

MONOCULAR MICROSCOPE.
A, Eye-piece; *B*, Object glass; *C*, Screw to focus tubes;
D, Mirror to reflect light on object to be examined.

Η κυτταρική θεωρία & η ανάπτυξη της κυτταρολογίας

Ιστορία της
 Βιολογίας
 Μάθημα 10

Σταύρος Ιωαννίδης,
 ΙΦΕ / ΕΚΠΑ

Η κυτταρική θεωρία

-Για τους βιολόγους του **2ου μισού του 19^{ου} αιώνα**, το κύτταρο αποτέλεσε το **κλειδί** για όλα τα βιολογικά προβλήματα.

-> όλες οι ζωτικές **λειτουργίες** (**μεταβολισμός, ανάπτυξη, αναπαραγωγή, κληρονομικότητα**) μπορούσαν να θεωρηθούν ως **κυτταρικές δραστηριότητες** -ως δραστηριότητες που συμβαίνουν μέσα στα κύτταρα.

-> το κύτταρο ως η καθολική **δομική & λειτουργική μονάδα**

Η ιστορία του 'κυττάρου' 1665 - 1880

-ο όρος 'cell' είναι παραπλανητικός, αφού μέχρι τα **τέλη του 19^{ου} αιώνα**, οι βιολόγοι είχαν πλέον αναγνωρίσει ότι το κύτταρο **δεν ήταν** μια **κούφια κάμαρα** που περιβαλλόταν από στέρεα τοιχώματα.

-η λέξη 'cell' προέρχεται από τις μικροσκοπικές παρατηρήσεις του **φελλού** από τον **Robert Hooke** (1635–1703)

-ο **Hooke** ήταν ένας από τους μεγαλύτερους **πειραματιστές και εφευρέτες** του 17^{ου} αιώνα

-ως ένα εκ των **ιδρυτικών μελών** της Royal Society (ιδρύθηκε το 1662), στα καθήκοντά του ήταν να διεξάγει 2 ή 3 πειράματα για τις εβδομαδιαίες συναντήσεις της εταιρείας, το οποίο και έκανε για 40 χρόνια, κατασκευάζοντας ο ίδιος πολλά από τα όργανα για τα πειράματα.

-Ανάμεσα σε άλλα επιτεύγματα, ασχολήθηκε με την ουράνια μηχανική, εφηύρε την αντλία κενού που χρησιμοποίησε ο Boyle, και επινόησε έναν πρόδρομο του σπειροειδούς ελατηρίου του σύγχρονου ρολογιού

Η ιστορία του ‘κυττάρου’ 1665 - 1880

-το 1665, ο Hooke δημοσίευσε το ‘**Micrographia** or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies made by Magnifying Glasses’

-> πρόκειται για μια μεγάλη συλλογή δοκιμίων για ποικίλες παρατηρήσεις: πχ τη δομή του υφάσματος, τη λεπτομερή μορφολογία της σκνίπας, τη δομή λεπτών φετών φελλού

-> ο σκοπός του ήταν να κατανοήσει ‘the lightness and yielding quality of the Cork’

-υποψιάστηκε ότι πρέπει να είναι **πορώδης**

-> με το σύνθετο μικροσκόπιο που ο ίδιος κατασκεύασε, μπόρεσε να παρατηρήσει ότι:

‘the substance of Cork is altogether fill’d with Air, and that that Air is perfectly enclosed in little Boxes or **Cells** distinct from one another. It seems very plain . . . why the pieces of Cork become so good floats for Nets and stopples for Viols, or other close Vessels’

-ο Hooke χρησιμοποίησε την λέξη ‘cells’ (στα λατινικά cella = μικρό δωμάτιο) για να περιγράψει τους θαλάμους των νεκρών κυττάρων του φελλού, και υπολόγισε ότι υπάρχουν περισσότεροι από ένα εκατομμύριο ανά τετραγωνική ίντσα.

MICROGRAPHIA:

OR SOME

Physiological Descriptions

OF

MINUTE BODIES

MADE BY

MAGNIFYING GLASSES

WITH

OBSERVATIONS and INQUIRIES thereupon.

By R. HOOKE, Fellow of the ROYAL SOCIETY.

*Non possis oculo quantum contendere Linceus,
Non tamen idcirco contempnas Lippus inungi.* Horat. Ep. lib. 1.



LONDON, Printed by Jo. Martyn, and Ja. Allestry, Printers to the
ROYAL SOCIETY, and are to be sold at their Shop at the Bell in
S. Paul's Church-yard. M DC LX V.

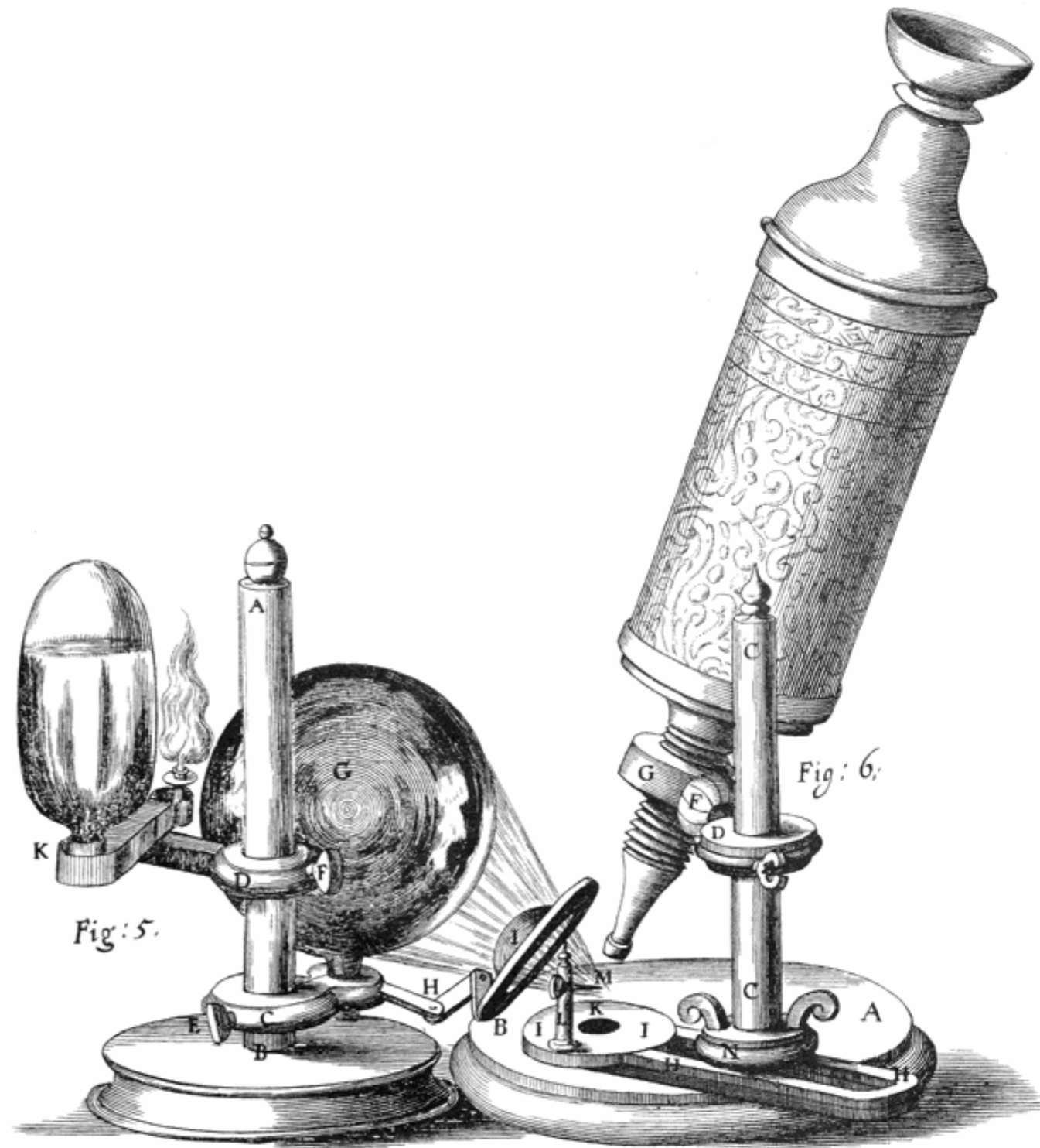


Fig: 1.

