

**Zeitschrift:** Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche

**Band:** 22 (1966)

**Artikel:** Development of enzyme patterns in the embryo

**Autor:** Løvtrup, S.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-307634>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 19.10.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## **Development of enzyme patterns in the embryo**

by S. LØVTRUP, Göteborg

Embryogenesis is composed of a number of growth and differentiation processes. Each of these is associated with the synthesis of various chemical substances, e.g. nucleic acids, enzymes, structural proteins, etc. By following the synthesis of such compounds one may get information about the extent and the timing of some of these many processes. Through correlation with the morphogenetic events one may get some insight in the embryogenetic mechanisms. Before this can be achieved it is necessary, however, to analyse the problem in order to determine with which of the many processes any one of the various chemical entities may be correlated.

As regards growth it is necessary to distinguish between two different kinds, viz., growth of the organism and growth of the individual cells. The growth of the embryo may be related by the increase in cell number, and can thus be measured by the increase in the DNA content. Cell growth may occur merely by uptake of water, but it can also be associated with synthesis of new cytoplasm. Since the cytoplasm is compartmentalised into various fractions, mitochondria, lysosomes, microsomes, and supernatant, it will be possible by studying substances representative for any of these fractions to follow separately the growth of each fraction. If two or more substances from the same fraction do not follow the same pattern we may infer that differentiation occurs with respect to the particular fraction.

Differentiation can also be separated in two phases, primary and secondary differentiation. The primary differentiation can be shown to be concerned with segregation of the original cell type into cells of four different classes. The processes involved may be called cell transformations. It appears that two different cell transformations exist, the four different cell types thus represent cells which have gone through none, either one or both transformations. The original cell type may be called amoebocyte, the two one-step transformed cells epitheliocyte and mechanocyte (fibrocyte), the double-transformed cell mechano-epitheliocyte (mesothel).

The two transformations are obviously differentiation processes, and as such they must be associated with synthesis of specific proteins. It seems that epitheliocytes are characterized by the synthesis of acetylcholine esterase, mechanocytes by the formation of alkaline phosphatase. The process of cell transformation or primary differentiation may thus be followed by measurements of these two enzymes.

The secondary, functional or histological differentiation must be associated with the synthesis of a great variation of tissue specific enzymes. In some cases the specificity is complete, which implies that the enzyme is found only in one tissue, e.g. trypsin in the gut; in other cases the specificity is reflected only by the relative large concentration of the enzyme, e.g., acetylcholine esterase in the nervous system, alkaline phosphatase in the gut. The secondary phase of differentiation can thus also be followed by enzyme determinations. (Cp. annexe: The Chemical Basis of Sea Urchin Embryogenesis, p. 201.)

### *Zusammenfassung*

Während der Embryogenese gibt es Wachstums- und Differenzierungsvorgänge, die mit der Biosynthese verschiedener chemischer Substanzen, z. B. Nucleinsäuren, oder der Bildung von Enzymen und Proteinen in Beziehung stehen. Die Analyse dieser biosynthetischen Prozesse erlaubt Rückschlüsse auf den Umfang und Zeitablauf von einigen der zahlreichen Syntheseschritte. Die Korrelation mit der morphogenetischen Entwicklung ermöglicht Einblicke in die embryogenetischen Mechanismen. Zuvor muß jedoch geklärt werden, mit welcher Wachstums- oder Differenzierungsphase jedes einzelne der verschiedenen Syntheseprodukte zu korrelieren ist.

Beim Wachstum muß zwischen dem des Organismus und dem der einzelnen Zelle unterschieden werden. Das Wachstum des Embryos kann mit der Zunahme der Zellzahl in Beziehung gesetzt und auf Grund des entsprechend vermehrten Gehaltes an Desoxyribonucleinsäure (DNS oder DNA) gemessen werden. Das Zellwachstum kann auf Wasseraufnahme beruhen, oder auch mit der Synthese von neuem Cytoplasma einhergehen. Da im Cytoplasma verschiedene Komponenten enthalten sind, Mitochondrien, Lysosomen, Mikrosomen und Supernatant, können durch die Untersuchung der isolierten Fraktionen jeder einzelnen bestimmte Wachstumsvorgänge zugeordnet werden. Wenn zwei oder mehrere Substanzen in einer definierten Fraktion nicht demselben Syntheschema folgen, kann geschlossen werden, daß in der betreffenden Cytoplasmafraktion eine Differenzierung abläuft.

