

Zeitrafferfilmanalyse der Embryonalentwicklung in vitro der vivipar paedogenetischen Gallmücke *Heteropeza pygmaea*

Doctoral Thesis

Author(s):

Went, Dirk Frederik

Publication date:

1972

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000085794>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Zeitrafferfilmanalyse der Embryonalentwicklung
in vitro der vivipar paedogenetischen Gallmücke
Heteropeza pygmaea

Abhandlung

zur Erlangung der Würde eines
Doktors der Naturwissenschaften
der

Eidgenössischen Technischen Hochschule
Zürich



vorgelegt von

Dirk F. Went

dipl. Natw. ETH

geboren am 6. Mai 1936

niederländischer Staatsangehöriger



Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. H. Ulrich, Referent

Prof. Dr. H. Ursprung, Korreferent

Zeitrafferfilmanalyse der Embryonalentwicklung *in vitro* der vivipar paedogenetischen Gallmücke *Heteropeza pygmaea**

Dirk F. Went

Zoologisches Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

Eingegangen am 2. August / 25. November 1971

A Cinematographic Study of Embryonic Development *in vitro* of the Viviparous, Paedogenetic Gall Midge *Heteropeza pygmaea*

Summary. 1. In the paedogenetic gall midge *Heteropeza pygmaea*, embryonic growth is at the expense of maternal tissues. The possibility of culturing egg follicles *in vitro* throughout the entire period of embryonic development allowed the filming of embryogenesis. In the present paper development, growth and degeneration of egg follicles *in vitro* (at 25° C) are analysed by time-lapse film.

2. During development of the mature egg follicle up to germ band formation, the yolk globules undergo alternative periods of oscillation and rest within the yolk syncytium. During the periods of time in which the yolk globules are at rest, cleavage divisions take place. All egg follicles analysed showed 13 resting periods which corresponded to the 13 cleavage divisions. A comparison with other investigations indicates, that oscillation of the yolk globules is not required for the migration of the nuclei, but is connected with a special function of the yolk syncytium in paedogenetic gall midges.

3. From the 1st until the 6th cleavage division the average duration of the mitotic cycle decreases from 75 to 50 minutes; from the 6th until the 13th cleavage division it increases to more than 3 hours.

4. Blastokinesis, i. e. germ band extension and germ band retraction, in all probability is the consequence of autonomous movements of the germ band and not of a morphogenetic effect of the yolk syncytium.

5. Egg follicles from different preparations show varying rates of development and growth whereas egg follicles within one culture drop develop and grow with the same rate although they may not be at exactly the same stage of development.

6. In certain stages of development (cleavage, germ band retraction and dorsal closure) the increase in length of the egg follicle is discontinuous. During germ band retraction many egg follicles show up to 7 elongations and contractions, which may amount to as much as one fifth of the egg follicle length. The period of time of one elongation-contraction cycle is between $1\frac{1}{4}$ and $2\frac{3}{4}$ hours and increases by $\frac{1}{4}$ hour with each new cycle. At the same time as the egg follicle length increases, its width decreases and vice-versa, suggesting that the increase in volume is continuous.

7. Measurements of two egg follicles at the blastoderm stage revealed rhythmic fluctuations in length which amounted to no more than one fiftieth of the total egg follicle length. There may be as many as 60 such fluctuation cycles, each of which has a constant period of about 15 minutes. The endogenous process underlying these fluctuations is obscure.

8. The egg follicles which degenerate in culture are generally the smaller and less developed ones in any given preparation; however, until their sudden degeneration, they show the same rate of growth and development as the non degenerating egg follicles.

9. The extraordinary mode of paedogenetic egg development of *Heteropeza* is interpreted as a displacement of embryogenesis into oogenesis.

* Meinem verehrten Lehrer, Prof. Dr. H. Ulrich, danke ich wärmstens für die Anregung und Förderung der Arbeit. Dr. René Camenzind und meiner Frau danke ich herzlich für ihre Hilfe in mannigfaltiger Weise. Dank auch richte ich an Prof. Dr. G. Krause für eine kritische Durchsicht des Manuskripts.

Zusammenfassung. 1. Die Ausarbeitung einer Methode zur *in-vitro*-Kultur von normalerweise auf Kosten mütterlicher Gewebe wachsender Eifollikel der vivipar paedogenetischen Gallmücke *Heteropeza pygmaea* ermöglichte die Filmaufnahme ihrer gesamten Embryogenese. In der vorliegenden Arbeit werden anhand von Zeitrafferfilmen Entwicklungs-, Wachstums- und Degenerationsvorgänge der Eifollikel (bei 25° C) analysiert.