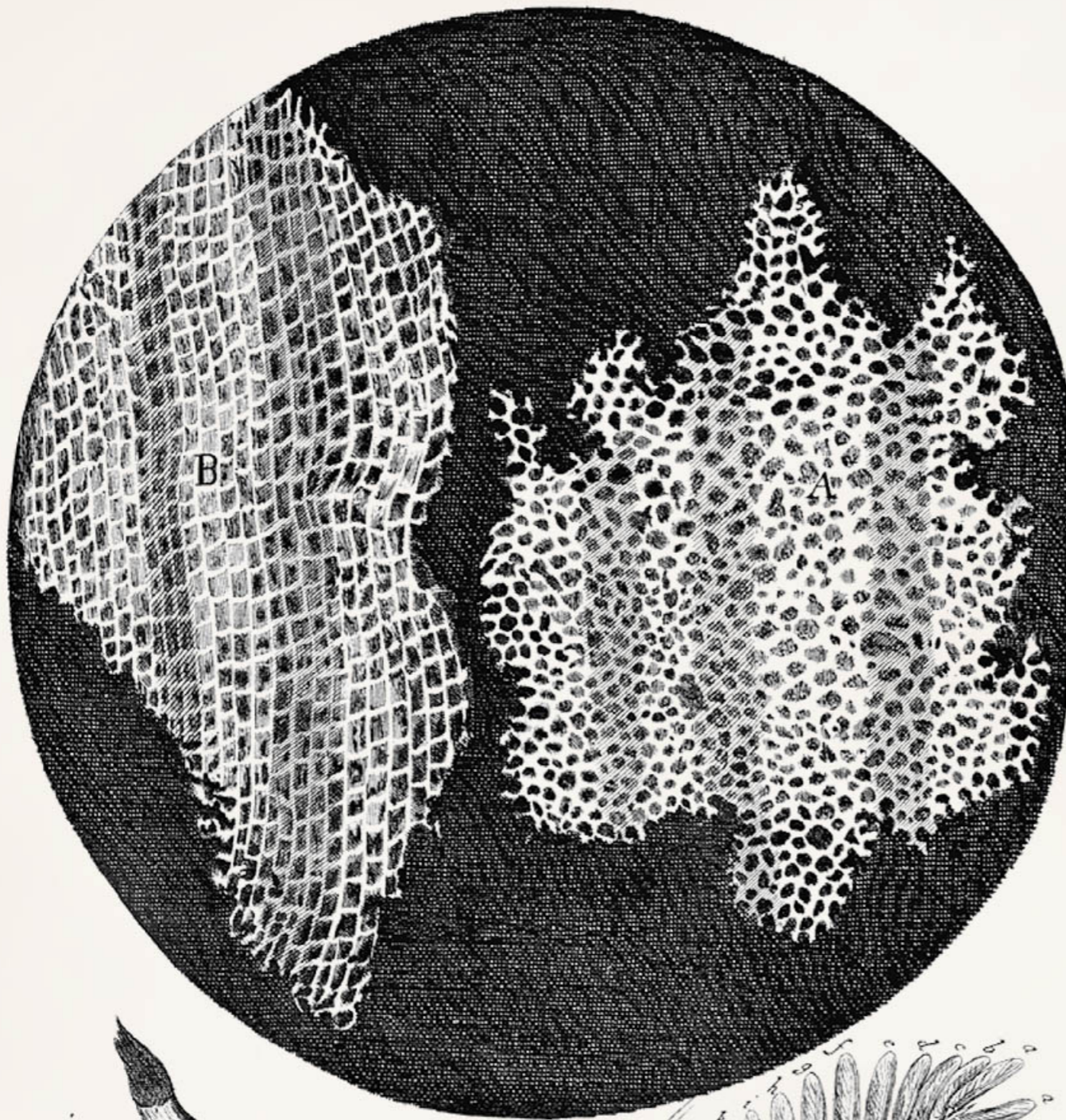
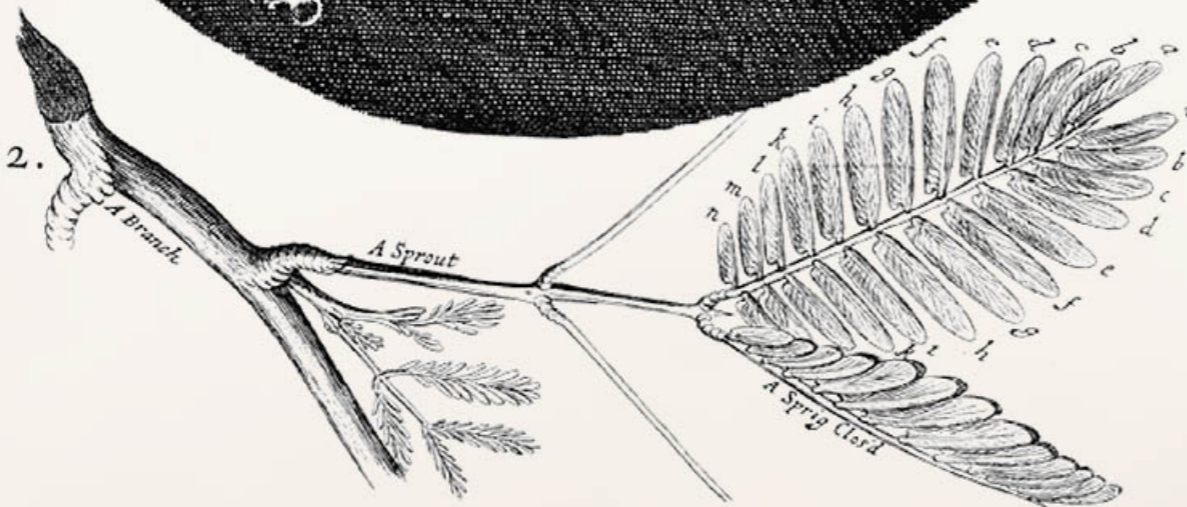
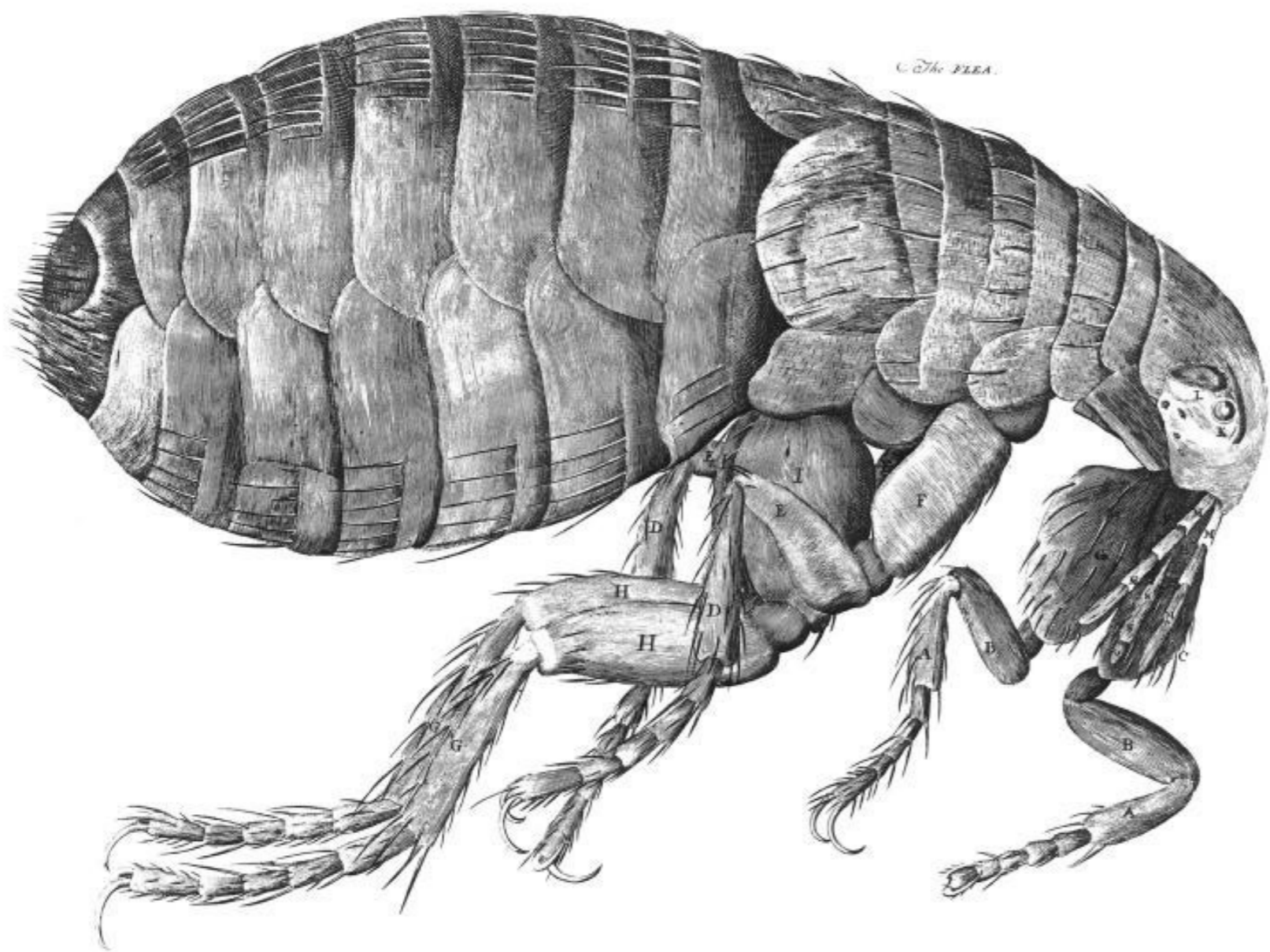


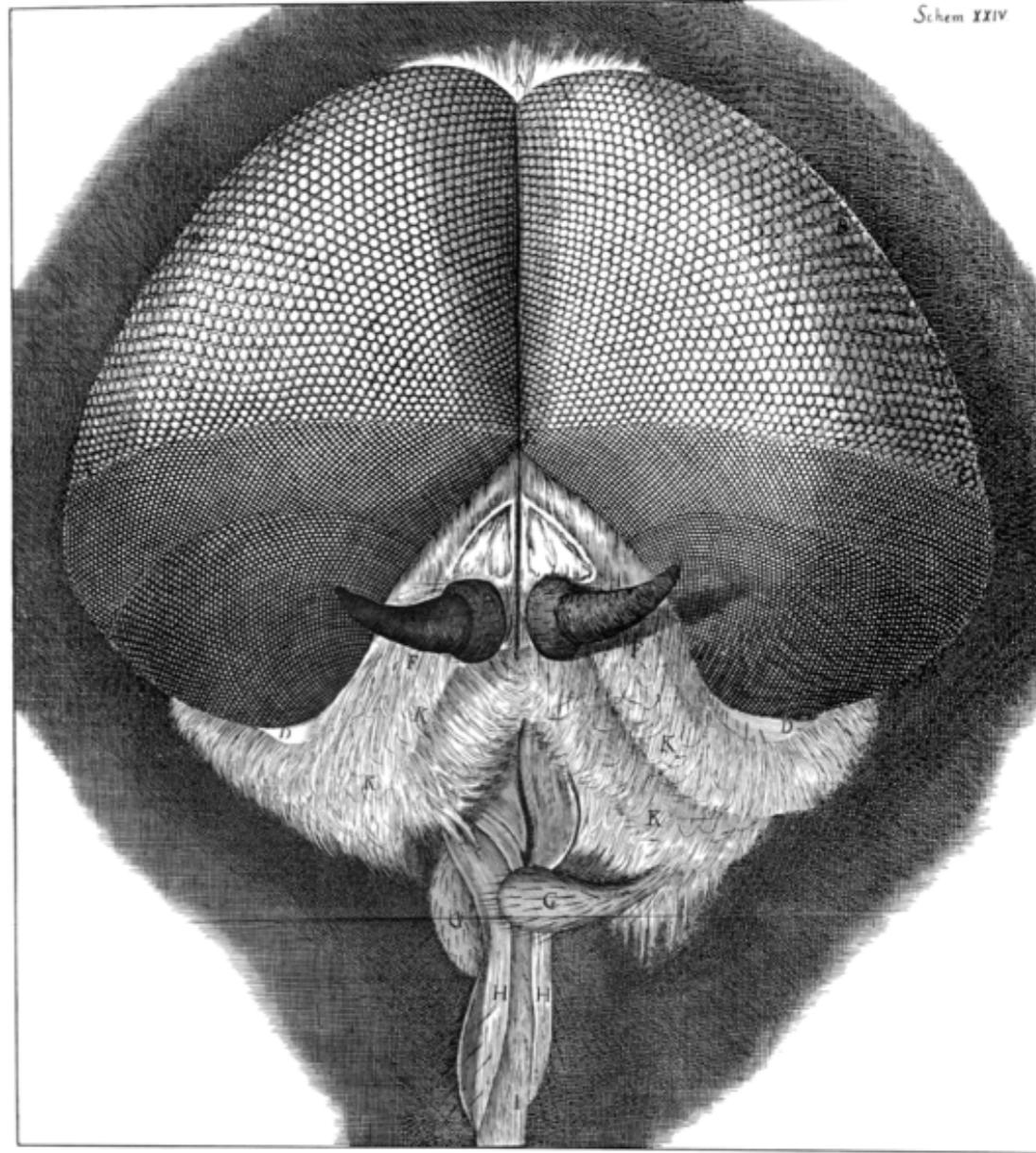
Fig: 2.