Die embryonale Differenzierung verläuft in zwei Phasen. Die primäre Differenzierung ist durch die Teilung der ursprünglichen Zellen in vier verschiedene Zelltypen nachzuweisen. Dieser Vorgang wird als Zelltransformation bezeichnet, von der es zwei verschiedene Formen zu geben scheint. Die vier verschiedenen Zelltypen stellen Zellen dar, die entweder keine, eine, oder beide Transformationen durchgemacht haben. Der Originalzelltyp wird Amöbocyt genannt. Die beiden durch eine einfache Transformation daraus entstandenen Zellen werden Epitheliocyt und Mechanocyt (Fibrocyt), die durch doppelte Transformation gebildeten Zellen werden Mechanoepitheliocyten (Mesothelzellen) bezeichnet.

Die beiden Transformationen sind offensichtlich Differenzierungsvorgänge und müssen daher mit der Biosynthese spezifischer Proteine zusammenhängen.

Sehr wahrscheinlich können die Epithelocyten durch die in ihnen ablaufende Synthese von Acetylcholinesterase und die Mechanocyten durch die Bildung alkalischer Phosphatase charakterisiert werden. Der Vorgang der Zelltransformation, also die primäre Differenzierung, kann durch die quantitative Bestimmung dieser beiden Enzyme verfolgt werden.

Die sekundäre, funktionelle oder histologische Differenzierung muß mit der Biosynthese einer Vielzahl von gewebsspezifischen Enzymen in Zusammenhang gebracht werden. In einigen Fällen ist die Spezifität so vollkommen, daß die Enzyme ausschließlich in einem einzigen Gewebe gefunden werden. z. B. Trypsin nur im Darm. In anderen Fällen zeigt sich die Spezifität lediglich in der relativ hohen Konzentration eines Enzyms, z. B. Acetylcholinesterase im Nervensystem, alkalische Phosphatase im Darm. Dadurch wird es möglich auch die sekundäre Phase der Differenzierung durch quantitative Enzymanalysen zu verfolgen. (Siehe auch: *The Chemical Basis of Sea Urchin Embryogenesis*, S. 201.)

### *Résumé*

L'embryogénèse se compose de différents processus de croissance et de différenciation. Chacun de ceux-ci est basé sur la synthèse de diverses substances chimiques, par exemple, d'acides nucléiques, d'enzymes, de protéines, etc. En étudiant la synthèse de ces composés, on peut se faire une idée de l'ampleur et de la chronologie de quelques-uns de ces phénomènes, et en les rapprochant des modifications morphogénétiques, on peut avoir quelque aperçu du mécanisme embryogénétique. Toutefois, il est nécessaire d'analyser auparavant les différents aspects du problème pour pouvoir se rendre compte des relations qui peuvent exister entre les diverses substances chimiques qui apparaissent et les processus qui se développent.

En ce qui concerne la croissance, il est nécessaire de faire la distinction entre deux types: la croissance de l'organisme entier et celle de la cellule individuelle. La croissance de l'embryon est en relation avec l'augmentation du nombre de cellules et peut être mesurée par l'augmentation de la teneur en DNA (acide désoxyribonucléique). La croissance de la cellule peut se faire par accumulation d'eau, mais essentiellement par synthèse de cytoplasme. Comme ce dernier est constitué de différents composants (mitochondries, lysosomes, microsomes, surnageants), il est possible, en étudiant les substances caractéristiques de chacune de ces fractions, de suivre séparément l'accroissement de chacune d'elles. Si deux ou plusieurs substances d'une même fraction ne suivent pas le même schéma, nous pouvons admettre qu'une différenciation a eu lieu quant à cette fraction particulière.

La différenciation peut également se résoudre en deux phases, une différenciation primaire et une secondaire. La différenciation primaire consiste en une ségrégation des cellules originales en quatre types de cellules différentes; ce processus est appelé transformation cellulaire. Il semble qu'il y ait deux sortes de transformation et que les quatre types cellulaires qui en

résultent représentent des cellules, qui ont subi soit aucun, soit l'un seulement, soit les deux genres de transformation. La cellule originale est appelée amœbocyte, les deux types de cellules qui n'ont été soumises qu'à une transformation: épithéliocyte et mécanocyte (fibrocyte), la cellule ayant subi les deux genres de transformation: mécanoépithéliocyte (cellule mésenchymale).