2. Während der Entwicklungsphase vom reifen Ei bis zur Keimanlagebildung wechseln Perioden mit Dotterbewegung (Schwingungen der Dotterkugeln) mit Dotterruheperioden ab. Während dieser Dotterruhephasen laufen die Furchungsmitosen ab. Sämtliche beobachteten Eifollikel weisen 13 Dotterruheperioden auf, welche 13 Teilungen entsprechen. Auf Grund eines Vergleichs mit anderen Untersuchungen wird vermutet, daß die Dotterkugelschwingungen für die Kernwanderung nicht benötigt werden, jedoch mit einer besonderen Funktion des Dotterentoplasmasystems bei paedogenetischen Gallmücken im Zusammenhang stehen.

3. Die durchschnittliche Dauer eines Mitosezyklus nimmt zuerst allmählich von 1 $\frac{1}{4}$ Std (1.—2. Furchungsteilung) auf 50 min (5.—6. Furchungsteilung) ab, und dann auf über 3 Std zu (12.—13. Furchungsteilung).

4. Die Blastokinese, bestehend aus Streckung, bzw. Kontraktion des Keimstreifs, ist aller Wahrscheinlichkeit nach auf autonome Keimstreifbewegungen und nicht auf eine morphogenetische Wirkung des Dotterentoplasmasystems zurückzuführen.

5. Entwicklungsgeschwindigkeit und Wachstumsrate verschiedener Eifollikel variieren von Präparat zu Präparat, sind jedoch innerhalb desselben Präparates sehr einheitlich.

6. Die Längenwachstumskurven der Eifollikel weisen in einzelnen Entwicklungsphasen (Furchung, Kontraktion des Keimstreifs und Rückenschluß) einen diskontinuierlichen Verlauf auf. Die Längenwachstumdiskontinuität in der Kontraktionsphase (Längenwachstum Typ a) besteht bei manchen Eifollikeln aus bis zu 7 Dehnungen, bzw. Verkürzungen, welche ein Fünftel der Eifollikellänge ausmachen können. Die Periode der Längenschwankungen des Eifollikels, eine Verlängerung plus eine Verkürzung, liegt zwischen 1 $\frac{1}{4}$ und 2 $\frac{3}{4}$ Std und nimmt jeweils um eine Viertelstunde zu. Die Breitenwachstumskurven zeigen — in der Kontraktionsphase des Keimstreifs — den gleichen periodischen Schwankungsverlauf wie die Längenwachstumskurven im gegenläufigen Sinne. Es wird deshalb angenommen, daß das Volumen der Eifollikel kontinuierlich zunimmt.

7. Bei zwei Eifollikeln im Blastodermstadium wurden kleine rhythmische Schwankungen mit konstanter Periode (Längenwachstum Typ b) gemessen. Die Längenzunahme, bzw. -abnahme beträgt maximal ein Fünftel der Gesamtlänge, die konstante Periode eine Viertelstunde und die Anzahl der Verlängerungen, bzw. Verkürzungen kann sich bis auf 60 belaufen. Es wird gefolgert, daß diese rhythmische Längenzunahme auf einem unbekanntem endogenen rhythmischen Prozess beruht.

8. Eifollikel, welche in der *in-vitro*-Kultur degenerieren, sind im allgemeinen die kleineren und damit weniger weit entwickelten aller in einem Präparat befindlichen Eifollikel. Sie zeigen jedoch bis zur plötzlich einsetzenden Degeneration die gleiche Wachstumsrate und Entwicklungsgeschwindigkeit wie die nicht degenerierenden Eifollikel.

9. Die außergewöhnliche Art der paedogenetischen Eientwicklung von *Heteropeza* wird als eine in die Oogenese vorverlegte Embryonalentwicklung gedeutet.

1. Einleitung

Die Zeitrafferfilmtechnik ist eine ausgezeichnete Hilfe beim Studium der Dynamik langsam ablaufender morphogenetischer Entwicklungsprozesse. In den letzten Jahren wurde mit dieser Methode die Embryogenese von einigen Insektenarten untersucht (*Drosophila*, Ede und Counce, 1956; *Ischnura*, Schanz, 1965; *Gryllus*, Sauer, 1966; *Smittia*, Kalthoff und Sander, 1968; *Wachtliella*, Wolf, 1969 a, b). Eine direkte Beobachtung der inneren Strukturen von Insekteneiern ist jedoch im allgemeinen nicht ohne weiteres möglich, da häufig derbe Eihüllen, sowie der relativ hohe Dottergehalt der Eier ihre Durchsichtigkeit beeinträchtigen. Die sich paedogenetisch (parthenogenetisch in der sog. Mutterlarve) entwickelnden