Αριστερά: Fig. 1 'κύτταρα' φελλού
Πάνω: Το μικροσκόπιο του Hooke



C. The Flea.



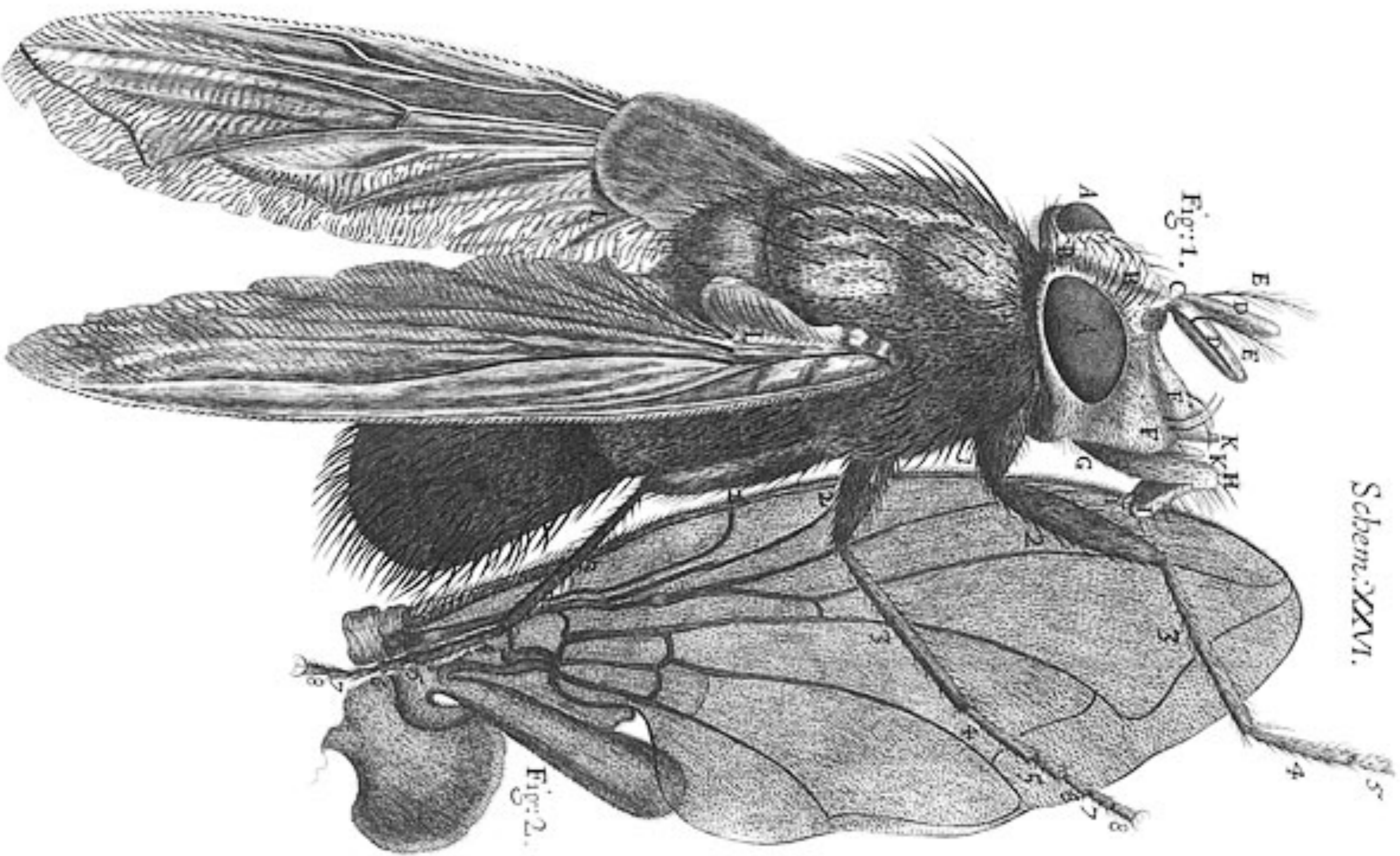


Fig: 1.

Fig: 2.

Scbem. xxx II

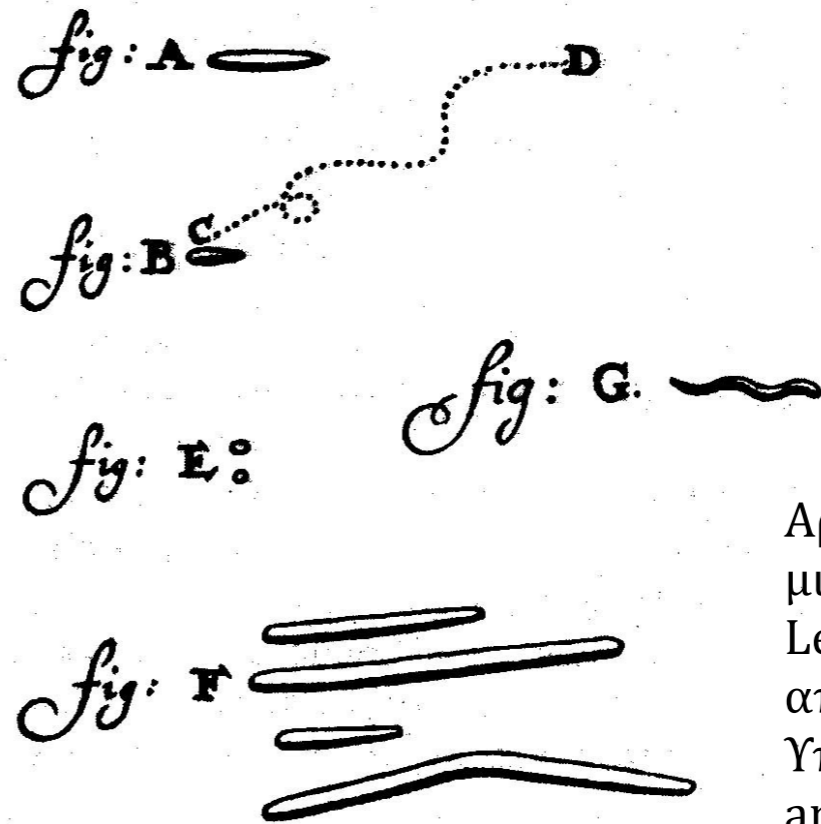


Η ιστορία του 'κυττάρου' 1665 - 1880

- η λέξη 'cell' δεν χρησιμοποιείται συχνά κατά τη διάρκεια του 17^{ου} και του 18^{ου} αιώνα
- από όσους χρησιμοποιούν το μικροσκόπιο κατά τον 17^ο και 18^ο αιώνα, ξεχωρίζει ο **Anthony Leeuwenhoek** (1632–1723), ο οποίος μελετά πολυάριθμα **μικρόβια**, καθώς και τη μικροανατομία φυτών και ζώων
- χρησιμοποιώντας ένα απλό μικροσκόπιο, ανακάλυψε τα **σπερματοζωάρια**, και θεώρησε ότι είδε στο ανθρώπινο σπερματοζωάριο τον **homunculus**, τον οποίο είχαν υποθέσει οι οπαδοί του **προσχηματισμού**
- κατά τη διάρκεια του 18^{ου} αιώνα χρησιμοποιούνται και άλλες λέξεις για τα συστατικά μέρη φυτών και ζώων (πχ 'utricles', 'vesicles', και 'globules')
- η χρήση του όρου 'cell' θα **γενικευτεί στις αρχές του 19^{ου} αιώνα**, όταν και τα κύτταρα θεωρούνται, όπως ακριβώς υποδηλώνει ο όρος, ως **δομικά στοιχεία μόνο**, κυριολεκτικά ως μικρά κελιά
- το σημαντικό μέρος φαινόταν να είναι το κυτταρικό **τοιίωμα**
- > το περιεχόμενο του κυττάρου θεωρούνταν ως ένα **ανοργάνωτο ρευστό**, ή ένα **ομοιογενές** κολλώδες υλικό, χωρίς **κανένα ίχνος οργάνωσης**, ινών, ή μεμβρανών

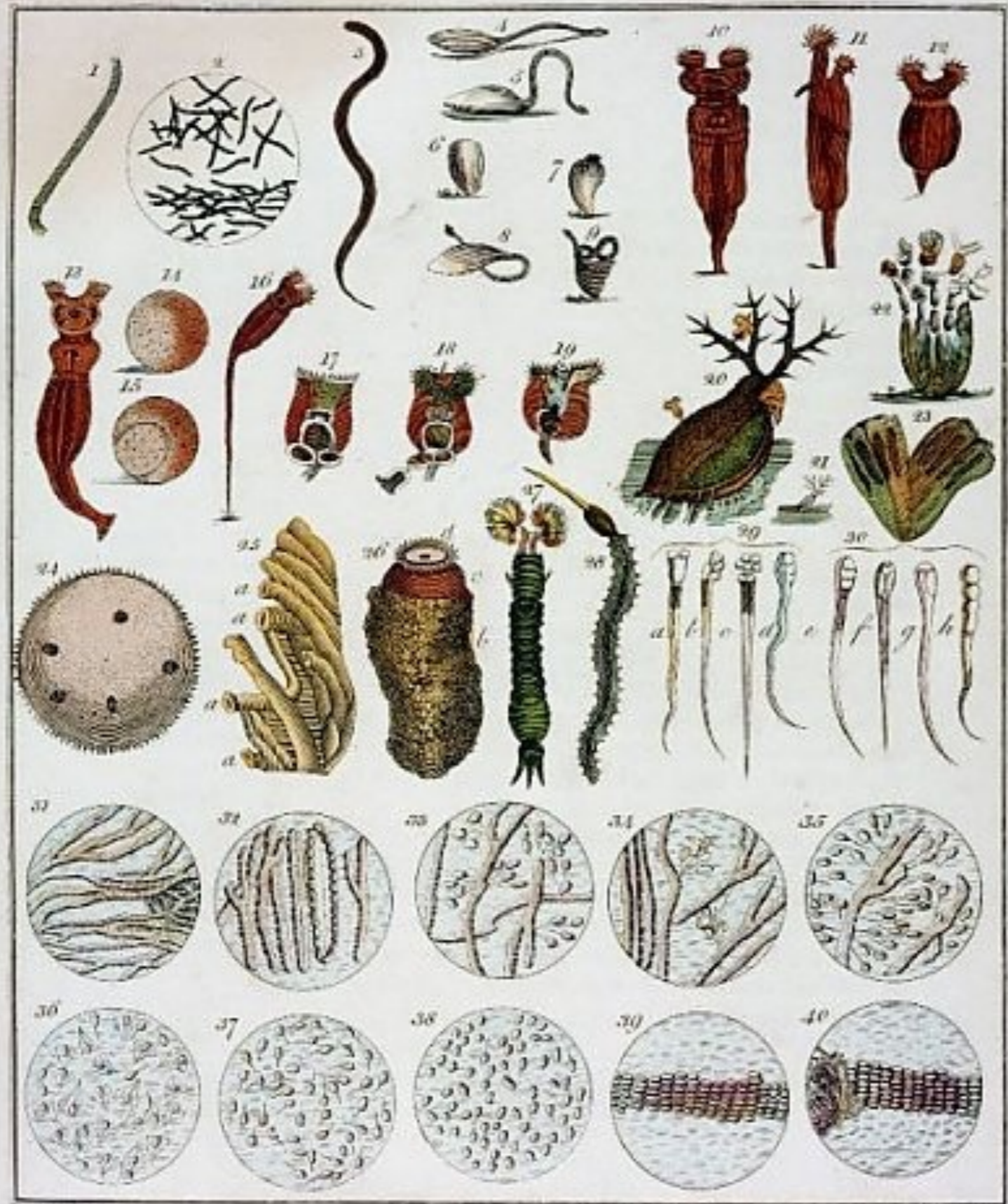


PLATE XXIV



Αριστερά: ρέπλικα του
 μικροσκοπίου του
 Leeuwenhoek -αποτελείται
 από έναν μόνο φακό.
 Υπόλοιπες εικόνες:
 animalcules (βακτήρια)

Animalcules. Στη μέση δεξιά, σπερματοζωάρια.



