Wissenschaftlich war es bisher umstritten, ob das Bakterium *Yersinia pestis* die Seuche des Mittelalters auslöste. Eine aktuelle genetische Analyse von Skeletten mittelalterlicher Pestopfer belegt die Präsenz des Pestbakteriums. Diese Leistungsaufgabe fokussiert die Evolution des Pesterregers und seine Übertragungswege auf der Basis molekulargenetischer Befunde.

Die Pest – molekulargenetische Anpassungen eines todbringenden Bakteriums

Niveau: weiterführend, vertiefend

von Sabrina Berghof und Dr. Monika Pohlmann

Fachwissenschaftliche Hinweise	1
Methodisch-didaktische Hinweise	7
Vorausgesetztes Fachwissen	7
M 1: Die Evolution des Pesterregers	9
M 2: Die bakterielle Kapsel Fra 1	12
M 3: Die Code-Sonne	14
M 4: Die Pest ist nicht von gestern	15
Lösungen	17
Literaturverzeichnis	23

Kompetenzprofil:

Kompetenz	Anforderungsbereiche	Basiskonzept	Material
Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Bewertung	I–III	Geschichte und Verwandtschaft, Variabilität und Anpassbarkeit, Struktur und Funktion	M 1–M 4

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

LEK Lernerfolgskontrolle

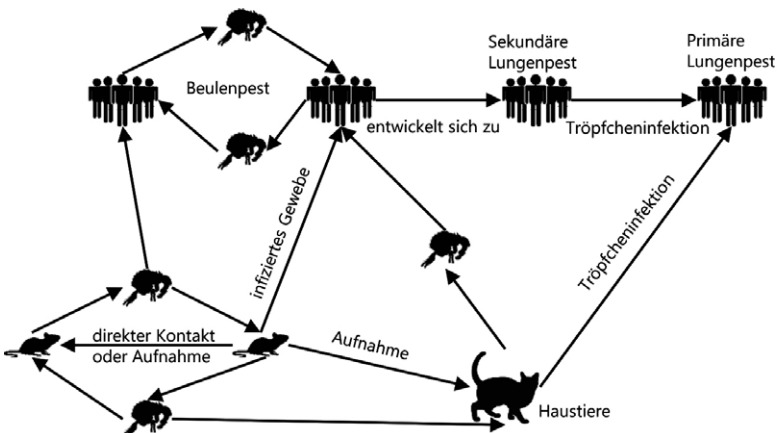
Inhaltliche Stichpunkte	Material	Methode
Horizontaler Gentransfer, Konjugation, Prokaryonten, Krankheitserreger, Abstammungslinien, koevolutiver Prozess, Koadaption, Pesterreger, <i>Yersinia pestis</i> , Wirt-Parasit-Beziehung, synthetische Evolutionstheorie, biologische Waffe	M 1–M 4	LEK

Die Pest – molekulargenetische Anpassungen eines todbringenden Bakteriums

Fachwissenschaftliche Hinweise

In frühen Zeiten war die Pest ein gefürchteter Feind der Menschheit. Obwohl sie immer noch endemisch in vielen Regionen der Welt vorkommt, wird Europa seit über 300 Jahren von der Seuche verschont. Aufgrund von Unkenntnis über die Ursache der Erkrankung und ohne wirksame Medikamente, hatten die Menschen früher schlechte Chancen, eine Pestepidemie zu überleben. Heute wissen wir, dass die Pest durch das Bakterium *Yersinia pestis* verursacht wird. Durch Beobachtungen neuzeitlicher Pestausbrüche in Indien entwickelte Paul-Louis Simond Ende des 19. Jahrhunderts ein Modell für die Pestverbreitung. Es handelt sich um einen Infektionszyklus, in dem der Rattenfloh einen wichtigen Vektor darstellt. Der Pesterreger hat sein Reservoir primär in wilden Nagetierpopulationen, in denen die Pest zirkuliert, ohne jedoch die ganze Population auszurotten. In diesem Zyklus ist die schwarze Ratte *Rattus rattus*, ein Wirt, der eine bedeutende Rolle für die Ausbreitung des Pesterregers in den Städten des Mittelalters spielte. Aber auch heute noch werden Pestepidemien, v. a. in Madagaskar beobachtet, die ebenfalls ihre Ursache in mangelnden hygienischen Verhältnissen haben. Die infizierten Ratten sterben zuhauf, die schmarotzenden Flöhe verlassen die toten Tiere und suchen neue Wirte, darunter auch den Menschen.

