

ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAPHICA

Editor: G. WOLF

E 328/1960

Staphylococcus aureus — syn.:
Micrococcus pyogenes
Vermehrung und Koloniebildung

GÖTTINGEN 1973

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Staphylococcus aureus — syn.:
Micrococcus pyogenes
Vermehrung und Koloniebildung

W. MÜNKER, Gießen

Begleitveröffentlichung von W. SCHARMANN, Gießen

Allgemeine Vorbemerkungen¹

Bedeutung von Staphylococcus aureus

Staphylokokken sind grampositive, unbewegliche, kugelförmige Bakterien von etwa 1 μm Durchmesser, die im Wundsekret als haufenförmige Bakterienansammlungen angetroffen werden (daher der Name: staphyle (griech.) = Weintraube, coccus = Beere). Staphylokokken sind schon seit langem — sie wurden erstmals 1871 von v. RECKLINGHAUSEN erwähnt — als ubiquitär vorkommende Erreger eitriger Infektionen von Mensch und Tier bekannt. Ebenso häufig wie die pathogenen kommen aber auch apathogene, saprophytär lebende Arten vor. Früher wurden die Krankheitserreger von den Saprophyten aufgrund des Pigmentes, das die Kolonien auf Agar bilden, unterschieden. Die meist gelb gefärbten Kolonien der pathogenen Keime wurden als *Staphylococcus aureus* (aureus (lat.) = golden), die weißen der harmlosen Arten als *Staphylococcus albus* (albus = weiß) bezeichnet. Da die Pigmentbildung für die Taxonomie jedoch nicht genügend Zuverlässigkeit bietet, ist man später von dieser Einteilung wieder abgekommen, wenn auch der Name *S. aureus* für die pathogenen Staphylokokken beibehalten wurde. Die Bestimmung der pathogenen Arten erfolgt heute durch den Nachweis der Bildung von Koagulase und die Vergärung von Mannit. Koagulase ist ein Produkt der Staphylokokken, das Plasma zur Gerinnung bringt.

¹ Angaben zum Film und kurzgefaßter Filminhalt (deutsch, englisch, französisch) s. S. 6 u. 7.

Dennoch beruht die Pathogenität der Staphylokokken mit Sicherheit nicht allein auf der Koagulase-Bildung, sondern auch noch auf einer Reihe anderer Faktoren, die bisher nur teilweise erforscht sind. Zu den mutmaßlichen Pathogenitätsfaktoren zählen vor allem die Toxine und Enzyme, die von *S. aureus* produziert werden. Neben den Hämolytinen — auf die später noch näher eingegangen werden wird — sind vor allem die verschiedenen Enterotoxine (Erbrechen und Durchfall bewirkend) und das Leukozydin (ein spezifisch Leukozyten schädigendes Toxin) sowie Hyaluronidase, Lipase und Staphylokinase anzuführen. Für die Virulenz eines Stammes ist es weiterhin von Bedeutung, ob er von der körpereigenen Abwehr — vor allem durch Phagozytose — unschädlich gemacht werden kann oder sich im Wirtsorganismus ungestört zu vermehren vermag. Die Reaktion des Wirtes scheint überhaupt eine entscheidende Rolle für das Haften und den Verlauf einer Staphylokokkeninfektion zu spielen, da mit Stämmen, die nachweislich schwere Erkrankungen oder sogar Todesfälle verursachten, relativ gefahrlos im Labor gearbeitet werden kann, selbst wenn besondere Vorsichtsmaßnahmen nicht eingehalten werden.

Seit Einführung der Antibiotika haben viele der früher gefürchteten Krankheitserreger (wie z.B. Streptokokken, Pneumokokken) ihren Schrecken verloren. Die Bedeutung der Staphylokokken hat jedoch seither eher noch zugenommen. Besonders in Krankenhäusern persistieren Antibiotika-resistente Staphylokokkenstämme, die hartnäckige Lokalinfektionen oder sogar Septikämien hervorrufen können. Bei Kühen sind diese resistenten Staphylokokkenstämme eine häufige Ursache von Euterentzündungen — der hierdurch bedingte Milchausfall führt jährlich zu bedeutenden wirtschaftlichen Verlusten.

Die Staphylokokken — Hämolytine (Hämotoxine)

Wie schon erwähnt, bilden Staphylokokken verschiedene Toxine, welche Blutzellen zerstören (hämolisieren). In letzter Zeit ist es gelungen, die in ihren physikalischen Eigenschaften (Molekulargewicht, isoelektrischer Punkt) sehr ähnlichen Hämolytine voneinander zu trennen und in reiner Form zu gewinnen, so daß ihre spezifische Wirkung untersucht werden konnte (WADSTRÖM and MÖLLBY [5]).

Es lassen sich vier verschiedene, hämolytisch wirkende Substanzen unterscheiden, die als α -, β -, γ - und δ -Hämolytin bezeichnet werden. Das α -Hämolytin ist eines der am eingehendsten untersuchten Bakteriengifte überhaupt. Außer den Erythrozyten verschiedener Tierarten (vor allem Kaninchen, Maus, Hund, Schwein, Schaf, Rind) lysiert es auch Leukozyten (Kaninchen, Maus, Mensch) und Thrombozyten (Mensch, Kaninchen), verursacht Hautnekrosen und schädigt eine Reihe von Zellkulturen. Das Toxin wirkt letal auf alle Säuger

einschließlich des Menschen. Eine Dosis von 60 µg/kg Körpergewicht tötet Kaninchen innerhalb von 5 Minuten. Der Wirkungsmechanismus des α-Hämolytins ist bisher noch nicht aufgeklärt worden.