Animalcules.

Η ιστορία του 'κυττάρου' 1665 - 1880

-η αντίληψη αυτή θα **αλλάξει δραματικά** με τις εξελίξεις στη μικροσκοπία κατά τα **μέσα του 19^{ου} αιώνα**

-τελικά οι μικροανατόμοι θα καταλήξουν στο ότι το κυτταρικό τοίχωμα δεν είναι καν αναγκαίο μέρος για ένα κύτταρο (αφού τα ζωικά κύτταρα δεν έχουν κυτταρικό τοίχωμα)

-> η προσοχή θα μετατοπιστεί στο **κυτταρικό περιεχόμενο**, δηλ την **οργάνωση** και τη **συμπεριφορά** του πρωτοπλάσματος

-τη λέξη '**πρωτόπλασμα**' για το χαρακτηρισμό της ζωντανής ουσίας του εσωτερικού του κυττάρου, την χρησιμοποίησε πρώτος το **1839** ο Τσέχος Jan Evangelista **Purkyně** (1787–1869)

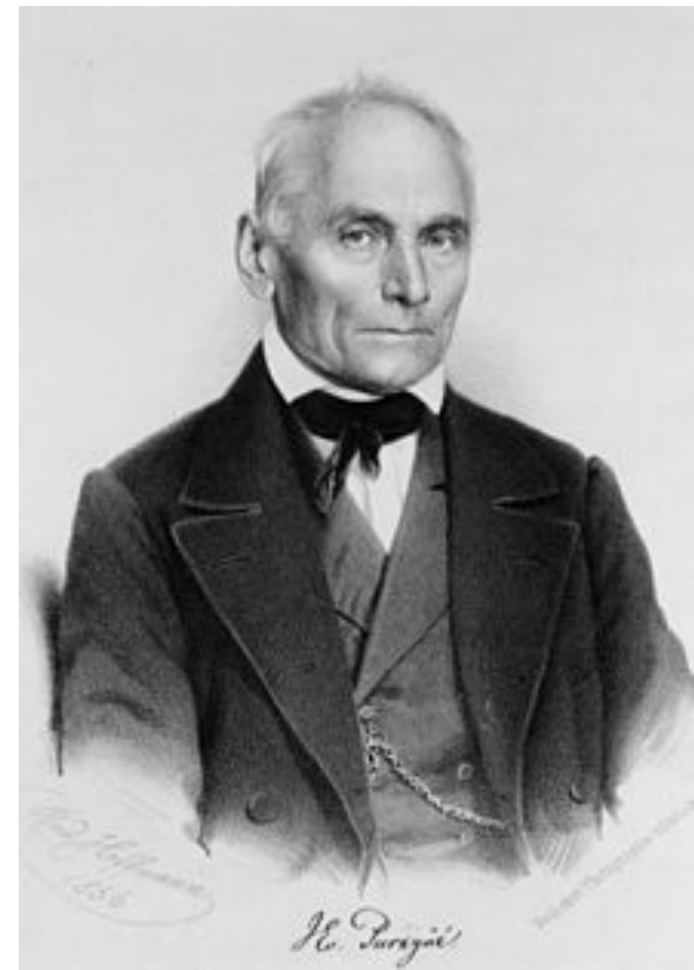
(η λέξη 'πρωτόπλαστος' για τον Αδάμ είχε χρησιμοποιηθεί παλιότερα από θεολογικούς συγγραφείς)

-ο όρος 'πρωτόπλασμα' θα γίνει ευρέως γνωστός αφότου χρησιμοποιείται από τον **Huxley**, στη διάλεξή του 'The Physical Basis of Life' το 1868

-> ο Huxley παρουσιάζει την έννοια ως μια **νίκη του μηχανιστικού υλισμού έναντι βιταλιστικών αντιλήψεων για τη ζωή**

Huxley (1868):

'All vital action may be said to be **the result of the molecular forces of the protoplasm** which display it'



Η ιστορία του 'κυττάρου' 1665 - 1880

-Σύντομα έγινε εμφανές ότι τα κύτταρα δεν ήταν κουτιά ή σακούλες οργανικού υλικού, αλλά ότι είχαν μια **βασική δομική οργάνωση** που ήταν ουσιαστικά **η ίδια σε όλα τα φυτά, τα ζώα και τα πρωτόζωα.**

-τα πιο εύκολα διακριτά μέρη ήταν το **σφαιρικό σώμα** που ονομάστηκε '**nucleus**' (=πυρήνας) από τον **Robert Brown** το **1831,**

-και το **περιβάλλον υλικό,** το οποίο ονομάστηκε '**cytoplasm**' (=κυτταρόπλασμα) το **1862** από τον **Albert Kölliker** (1817–1905)

-**όλα τα κύτταρα περιείχαν πυρήνα** (με πιθανή εξαίρεση κάποιων 'κατώτερων' ζωικών μορφών, όπως τα βακτήρια —τότε λέγονταν συνήθως 'fission fungi' = σχιζομύκητες)

Ως τη δεκαετία του 1880 είχε αναγνωριστεί ότι **το κύτταρο αποτελείται από μια μάζα πρωτοπλάσματος που περιέχει έναν πυρήνα.**



Ο σκωτσέζος βοτανολόγος
Robert Brown (1773-1858)

Η ιστορία του ‘κυττάρου’ 1665 - 1880

-όταν έγινε ξεκάθαρο ότι το κύτταρο δεν είναι απλά ένα απομονωμένο ‘κελί’, έγιναν επανειλημμένες προσπάθειες να **αντικατασταθεί** ο πλέον παραπλανητικός όρος ‘cell’.

-> κάποιιοι όροι που προτάθηκαν:

‘**bioplast**’, Lionel Beale (1870)

‘**protoplast**’, Johannes von Hannstein (1880)

‘**energid**’, Julius Sachs (1892)

-αν και κάποιιοι κυτταρολόγοι συμφωνούσαν με την αντικατάσταση του προβληματικού όρου, αυτό αποδείχτηκε **δύσκολο**.

-> από άλλους, υποστηρίχθηκε ότι τα επιστημονικά ονόματα δεν πρέπει να αλλάζουν κάθε φορά που ανακαλύπτονται νέες ιδιότητες (ή κάποιες παλιές αποδεικνύονται λανθασμένες) σε μια οντότητα —κάτι τέτοιο θα προκαλούσε μόνο **σύγχυση**.

-ο κυριότερος κυτταρολόγος των ΗΠΑ, E. B. **Wilson**, έγραψε (με λύπη) το 1896:

‘Nothing could be **less appropriate** than to call such a body a ‘cell’; yet the word has become **so firmly established** that every effort to replace it by a better has failed, and it probably must be accepted as part of the established nomenclature of science’

Η κυτταρική θεωρία

-> Η κυτταρική θεωρία αποτελούνταν από **3 αρχές**:

i) **όλα** τα φυτά και τα ζώα **αποτελούνται από κύτταρα**

ii) τα κύτταρα διαθέτουν **όλα τα χαρακτηριστικά της ζωής** (πχ μεταβολισμός, ανάπτυξη, αναπαραγωγή)

iii) όλα τα κύτταρα προκύπτουν με διαίρεση προϋπαρχόντων κυττάρων

-> **omnis cellula e cellula**



Matthias Jacob Schleiden 1804 - 1881



Theodor Schwann 1810 - 1882

It is one of the **amazing facts** of scientific history that in many biological textbooks **Schleiden** is called **the founder of the cell theory**, as if he had first discovered that all tissues of plants are composed of cells, or that the cell is the universal unit of organic function as well as of structure.

(Edwin Conklin 1939, αμερικανός βιολόγος 1863 – 1952)

Η κυτταρική θεωρία

-> η **κυτταρική θεωρία** λειτούργησε, όπως ακριβώς και η **θεωρία της εξέλιξης**, ενοποιητικά ως προς τα βιολογικά φαινόμενα και τη βιολογική γνώση

-ήταν, μαζί με τη θεωρία της εξέλιξης, η **σημαντικότερη βιολογική γενίκευση του 19^{ου} αιώνα**

-σημαντική για την **ιατρική έρευνα**:

-> **όλες οι λειτουργίες του υγιούς σώματος**, και όλες οι **παθολογικές καταστάσεις**, αποτέλεσμα **κυτταρικών δραστηριοτήτων**

-σημαντική για την **εξελικτική βιολογία**:

-> **ενότητα** των μορφών ζωής

-> **κοινό θεμελιώδες σχέδιο οργάνωσης** πίσω από την ποικιλομορφία των οργανισμών —κάθε οργανισμός είναι, σε κάποιο στάδιο της ζωής του, **ένα και μοναδικό κύτταρο!**

Η κυτταρική θεωρία

-Υπάρχει ένα παράδοξο σχετικά με την καταγωγή της κυτταρικής θεωρίας.

Διαδεδομένη άποψη: οι θεμελιωτές της κυτταρικής θεωρίας ήταν οι Matthias Jacob **Schleiden** (1804–1881) και Theodor **Schwann** (1810–1882)

-Ο Αμερικανός κυτταρολόγος E. B. Wilson γράφει το 1925:

‘Among the milestones of modern scientific progress, the **cell theory of Schleiden and Schwann**, enunciated in **1838–1839**, stands forth as one of the commanding landmarks of the nineteenth century’

-Η άποψη συναντάται και σε ιστορικούς της βιολογίας.