© RAABE 2020



Floh, Katze, Menschen: © Colourbox; Ratte: © Getty Images/JakeOlimb

Abb.: Übertragungszyklus der Pest

Die Pest ist hauptsächlich eine Zoonose der verschiedenen Nagetierarten. Die direkte Infektion erfolgt meist perkutan durch einen Flohbiss, wobei hier der Rattenfloh *Xenopsylla cheopis* die Hauptrolle spielt. Nachdem der Floh das Blut eines infizierten Tieres in seinen Vormagen aufgenommen hat, vermehrt sich das *Yersinia*-Bakterium dort um ein Vielfaches. Beim erneuten Biss des Flohs erbricht das Insekt eine große Menge der Bakterien in die Bisswunde des Opfers. *Yersinia pestis* ist ein fakultativ intrazelluläres Bakterium, das sich mithilfe bestimmter Proteine in den Wirtszellen einnisten kann. Dies ermöglicht eine weite Verbreitung im Körper des Wirts, auch in tiefere Gewebe, da Zellbarrieren überwunden werden können. Vorteil ist das so gewonnene, nährstoffreiche Habitat, welches eine bessere Vermehrung bedeutet. Doch auch der Schutzfaktor ist wichtig. Denn in den Zellen sind die Pestbakterien vor Antikörpern und Phagozyten geschützt und haben heute auch einen Teilschutz vor Antibiotika. Für *Y. pestis* ist die intrazelluläre Vermehrung zusätzlich die Voraussetzung, alle Virulenzfaktoren zu bilden, die bei der primären Infektion eines Menschen noch nicht vorhanden sind. Sind antiphagozytäre Stoffe noch nicht exprimiert, wird ein Großteil der Bakterien sofort nach der Injektion durch Granulozyten vernichtet. Daher beginnt *Y. pestis* sofort mit der Invasion von nicht aktivierten Fresszellen und Epithelzellen, um sich dort unter Bläschen- und Pustelbildung zu vermehren. Die optimale Virulenz wird bei 37 °C voll entfaltet. Es bilden sich eine schützende Kapsel und Invasionsproteine. Anschließend gelangen die Bakterien vom Lymphsystem in die lokalen Lymphknoten. Diese schwellen aufgrund einer vermehrten Bildung von Leukozyten an, entzünden sich und eitern. Daraus entstehen die für die Beulenpest namensgebenden Symptome, da die entzündeten Lymphknoten zu äußerst schmerzhaften Pestbeulen von bis zu zehn Zentimetern Größe anschwellen. Diese können als Geschwüre zerfallen, oder spontan nach außen aufbrechen. Der Pestkranke entwickelt ein schweres Krankheitsgefühl, das von hohem Fieber, Kopfschmerzen, Gliederschmerzen, Schüttelfrost und Schwindel begleitet wird. Die Vermehrung der Bakterien wird in dieser Phase durch Virulenzfaktoren, die die Abwehrkräfte der Zellen senken, stark vorangetrieben. Sobald die Lymphknoten durch die Pestbakterien überlastet sind, bricht die körperliche Immunabwehr zusammen. Es kommt zum Einbruch der Bakterien in die Blutbahn. Daraus resultiert eine Sepsis. Nach und nach werden alle Organe befallen. Durch die Verteilung im Blut gelangen die Bakterien in den kleinen Blutkreislauf und damit in die Lunge. Eine Lungenpest ist die Folge. Der Pestkranke entwickelt eine Bronchitis, dann eine Lungenentzündung mit großer Atemnot. In diesem späteren Stadium vermehren sich immer mehr Bakterien extrazellulär. Bei hoher Erregerkonzentration im Blut kommt es zu Verklumpungen, und es werden immer mehr Gerinnungsfaktoren, z. B. Fibrinogen verbraucht. Da aufgrund der erhöhten Ausschüttung nur noch geringe Mengen an Gerinnungsfaktoren im Blut des Erkrankten vorhanden sind, kann der Körper immer schlechter Blutungen stillen. Dies verursacht ein schweres

Krankheitsbild mit Hämorrhagien auf der Haut und in den übrigen Organen und stellt eine lebensbedrohende Situation dar. Die Haut verfärbt sich schwarz und stirbt ab, vor allem an Fingern, Zehen und Nase. Die Bezeichnung „Schwarzer Tod“ für die Pest ist auf diese Symptome zurückzuführen. Im Endstadium ist das Herz nicht mehr in der Lage, genügend Blut in den Körper zu pumpen. Es kommt zu einer Herzschwäche mit Kreislaufversagen, welches letztlich zum Tod führt.

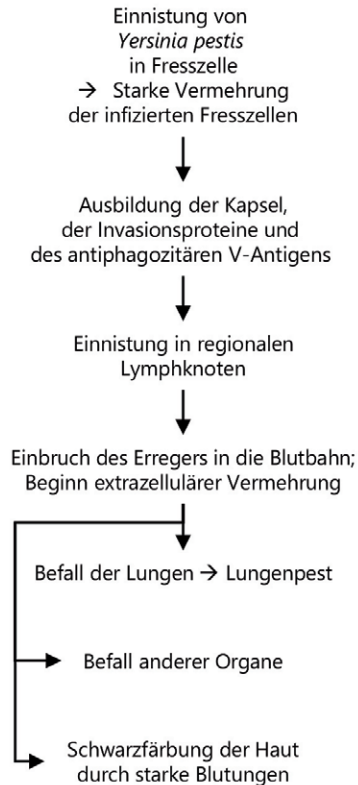


Abb.: Krankheitsverlauf und Stadien der Pest



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Genetik: Die Pest

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

