

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Wissenschaftlicher Film C 792/1959

Flimmerepithel

Begleitveröffentlichung von

Prof. Dr. Dr. E. HORSTMANN

GÖTTINGEN 1964

Flimmerepithel

I. Allgemeine Vorbemerkungen

Der Flimmerbesatz ist eine im ganzen Tierreich mit Ausnahme der Arthropoden weit verbreitete Zelldifferenzierung. Das einzelne Flimmerhaar besteht aus einem Cytoplasmafortsatz, der von mehreren Fibrillen in seiner ganzen Länge durchzogen wird. Die Fibrillen sind mit einer speziellen Struktur, dem Basalkorn, in der Zelle verankert und zeigen bei allen Kinocilien des Tier- und Pflanzenreiches die gleiche Grundstruktur. Ein in der Achse des Flimmerhaares gelegenes Fibrillenpaar wird von neun randständigen Einzel- oder Doppelfibrillen umgeben.

Im Gegensatz zu dem einheitlichen Aufbau aller Kinocilien ist der Ablauf des Wimperschlags nach Tempo und Richtung bei den verschiedenen Arten und Epithelien sehr unterschiedlich. Er variiert von einfachen, stereotyp wiederholten Schlägen in einer Richtung bis zu schraubigen, geißelartigen Krümmungen. Bisher fehlt es noch an Untersuchungen, die den Bewegungstyp in Beziehung setzen zu der einheitlichen neunstrahligen radiärsymmetrischen Grundstruktur der einzelnen Cilien.

Wo der Flimmerschlag einen Flüssigkeitsstrom in bestimmter Richtung erzeugt (Lufttröhre oder Kiemen der Muschel), ist er einförmig und nicht regulierbar; dient er aber der Lokomotion, so kann er wie bei den Ciliaten und Ctenophoren regulierbar, sogar umkehrbar sein. Der Wimperschlag großer, aus vielen Zellen zusammengesetzter Flimmerrasen erfolgt, ebenso wie der einer einzelnen Zelle, stets koordiniert, so daß das Bild des wogenden Kornfeldes entsteht. Lokomotion und Stofftransport sind die bekanntesten Aufgaben für flimmernde Oberflächen. Die zerstreuten Gruppen von Ependymzellen mit Flimmerbesatz in den Ventrikelwänden des Gehirns dienen der Durchmischung des Liquor cerebro-spinalis.

Der Film soll die Aufgaben des Wimperbesatzes und den Bewegungsablauf des Cilienschlages an verschiedenen Objekten demonstrieren. Gleichzeitig soll er zu einer genaueren Analyse des Flimmerschlages anregen.

Technische Daten: Die Aufnahmen wurden mit der Askania-Z-Kamera, AEG-Zeitdehner-Kamera und der Debie-Kamera bei Aufnahmefrequenzen von 24—500 Bildern pro Sekunde durchgeführt. Es handelt sich um Hellfeld-, Dunkelfeld- und Phasenkontrast-Aufnahmen

mit maximal 400facher Vergrößerung. Die im folgenden angegebenen Vergrößerungen sind, wenn nicht mit Schmalfilm aufgenommen wurde, auf Schmalfilm 16 mm umgerechnet.

II. Erläuterungen zum Film

Lokomotion durch Flimmerschlag¹⁾

(Opalina ranarum)

24 bis 120 B/s

Die ersten Aufnahmen zeigen den Wimperbesatz als Lokomotionsorgan der Ciliaten bei *Opalina ranarum*. Die Koordination der Cilien (Bild des wogenden Kornfeldes) wird bei der Betrachtung im Mikroskop durch die Opaleszenz der Flimmerhaare besonders eindrucksvoll. Am festgelegten Tier ist bei starker Vergrößerung und in Zeitdehneraufnahmen die geißelartige Bewegung der einzelnen Flimmerhaare zu erkennen. — (Vergrößerung 60- bis 90fach.)

Teilchentransport im Eileiter

(Kaninchen)

24 bis 60 B/s

Der Transport der Eizellen durch das Flimmerepithel im Eileiter wird beim Kaninchen durch aufgestreute Lycopodiumkörnchen imitiert. An die Aufnahme in Aufsicht schließt sich ein Bild des Epithels in Profilansicht an. Hierbei bewegt der Wimperschlag die in der Aufbewahrungsflüssigkeit schwimmenden Erythrocyten. Besondere Beachtung verdient, daß sich der durch Flimmerschlag bedingte Flüssigkeitsstrom in einiger Entfernung vom Flimmerrasen gegenläufig bewegt, wodurch der Tubeninhalte durchmischt wird (KNEER [3]²⁾. — (Vergrößerung 10- und 120fach.)

Teilchentransport zur Reinigung

Trachea (Taube)

16 bis 24 B/s

Die reinigende Funktion des Flimmerepithels der Atmungsorgane wird an der Trachea der Taube zunächst in Aufsicht auf die Schleimhaut der eröffneten Luftröhre gezeigt. Das Epithel wurde mit Staub eines japanischen Tuschesteines bestreut. In der Profilansicht erkennt man zwischen den Flimmerzellen sezernierende Becherzellen. — (Vergrößerung 3fach.)

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

²⁾ Siehe Literaturverzeichnis am Ende des Textes.

Durchmischung des Liquor cerebro-spinalis

Rautengrube (junge Ratte)

24 bis 50 B/s

Gruppen flimmertragender Ependymzellen durchmischen den Liquor cerebro-spinalis. In die Rautengrube einer weißen Ratte wurden einige Tuschkörnchen gebracht, deren Bewegung in Aufsicht (mit pankratischem Okular; Koppelung der Blendenöffnung) gezeigt wird. Der Liquor wird nicht in einer bestimmten Richtung, sondern in Wirbeln bewegt. In den folgenden Einstellungen sieht man den Boden der Rautengrube in Profilsicht mit einigen flimmernden Ependymzellgruppen. Die in der Flüssigkeit flottierenden Zellpartikel und Blutkörperchen zeigen die wirbelnde Strömung an, die durch den schraubigen Cilienschlag bewirkt wird. — (Vergrößerung 5- bis 10fach und 100- bis 200fach.)

Teilchentransport zur Nahrungsaufnahme

Kiemen (Muschel)

24 bis 250 B/s

Schließlich wird am Beispiel der Muschelkiemen von *Mytilus edulis* das Flimmerepithel als nahrungssammelndes Organ vorgeführt. Die mit Tuschestaub bestreuten Kiemen fördern die Partikel fließbandartig und sehr rasch. An den regelmäßigen Reihen des Flimmerepithels zeigen sich bei der benutzten Bildfrequenz sehr deutlich stroboskopische Effekte. Verschiedene Wimperformen des Kiemenepithels sind zu erkennen.

In Zeitdehneraufnahmen von der Kieme der Teichmuschel wird der Ablauf des Flimmerschlages in Ausschnitten dargestellt. Bei diesem Objekt schlagen die Flimmerhaare nicht aus einer Stellung senkrecht zur Epitheloberfläche, sondern legen sich langsam um und schlagen rasch bis zur Lotrechten nach oben. — (Vergrößerung 20- bis 60fach.)

Literatur

- [1] ALVERDES F., Spezielle Physiologie der Flimmer- und Geißelbewegung. In: Handb. norm. u. path. Physiol., 8/1, (1925), S. 57.
- [2] GRAY, J., Ciliary movement. Cambridge 1928.
- [3] KNEER, M. u. H. CLESS, Flimmerung und Strömung im menschlichen Eileiter. Geburtsh. u. Frauenheilk. 11 (1951), S. 233.