-Όμως, όπως οι βιολόγοι έχουν επισημάνει εδώ και καιρό, πολλά από αυτά που αποδίδονται στους Schleiden και Schwann είχαν ήδη ανακαλυφθεί από άλλους, και αυτό που οι ίδιοι θεωρούσαν ότι ανακάλυψαν, ήταν τελείως αντίθετο με θεμελιώδεις αρχές της κυτταρικής θεωρίας.

-Οι Schleiden και Schwann όντως υποστήριξαν την **1η αρχή** (όλοι οι οργανισμοί αποτελούνται από κύτταρα)

-Αλλά η αρχή αυτή δεν προήλθε από αυτούς.

Η κυτταρική θεωρία

-Το 1808 και 1809, ο Brisseau de **Mirbel** (1776–1854), καθηγητής βοτανικής στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας στο Παρίσι, αναγνωρίζει ότι τα φυτά αποτελούνται από κύτταρα.

-ο **Lamarck** μπορεί επίσης να θεωρηθεί θεμελιωτής της κυτταρικής θεωρίας
-> ένα κεφάλαιο του 2ου τόμου της **Philosophie Zoologique** αφορά τους κυτταρικούς ιστούς:

It has indeed been long recognized that the membranes which form the investments of the brain, nerves, vessels of all kinds, glands, viscera, muscles and their fibres, and that even the skin itself are all the produce of cellular tissue. . . . Yet, in this **multitude of harmonizing facts**, nothing more appears to have been seen than the mere facts themselves; and no one that I know of has yet perceived that **cellular tissue is the universal matrix of all organization**, and that without this tissue no living body could continue to exist. **Since the year 1796 I have been accustomed to set forth these principles in the first lessons of my course.**

-Αλλά κανείς εκ των δύο δεν προχωρούν στη **2η αρχή**: ότι το κύτταρο αποτελεί μια **ανεξάρτητη ζωτική μονάδα**.

Η κυτταρική θεωρία

-ο **Schleiden** συχνά θεωρείται ως ο πρώτος που υποστήριξε τη **2η αρχή** (το κύτταρο κατέχει όλα τα χαρακτηριστικά της ζωής, και τα φυτά και τα ζώα είναι το άθροισμα των μονάδων αυτών)

-ο **Schleiden** γράφει στην αρχή του άρθρου του 'Contributions to Phytogenesis' (1838):

Each cell leads a double life: an **independent** one pertaining **to its own development alone**, and an other incidental in so far as it has become **an integral part of a plant**. It is, however, apparent that **the vital process of the individual cell must form the very first**, absolutely **indispensable basis** of vegetable physiology and comparative physiology.

-Πρόκειται για μια επαναστατική ιδέα, αλλά έχει ήδη εμφανιστεί πριν από το άρθρο του Schleiden

-ο Henri **Dutrochet** γράφει το 1824:

'this astounding **organ** [the cell] is truly **the fundamental element of organization; everything**, indeed, in the organic tissues of plants, is evidently derived from the cell, and observation has just proved to us that it is **the same with animals**'

Το 1826, ο P. J. F. **Turpin** (1775–1840) υποστηρίζει ότι όχι μόνο οι φυτικοί ιστοί αποτελούνται από κύτταρα, αλλά και ότι τα κύτταρα αυτά είναι **ξεχωριστές ατομικότητες** που σχηματίζουν την **σύνθετη ατομικότητα** των φυτών.

Η κυτταρική θεωρία

-Αλλά αν οι Schleiden και Schwann δεν ήταν οι πρώτοι που υποστήριξαν τις 2 πρώτες αρχές της κυτταρικής θεωρίας, μήπως ήταν οι πρώτοι που υποστήριξαν την **3η αρχή** (τα κύτταρα προκύπτουν μόνο μέσω διαίρεσης από προϋπάρχοντα κύτταρα);

-> ΑΛΛΑ: όχι μόνο δεν υποστήριξαν την αρχή αυτή, αλλά πίστευαν κάτι **εντελώς αντίθετο!**

-ο Schleiden πίστευε ότι ανακάλυψε ότι τα κύτταρα **δεν προκύπτουν μέσω κυτταρικής διαίρεσης**, αλλά μέσω αναπαραγωγής καινούριων κυττάρων **μέσα** στα μητρικά κύτταρα, από μια **κολλώδη ουσία**, που έφτιαχνε πρώτα τον πυρήνα, και μετά το κύτταρο.

-το **1833**, ο Σκωτσέζος βοτανολόγος **Robert Brown** υποστήριξε ότι το στρογγυλό σώμα που ονόμασε **areola ή nucleus**, ήταν ένα γενικό χαρακτηριστικό αρκετών φυτικών κυττάρων.

-ο Schleiden το μετονομάζει σε **Zytoblast** (=κυτοβλάστη) και υποστηρίζει ότι σχηματίζεται από την συσσώρευση κοκκώδους βλέννας, και ότι αφότου δημιουργήσει το κύτταρο, είναι πλέον άχρηστο.

-ο Schwann υιοθετεί αυτό το μοντέλο και το εφαρμόζει στα ζωικά κύτταρα
-ονομάζει το κολλώδες υλικό από το οποίο παράγονται τα κύτταρα **κυτοβλάστημα**

-το 1839 στο *Microscopic Researches*, υποστηρίζει:

‘the process of **crystallization** in inorganic nature . . . is the nearest **analogue** to the formation of cells’

Η κυτταρική θεωρία

-η θεωρία ότι τα κύτταρα προκύπτουν από μια αδιαφοροποίητη χημική ουσία που ονομαζόταν κυτοβλάστημα ήταν γνωστή ως ‘ελεύθερος κυτταρικός σχηματισμός’.

-η θεωρία αυτή ήταν **σε ευθεία αντιδιαστολή** με τη θεωρία ότι τα καινούρια κύτταρα πάντα παράγονται μέσω διαίρεσης υπαρχόντων κυττάρων.

-Η κυτταρική διαίρεση είχε περιγραφεί το **1832** από τον Barthélemy Charles **Dumortier** (1797–1878), το άρθρο του οποίου παρουσιάστηκε στην Ακαδημία των Επιστημών στο Παρίσι από τον Cuvier.

-Στη Γερμανία ο βοτανολόγος Hugo **Mohl** (1805–1872) περιέγραψε την κυτταρική διαίρεση σε ένα διάσημο άρθρο το **1837**.

-ο **Mohl** επιτέθηκε στη θεωρία του Schleiden, όπως και ο Αυστριακός Franz **Unger**, ο οποίος επίσης σε μια σειρά άρθρων το **1844** επιτέθηκε στη θεωρία του ελεύθερου κυτταρικού σχηματισμού.

-άλλοι, όπως ο Ελβετός Carl Wilhelm **von Nägeli**, υιοθέτησαν μια ενδιάμεση άποψη, σύμφωνα με την οποία κάποια κύτταρα παράγονται μόνο μέσω διαίρεσης, και άλλα σύμφωνα με τη θεωρία του Schleiden.

-αλλά ιδιαίτερη κριτική στη θεωρία του ελεύθερου σχηματισμού κυττάρων ασκήθηκε από δύο βιολόγους που είχαν και αυτοί, όπως και ο Schwann, σπουδάσει με τον **Johannes Müller** (1801–1858), στο πανεπιστήμιο του **Βερολίνου**.

-Πρόκειται για τους **Robert Remak** (1815–1865) και **Rudolf Virchow** (1812–1902)

Η κυτταρική θεωρία

Johannes Müller

-ο **Müller** ήταν πολύ γνωστός για τις ποικίλες μελέτες του στη **φυσιολογία** και στη **συγκριτική ανατομία**

-μελέτησε το πέρασμα των **νευρικών ερεθισμάτων** προς και από τον εγκέφαλο και την σπονδυλική στήλη, αποσαφηνίζοντας την έννοια της αντανακλαστικής αντίδρασης

-παρακολούθησε την **ανάπτυξη των γεννητικών οργάνων**, ανακαλύπτοντας αυτό που είναι σήμερα γνωστό ως 'Müllerian duct', το οποίο σχηματίζει τα θηλυκά εσωτερικά αναπαραγωγικά όργανα.

-ασχολήθηκε επίσης με την **σύσταση του αίματος**, τη διαδικασία της πήξης, το **σχηματισμό εικόνων** στον αμφιβληστροειδή του ματιού, και τη **διάδοση του ήχου** στο μέσο ους.

-ο Müller επίσης μελέτησε την **κυτταρική δομή των όγκων**. Το έργο του 'On the Nature and Structural Characteristics of Cancer, and of Those Morbid Growths Which May Be Confounded with It' (1838) συνέβαλε στην εγκαθίδρυση της **παθολογικής ιστολογίας**.

-οι μαθητές του Müller ηγήθηκαν της κυτταρικής έρευνας, και 2 από αυτούς, ο **Remak** και ο **Virchow**, συνέβαλαν στην **εδραίωση της θεωρίας ότι τα κύτταρα παράγονται μόνο από κύτταρα**.



Johannes Peter Müller 1801 - 1858

ELEMENTS
OF
PHYSIOLOGY.

BY J. MÜLLER, M.D.
PROFESSOR OF ANATOMY AND PHYSIOLOGY IN THE UNIVERSITY OF
BERLIN, ETC.

TRANSLATED FROM THE GERMAN,
BY WM. BALY, M.D.
GRADUATE IN MEDICINE OF THE UNIVERSITY OF BERLIN.

ARRANGED FROM THE SECOND LONDON EDITION,
BY JOHN BELL, M.D.
LECTURER ON MATERIA MEDICA AND THERAPEUTICS, AND FORMERLY ON THE INSTITUTES OF MEDICINE
AND MEDICAL JURISPRUDENCE, &C.

PHILADELPHIA:
LEA AND BLANCHARD.
1843.



Robert Remak 1815 - 1865



Rudolf Ludwig Carl Virchow 1821 - 1902

Fig 2.