Dagegen ist nachgewiesen, daß es sich beim β-Hämolytin, das vor allem Erythrozyten vom Schaf zerstört, um eine Phospholipase C (Sphingomyelinase) handelt. Das δ-Lysin hingegen hämolysiert besonders die roten und weißen Blutkörperchen des Menschen und übt eine den Detergentien ähnliche Wirkung aus.

Die Zellteilung

Der Zellteilung voraus geht die Verdoppelung des genetischen Materials. Unmittelbar danach beginnt als erstes äußeres Zeichen der Zellteilung die zytoplasmatische Membran (die innerste Schicht der Zellwand) sich zum Zellinnern hin einzustülpen. Die Zytoplasmamembran und mit ihr dann auch die übrigen Zellwandbestandteile wachsen zu einem Septum aus, das die Mutterzelle in zwei Tochterzellen teilt und das dicker als die ursprüngliche Zellwand ist. Jede Tochterzelle enthält das vollständige Genom der Mutterzelle. Bei den meisten Bakterien beginnt nun die eigentliche Zellteilung mit der Spaltung des Septums, die an der Peripherie beginnt und nach innen zu fortschreitet. Sind beide Tochterzellen vollständig voneinander getrennt, erfolgt wiederum die Verdoppelung des genetischen Materials, und der Teilungszyklus läuft von neuem ab.

Bei den Kokken und häufig auch bei älteren Kulturen anderer Bakterienarten (z. B. Bazillen oder Pasteurellen) werden die Septen nur unvollständig gespalten, so daß die einzelnen Bakterien miteinander im Zusammenhang bleiben. Kokken teilen sich in zwei senkrecht zueinanderstehenden Ebenen und bilden dadurch unregelmäßige Haufen. Bei den kettenbildenden Streptokokken findet die Teilung nur in einer Ebene statt. In flüssigen Medien können auch Staphylokokken in kurzen Ketten auftreten.

Filmbeschreibung¹

Vermehrung der Staphylococcen in der Objektträger-Kultur

2 B/Min.—30 B/Std.

Es wird gezeigt, wie aus einer einzelnen Zelle durch fortgesetzte Zellteilung eine Zellanhäufung, die makroskopisch sichtbare „Kolonie“ entsteht. Auf Agar gewachsene Staphylokokken-Kolonien messen etwa 1—2 mm im Durchmesser und sind glatt, glänzend und rund.

¹ Die *Kursiv*-Überschriften entsprechen den Zwischentiteln im Film.

Bildung der Kolonien und der Haemotoxin-Zonen auf Blutagar

30 B/Std.

Die wachsenden Bakterien scheiden Hämolsin (Hämotoxin) aus, das in den Agar diffundiert und die dort befindlichen roten Blutkörperchen zerstört (hämolyisiert). Im vorliegenden Falle wird die Bildung von α -Hämolsin demonstriert. Mit zunehmendem Wachstum der Kolonien nimmt auch die Hämolsin-Produktion zu, so daß sich die hämolytischen Höfe um die Kolonien immer mehr ausdehnen, bis sie schließlich zu einem großen Hämolyse-Bezirk zusammenfließen.

Die unvollständige Hämolyse — nur eine leichte Aufhellung des Blutagars bewirkend — geht der vollständigen Hämolyse voraus, die an der völligen Klärung des Agars erkennbar ist.

Literatur

- [1] BERNHEIMER, A. W.: Cytolytic toxins of bacteria, p. 183—212. In: S. I. Ajl, S. Kadis and T. C. Montie (eds.), *Microbial toxins*, Vol. 1. Academic Press, New York 1970.
- [2] COHEN, I. O. (Ed.): *The Staphylococci*. Wiley, New York 1973.
- [3] ELEK, S. D.: *Staphylococcus pyogenes and its relation to disease*. E. S. Livingstone, Edinburgh — London 1959.
- [4] ROGERS, H. I.: Bacterial growth and the cell envelope *Bact. Rev.* **34** (1970), 194—214.
- [5] WADSTRÖM, T., and R. MÖLLBY: Some biological properties of purified Staphylococcal hemolysins. *Toxicon* **10** (1972), 511—519.

Angaben zum Film

Das Filmdokument wurde 1960 zur Auswertung in Forschung und Hochschulunterricht veröffentlicht. Stummfilm, 16 mm, schwarzweiß, 50 m, 4½ min (Vorführgeschw. 24 B/s).

Die Aufnahmen entstanden in den Jahren 1959 und 1960. Aus dem Veterinärhygienischen und Tierseuchen-Institut der Universität Gießen (Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. E. ROOTS), Dr. W. MÜNKER. Bearbeitet und veröffentlicht durch das Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen (Direktor: Prof. Dr.-Ing. G. WOLF), Dr. K.-H. HÖFLING; Aufnahme und Schnitt: E. HEYSE, Göttingen, und Dr. W. MÜNKER, Gießen.

Inhalt des Films

Der Film zeigt in seinem ersten Abschnitt, wie aus einer einzigen Zelle von *Staphylococcus aureus* durch Zellteilung eine Kolonie heranwächst. Die Bildung hämolytischer Höfe auf Blutagar — eine Folge Hämolsin (Hämotoxin) produzierender Staphylokokken — wird im zweiten Abschnitt des Films dargestellt.

Summary of the Film

The first part of the film shows how a cell colony grows by cell division from a single cell of *Staphylococcus aureus*. The second part of the film demonstrates the formation of haemolytic areolas on blood agar as the consequence of haemolysin (haemotoxin) producing staphylococci.

Résumé du Film

Dans sa première partie le film montre comment, à partir d'une seule cellule de staphylocoque doré, il se forme une colonie par division cellulaire. La formation foyers hémolytiques sur gélose au sang — une suite de staphylocoques produisant l'hémolysine (hémotoxine) — est traitée dans la deuxième partie du film.