Les deux transformations sont apparemment des processus de différenciation, et comme tels, sont liés à la synthèse de protéines spécifiques. Il semble que l'épithéliocyte soit caractérisé par la synthèse d'acétylcholine-estérase, les mécanocytes par celle de phosphatase alcaline. Le processus de transformation cellulaire ou différenciation primaire peut ainsi être suivi par la détermination quantitative de ces deux enzymes. La différenciation secondaire, fonctionnelle ou histologique est également liée à la synthèse de nombreux autres enzymes spécifiques. Dans certains cas, la spécificité est complète, ce qui veut dire qu'on ne trouve cet enzyme que dans un tissu déterminé, par ex. la trypsine dans l'intestin; dans d'autres cas, la spécificité se manifeste seulement par une concentration élevée de l'enzyme, par ex. l'acétylcholine-estérase dans le système nerveux, la phosphatase alcaline dans l'intestin. La seconde phase de différenciation peut donc être suivie également par des dosages enzymatiques. (Voir aussi: *The Chemical Basis of Sea Urchin Embryogenesis*, p. 201.)

### *Riassunto*

L'embriogenesi è composta da una serie di processi di sviluppo e differenziazione che stanno in rapporto con la sintesi di diverse sostanze chimiche come per esempio gli acidi nucleinici, gli enzimi, le proteine, ecc. Seguendo la sintesi di tali composti chimici si ottengono informazioni sulla dimensione e sul tempo riguardanti alcuni di questi numerosi processi. Mediante correlazione con gli sviluppi morfogenetici si può farsi un'idea dei meccanismi embriogenetici. Prima di assumersi questo compito bisogna però cercare di chiarire con quali di questi numerosi processi sia da mettere in correlazione ognuna di queste entità chimiche differenti.

Per quanto riguarda lo sviluppo bisogna distinguere tra lo sviluppo dell'organismo e quello delle cellule singole. Lo sviluppo dell'embrione può essere messo in relazione con l'aumento del numero cellulare e di conseguenza essere misurato basandosi sull'aumento del contenuto di acido desossiribonucleinico (DNS oppure DNA); la crescita cellulare può essere causata dall'assorbimento di acqua ma anche essere in correlazione con la sintesi di nuovo citoplasma. Dato che il citoplasma è suddiviso in diverse frazioni come mitocondri, lisosomi, microsomi e cosiddetti «Supernatantia» è possibile di seguire separatamente lo sviluppo di ciascuna di esse mediante lo studio di tutte queste frazioni. Quando due o più sostanze della stessa frazione non seguono lo stesso schema, si può concluderne che nell'ambito di questa frazione inizia una differenziazione.

Inoltre si può dividere la differenziazione in due fasi: una fase primaria ed una secondaria.

La differenziazione primaria si può dimostrare mediante scissione della cellula originale in cellule appartenenti a quattro classi differenti. Questo processo può essere denominato trasformazione cellulare. Sembra che esistano due sorte differenti di trasformazione cellulare. I quattro tipi di cellule sopracitate rappresentano delle cellule che, o non hanno subito alcuna trasformazione, oppure una o anche entrambe le trasformazioni. La cellula originale può essere chiamata amebocita, le due cellule ottenute mediante trasformazione semplice, epitelocita o mecanocita (fibrocita), quelle ottenute mediante trasformazione doppia, mecano-epitelocita (mesotelio).

Le due trasformazioni sono evidentemente dei processi di differenziazione e come tali devono essere messe in rapporto con la sintesi di proteine specifiche. Sembra che gli epitelociti siano caratterizzati dalla sintesi di esterasi dell'acetilcolina, i mecanociti dalla formazione di fosfatasi alcalina. Si può perciò seguire il processo della trasformazione cellulare oppure differenziazione primaria mediante determinazione quantitativa di questi due enzimi.

La differenziazione secondaria, funzionale o istologica, deve essere messa in relazione con la sintesi di enzimi tessuto-specifici di natura molto varia. In certi casi la specificità è perfetta. Ciò significa che gli enzimi si trovano solamente in un tessuto unico (per esempio la tripsina nell'intestino); in altri casi la specificità si riconosce dalla concentrazione relativamente alta di un enzima (per esempio l'esterasi dell'acetilcolina nel sistema nervoso, l'esterasi alcalina nell'intestino). Anche la fase secondaria della differenziazione può essere seguita mediante la determinazione degli enzimi. (Vede anche: *The Chemical Basis of Sea Urchin Embryogenesis*, p. 201.)

Adress: Prof. Dr. S. Løvtrup, Faculty of Medicine, Department of Histology, Medicinar Gatan 5, Göteborg C.