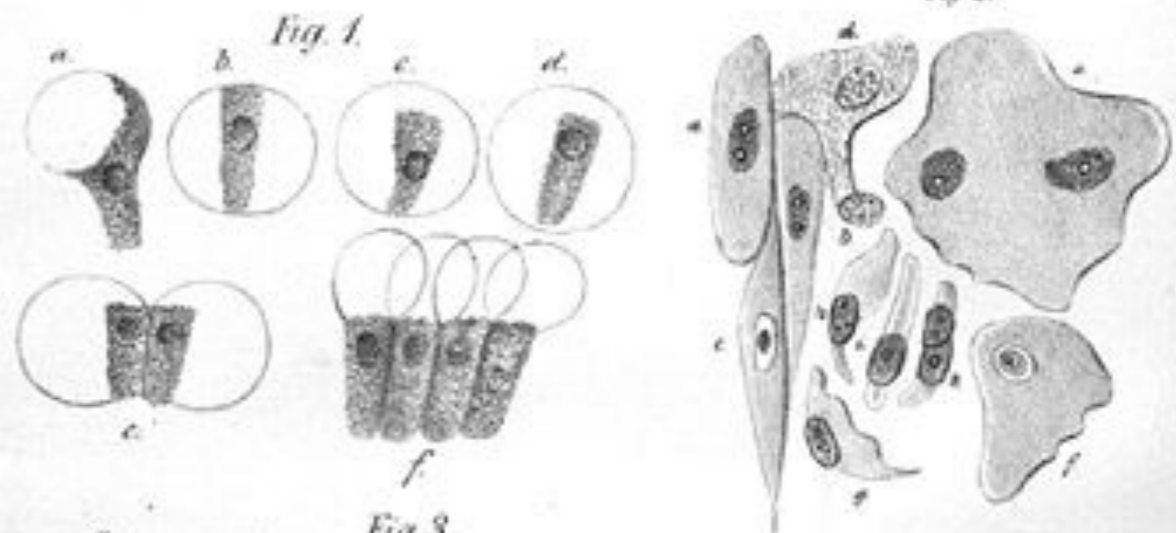


Fig. 1.

Fig. 3.



Fig. 4.

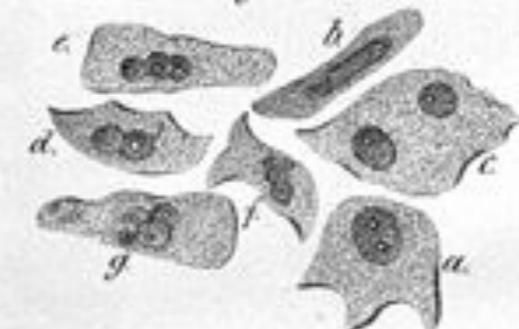


Fig. 5.

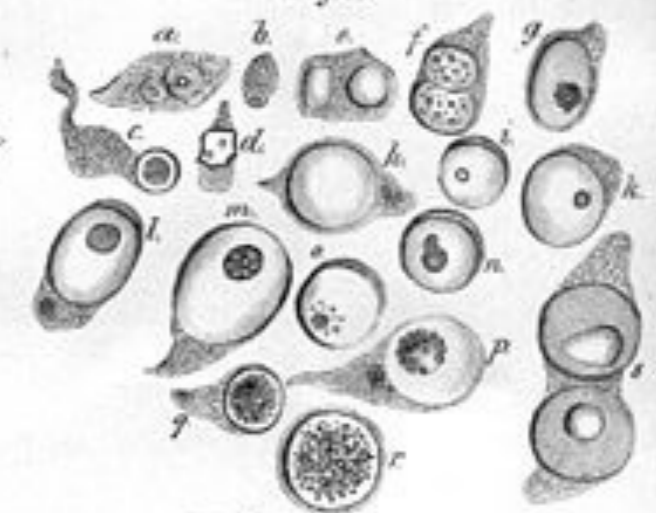


Fig. 6.



Fig. 7.

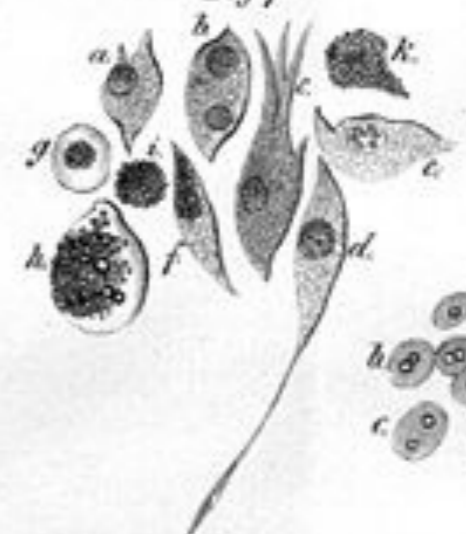


Fig. 8.

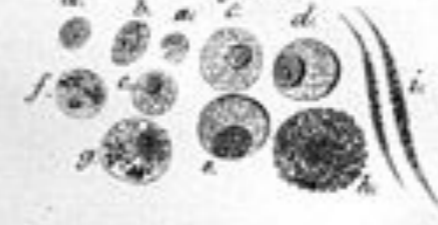


Fig. 9.



Η κυτταρική θεωρία του Virchow: από το περιοδικό *Archiv für Pathologische Anatomie und Physiologie* 1847, πρώτο τεύχος.

Η κυτταρική θεωρία

Robert Remak

-ο Remak θεωρούσε την θεωρία του **ελεύθερου σχηματισμού κυττάρων** τόσο **μη πιθανή** όσο και τη θεωρία της **αυτόματης γένεσης** των οργανισμών —το να αρνηθεί κάποιος τη μια, σήμαινε να αρνηθεί και την άλλη.

-το 1852 είχε ήδη μελετήσει την διαδικασία της κυτταρικής παραγωγής για μια δεκαετία, πρώτα ως μη αμειβόμενος βοηθός στο εργαστήριο του Müller, υποστηρίζοντας τον εαυτό του οικονομικά δουλεύοντας ως γιατρός

-όντας Εβραίος, στον Remak απαγορευόταν η πανεπιστημιακή διδασκαλία από την πρωσική νομοθεσία.

-το 1843 ζήτησε από τον Friedrich Wilhelm IV (βασιλιά της Πρωσίας) μια θέση διδασκαλίας, αλλά χωρίς επιτυχία.

-μη μπορώντας να βρει μια αμειβόμενη πανεπιστημιακή θέση, επικεντρώθηκε στην κλινική ιατρική, όπου και εξειδικεύτηκε στη νευρολογία και εισήγαγε την χρησιμοποίηση της ηλεκτρικής θεραπείας για νευρολογικές διαταραχές.

-το 1847, αφού απέκτησε αρκετή φήμη, του δόθηκε θέση 'λέκτορα' (Privatdozent) στο πανεπιστήμιο του Βερολίνου —ήταν ο πρώτος Εβραίος που δίδαξε εκεί.

-προάχθηκε το 1859, αλλά δεν ανέβηκε ποτέ στην ανώτερη καθηγητική βαθμίδα.

Η κυτταρική θεωρία

Rudolf Virchow

-ο **Virchow** αντιπαρατέθηκε περισσότερο στην θεωρία του ελεύθερου σχηματισμού κυττάρων

-αφού ολοκλήρωσε τις σπουδές του με τον Müller, δούλεψε για ένα διάστημα στο Charité Hospital (το παλαιότερο και πιο διακεκριμένο νοσοκομείο και ιατρική σχολή του Βερολίνου), όπου και απέκτησε φήμη για τα γραπτά του πάνω στην παθολογία, και για το περιοδικό Archive für Pathologische Anatomie und Physiologie, το οποίο ίδρυσε το **1847** και διηύθυνε μέχρι το τέλος της ζωής του.

-ο Virchow αναγνωρίστηκε ως ένας από τους κύριους αρχιτέκτονες της **κυτταρικής παθολογίας**, αλλά ήταν γνωστός και για την πολιτική του δράση ως φιλελεύθερος κατά τη διάρκεια του επαναστατικού έτους **1848**.

-επαναστάσεις εναντίον των ευρωπαϊκών μοναρχιών άρχισαν στη Σικελία, και εξαπλώθηκαν στη Γαλλία, τη Γερμανία, την Ιταλία, και την Αυστροουγγρική αυτοκρατορία.
-όλες κατέληξαν σε αποτυχία και καταστολή —ακολούθησε ευρεία απογοήτευση μεταξύ των φιλελεύθερων.

-αλλά ο Virchow συνέχισε να υποστηρίζει τις φιλελεύθερες ιδέες ως μέλος της γερμανικής βουλής και θεμελιωτής του φιλελεύθερου Προοδευτικού Κόμματος.

-πέτυχε επίσης να μεταρρυθμίσει το σύστημα υγιεινής στο Βερολίνο και να οργανώσει τα ιατρικά σώματα στον πόλεμο του 1870.

Η κυτταρική θεωρία

Rudolf Virchow

-ο Virchow είναι περισσότερο γνωστός για τη διάσημη φράση του **omnis cellula e cellula** (κάθε κύτταρο από κύτταρο), η οποία πρωτοεμφανίστηκε στο άρθρο του 'Cellular Pathology' το 1855.

-ακολουθώντας, ανέπτυξε μια σειρά διαλέξεων με αυτόν τον τίτλο, και του δόθηκε η **έδρα της παθολογικής ανατομίας** στο πανεπιστήμιο του Βερολίνου.

-οι διαλέξεις του δημοσιεύτηκαν στο βιβλίο του *Cellularpathologie* το **1858**, στο οποίο ασχολήθηκε με **τον ρόλο των κυττάρων, την κυτταρική διαίρεση, και την καταγωγή των διαφόρων όγκων.**

-αν και οι απόψεις του για την κυτταρική διαίρεση απηχούσαν αυτές του Remak, ο Virchow παρέλειψε να τον αναφέρει (προς απογοήτευση του Remak).

-η *Cellularpathologie* είχε άμεση επιτυχία (μεταφράστηκε σε αρκετές γλώσσες και μέχρι το 1862 επανεκδόθηκε 2 φορές)

1862
1862

Handwritten notes: *Handwritten notes: F. Hagen, Feigen, Handwritten notes*

CELLULARPATHOLOGIE

in ihrer Begründung auf

physiologische und pathologische Gewebelehre,

von

RUDOLF VIRCHOW,

18. 18. Professor der pathologischen Anatomie, der allgemeinen Pathologie und Therapie an der Universität, Director des pathologischen Instituts und chirurgischer Assistent an der Charité zu Berlin.



Zu 190 Mikroskopen.

Dritte, von bearbeitete und vermehrte Auflage.

Berlin, 1862.

Verlag von August Hirschwald.

Preis des Buches 18.

Η κυτταρική θεωρία

- μέχρι τότε, οι Schleiden και Schwann είχαν αποχωρήσει από το πεδίο.
- ο Schleiden **αρνήθηκε** να εγκαταλείψει τη θεωρία του περί ελεύθερου κυτταρικού σχηματισμού, και προσπάθησε ανεπιτυχώς να την τροποποιήσει.
- το 1863, μετά από 12 χρόνια ως καθηγητής βοτανικής και στη συνέχεια ιατρικής και φυσικής ιστορίας στο πανεπιστήμιο της Ιένας, σταμάτησε την ενεργή ενασχόληση με τη βοτανική και στράφηκε για ένα σύντομο διάστημα στην ανθρωπολογία, και έπειτα έγραψε εκλαϊκευτικά άρθρα σχετικά με τα 3 βασίλεια της φύσης (ορυκτά, φυτά, και ζώα), και σχετικά με τον **υλισμό** στη γερμανική φιλοσοφία.
- ο Schwann μετακινήθηκε στο Καθολικό Πανεπιστήμιο της Louvain το 1839 και μετά στην Liège το 1852, όπου μιλούσε πολύ λίγο περί κυτταρικής θεωρίας και ελεύθερου σχηματισμού κυττάρων.
- > σε περισσότερα από 50 χρόνια έρευνας, ασχολήθηκε με την κυτταρική παραγωγή **μόνο κατά τη διάρκεια της 5ετούς** παραμονής του στο εργαστήριο του Müller στο Βερολίνο.

Μια απάντηση στο παράδοξο;

-Γιατί, δεδομένων όλων αυτών, οι *Schleiden* και *Schwann* θεωρούνται ως οι θεμελιωτές της κυτταρικής θεωρίας;

-Σημαντικές οι προσωπικότητες των δύο αντρών και οι ικανότητά τους να **προασπίζονται** το πεδίο της **μικροανατομίας**.

-ο *Schleiden* από τις πιο έντονες προσωπικότητες στην ιστορία της βοτανικής.

-σπουδάζει νομικά στη Χαϊδελβέργη

-δεν έχει όμως επιτυχία ως δικηγόρος, και σε μια κρίση απελπισίας, αυτοπυροβολείται στο κεφάλι.

-καταφέρνει όμως να αναρρώσει, και τότε αποφασίζει να ασχοληθεί με τις φυσικές επιστήμες
-σπουδάζει ιατρική στο Göttingen

-η συνεισφορά του *Schleiden* ως προς παρατηρήσεις και υποθέσεις σχετικά με την κυτταρική παραγωγή δεν ήταν μεγάλη

-ο *Schleiden* ήταν όμως **πολύ σημαντικός υπερασπιστής μιας κυτταρικής θεώρησης της ζωής**, όταν ακριβώς χρειαζόταν ένας τέτοιος

-> **φέρει πολλούς επιστήμονες στο πεδίο**

-> ενθάρρυνε τον νεαρό **Carl Zeiss** να αρχίσει την επιτυχή και σημαντική επιχείρησή του, η οποία βελτίωσε τα οπτικά όργανα, και ειδικά τα μικροσκόπια.



Μια απάντηση στο παράδοξο;

-το βιβλίο του Schwann *Microscopical Researches into the Accordance in the Structure and Growth of Animals and Plants* (1839), είχε επίσης τεράστια επίδραση

-> μελετώντας τους εμβρυϊκούς ιστούς και ακολουθώντας την μετέπειτα ανάπτυξή τους, πέτυχε να αποδείξει την **κυτταρική καταγωγή ακόμα και ιστών όπως τα οστά**, τα οποία, όταν αναπτυχθούν πλήρως, δεν προδίδουν την κυτταρική τους καταγωγή.

-**ηρωικά κατορθώματα** στην επιστήμη vs η επιστήμη ως μια **συλλογική δραστηριότητα**

MICROSCOPICAL RESEARCHES

INTO THE

ACCORDANCE IN THE STRUCTURE AND GROWTH

OF

ANIMALS AND PLANTS.

TRANSLATED FROM THE GERMAN

OF

DR. TH. SCHWANN

PROFESSOR IN THE UNIVERSITY OF LOUVAIN,
ETC. ETC.

BY

HENRY SMITH

FELLOW OF THE ROYAL COLLEGE OF SURGEONS OF ENGLAND,
SURGEON TO THE ROYAL GENERAL DISPENSARY, ALDERSGATE STREET.

LONDON

PRINTED FOR THE SYDENHAM SOCIETY

MDCCCLVII.

EXPLANATION OF THE PLATES.

WHERE no other measurement is given, the figure represents the object magnified about 450 diameters, linear measurement.

PLATE I.

Fig. 1. Parenchymatous cellular tissue, with cell-nuclei from an onion, magnified 290 times.

2. Matrix of the pollen of *Rhipsalis salicornoides*.

3. Do. do.

I am indebted to the kindness of Dr. Schleiden for the last two delineations.

4. Cells from the chorda dorsalis of *Cyprinus erythrophthalmus*.

5. Cartilage from the point of a branchial ray, from the same.

6. Cartilage from the middle of a branchial ray, from the same.

7. Cartilage from the root of a branchial ray, from the same.

8. Branchial cartilage from the larva of *Rana esculenta*.

9. Cranial cartilage (ethmoid bone) from the larva of *Pelobates fuscus*.

10. Cells from the crystalline lens of a foetal pig four inches long.

11. An isolated nucleus of the cells of the crystalline lens.

12. Cells from the crystalline lens of the same foetus, exhibiting their prolongation into the fibres of the lens.

13. Fibres from the innermost layers of the lens of a pike.

14. Cell from the epidermis of a species of grass.

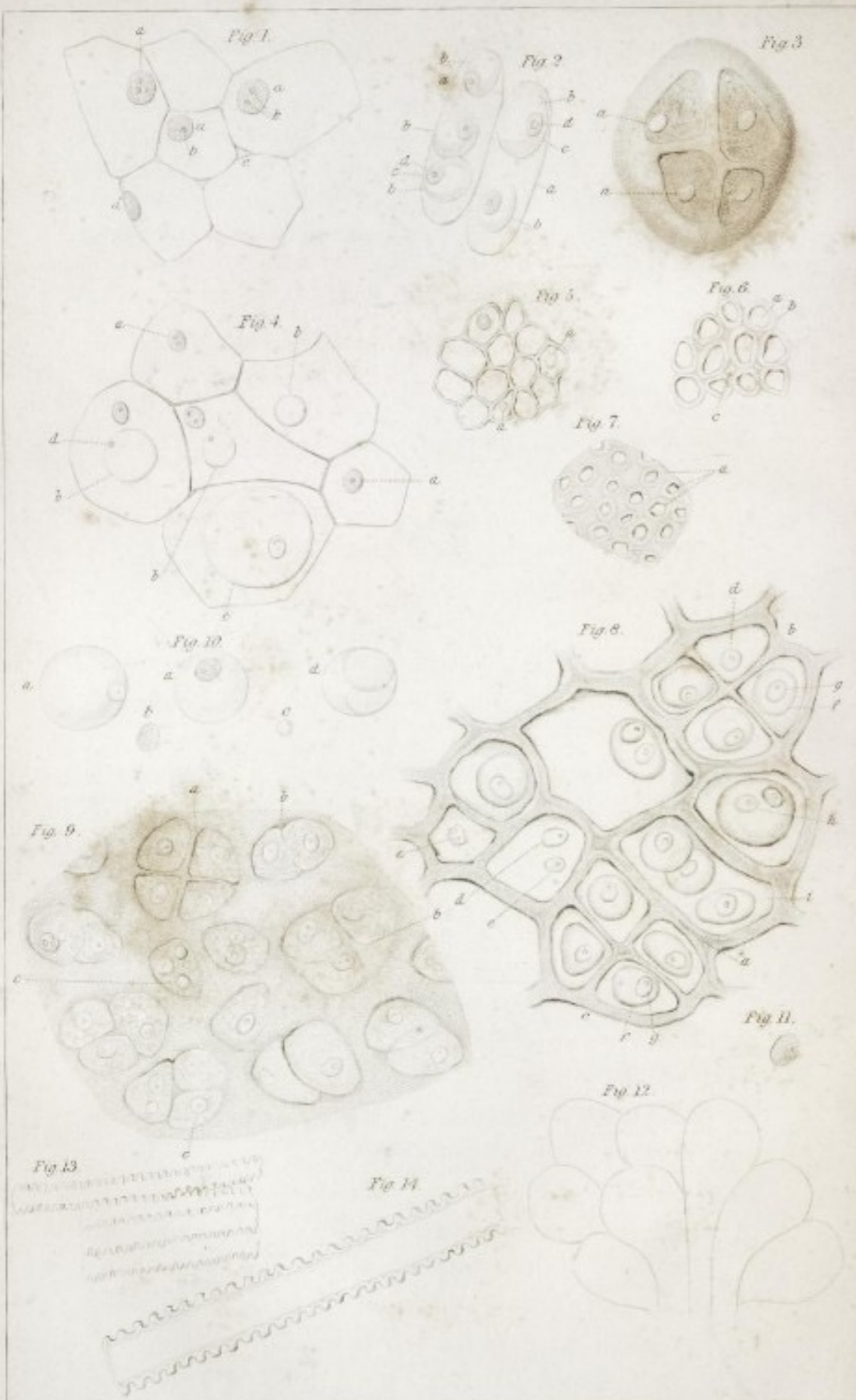


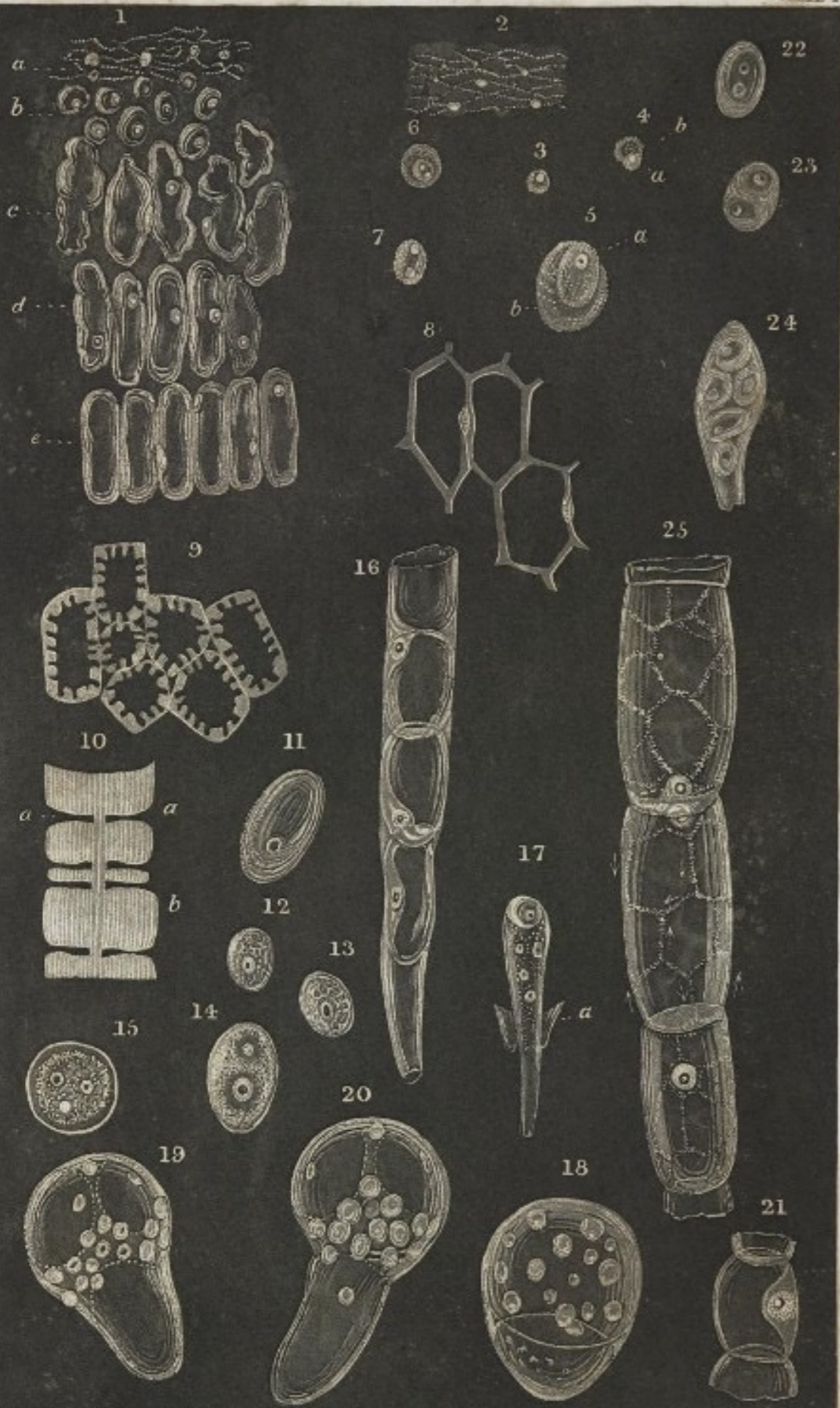


Fig. 1. Ovum of a goat, after Krause (Müller's Archiv, 1837, Pl. I, fig. 5).

2. Cells from the yolk-cavity of a mature hen's egg.
3. Cells from the interior of an egg measuring a line and a half in diameter, taken from the ovary of a hen.
4. Portion of the germinal membrane of a mature hen's egg before incubation, viewed from above.
5. Portion of the germinal membrane from a hen's egg after sixteen hours' incubation. It is folded in such a manner that the external surface or serous layer forms the margin.
6. Cells from the serous layer of the same germinal membrane in the neighbourhood of the area pellucida, after separation of the mucous layer.
7. Cells from the mucous layer of the same germinal membrane on the outside of the area pellucida.
- 8 and 9. Pigment-cells of different kinds and stages of development, from the tail of the tadpole.
10. Cells from the interior of the shaft of a fully developed wing-feather of the raven.
11. Earlier stages of development of the same, from the portion of the shaft of an immature feather which has not as yet become hard.
12. Cell-nuclei, from the same, around which no cells have as yet formed.
13. Flat cells splitting into fibres, from the cortex on the side of the shaft of a raven's feather in progress of formation.



- Fig. 1. From the point of a branchial cartilage of *Rana esculenta*. The lower margin of the delineation exhibits the natural border of the cartilage.
2. Cartilage from the ilium of a foetal pig five inches long, after the application of acetic acid.
3. Enamel fibres from immature teeth of a foetal pig.
4. Cells from the surface of the enamel membrane.
5. Fibres which compose the substantia propria of the human tooth, isolated by maceration for two days in dilute hydrochloric acid.
6. Fibre-cells from the arcolar tissue lying beneath the superficial muscles of the neck of a foetal pig measuring seven inches.
7. A more fully developed cell of areolar tissue.
8. Cells from the gelatinous substance between the chorion and amnion of a foetal pig seven inches long.
9. Larger and very pale cells from the areolar tissue of the orbital cavity of the same foetus.
10. Fat-cells from the cranial cavity of the young of *Cyprinus erythrophthalmus*.
11. Fibre-cells from the tendo achillis of a foetal pig three and a half inches long.
12. From the middle coat of the aorta of a foetal pig measuring seven inches in length.
13. Cells from the interior of the quadratus lumborum muscle of a foetal pig three and a half inches long.



EXPLANATION OF THE PLATES.

SCHLEIDEN'S TREATISE.

PLATE I.

Fig. 1. Cellular tissue from the embryo-sac of *Chamædorea Schiedeana* in the act of formation. *a*. The innermost mass, consisting of gum with intermingled mucous granules and cytotlasts. *b*. Newly formed cells, still soluble in distilled water. *c-e*. Further development of the cells, which, with the exception of the cytotlasts, may still coalesce, under slight pressure, into an amorphous mass.

2. The formative substance from fig. 1, *a*, more highly magnified, gum, mucous granules, nuclei of the cytotlasts, and cytotlasts.
3. A single and as yet free cytotlast, still more highly magnified.
4. A cytotlast with the cell forming upon it.
5. The same, more highly magnified.
6. The same. The cytotlast here exhibits two nuclei, and is delineated in
- 7, isolated after the destruction of the cell by pressure.
8. The same cellular tissue in a higher degree of development than that represented by fig. 1, *e*. The contiguous cell-walls have already united. By making a transverse section, it may be distinctly perceived that the cytotlast is enclosed in the cell-wall.
9. Cells from a delicate transverse section of the almost matured albumen.

266

EXPLANATION OF THE PLATES.

Fig. 10. Common partition-wall between two cells from fig. 9, under a higher magnifying power. The stratiform depositions may be observed at *b*, and the porous canals produced by their local failure at *a*. I could distinctly enumerate from nine to twelve layers which had been deposited within fourteen days.

11. A sporule from *Rhizina levigata* Fries, with the cytotlast.

12, 13, 14. Different cytotlasts from the embryo-sac of *Pimelea drupacea* before the appearance of cells.

15. A young cell with its cytotlast, from the same. The latter in this instance presents the unusual number of three nucleoli.

16. A portion of the embryonal end of the pollen-tube projecting from the ovulum in *Orchis Morio*, within which, towards the upper part, cells have been already developed. At the lower part, the original pollen-tube may still be distinguished. The almost globular cytotlasts are, in this instance, distinctly enclosed in the cell-wall.

17. Embryonal end of the pollen-tube from *Linum pallescens*, together with an appended lobule of the embryo-sac (*a*). The process of the formation of cells is commencing. Above, a young cell with its cytotlast is already perceptible, beneath this several cell-nuclei are seen floating free.

18, 19, 20. Commencing germination in the sporules of *Marchantia polymorpha*. Compare the text, p. 248.

21. Portions of the pollen-tube which have become cellular, from *Orchis latifolia*, in the highest stage of development; the investment of the pollen-tube is no longer perceptible. The cytotlast is enclosed in the cell-wall, just as in fig. 16.

22 and 23. Two isolated cells from the terminal shoot (*punctum vegetationis*, Wolff) of *Gasteria racemosa*; 22 exhibits two free cytotlasts; 23, two newly-formed cells within the original cell.

Κυτταρική θεωρία & τεχνολογία

-η ιστορία της κυτταρολογίας δείχνει και την **τεχνολογική βάση** της επιστημονικής ανακάλυψης

-> η έρευνα σχετικά με τα κύτταρα κατά τον 19ο αιώνα, πήρε μεγάλη ώθηση από τεχνικές **βελτιώσεις** στην κατασκευή **μικροσκοπίων**, με την ανάπτυξη της βιομηχανίας οπτικών οργάνων μεγάλης ακρίβειας, καθώς και της διαθεσιμότητας και χρήσης στην κυτταρολογία των **χρωστικών ανιλίνης**.

-> κάποιοι ιστορικοί έχουν προτείνει και την επιρροή της **Naturphilosophie**, η οποία τόνιζε την **ενότητα** της φύσης

Κυτταρική θεωρία & τεχνολογία

-από τον 17ο αιώνα, η μικροσκοπία μαστιζόταν από **δυο κύρια προβλήματα**.

-πρώτον, οι πρώτοι φακοί είχαν το ελάττωμα να περιβάλλουν τα αντικείμενα με ενοχλητικές παρυφές χρώματος, φαινόμενο που ήταν γνωστό ως **χρωματική απόκλιση**, το οποίο καθιστούσε την μεγάλη μεγέθυνση δύσκολη.

-το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίστηκε από Ολλανδούς σχεδιαστές στα τέλη του 18ου αιώνα, οι οποίοι συνδύασαν έναν κυρτό με έναν κοίλο φακό

-επίσης, αύξησαν την σταθερότητα και την ακρίβεια εστίασης, αντικαθιστώντας την ξύλινη κατασκευή με μπρούντζο

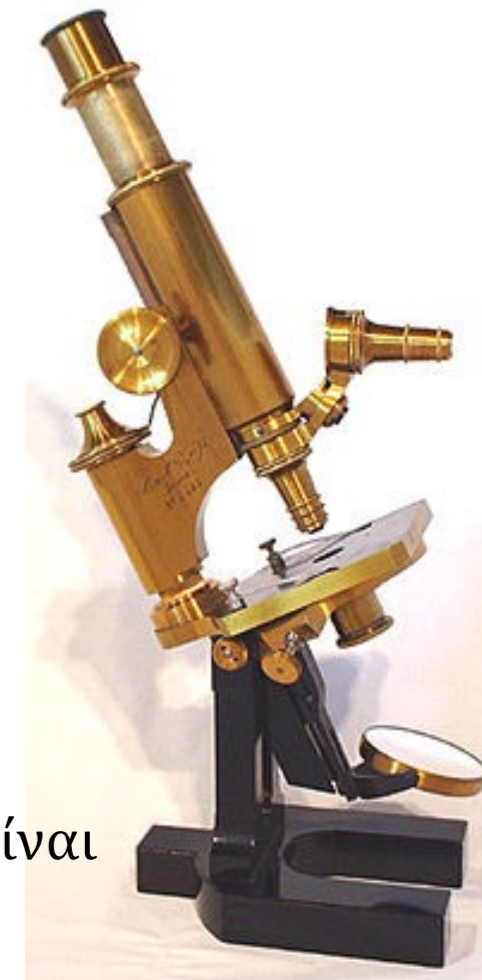
-αλλά η καμπυλότητα στους φακούς εισήγαγε ένα δεύτερο ελάττωμα, την **σφαιρική απόκλιση**, η οποία συχνά ακύρωνε τελείως τα οφέλη του αχρωματικού φακού.

-το πρόβλημα αυτό **επιλύθηκε τη δεκαετία του 1830**, όταν ο Joseph Jackson Lister βρήκε ότι εάν δυο αχρωματικοί φακοί συνδυαστούν ως ένας φακός, το αποτέλεσμα είναι πλήρης ελευθερία και από την χρωματική απόκλιση και από την σφαιρική απόκλιση.

-η ανακάλυψη αυτή άνοιξε το δρόμο στην κατασκευή **ισχυρών μικροσκοπίων**, τα οποία διευκόλυναν κατά πολύ την έρευνα για τη φύση των κυττάρων.



χρωματική απόκλιση



Κυτταρική θεωρία & τεχνολογία

-η ανάπτυξη της μικροσκοπίας προωθήθηκε επίσης από το ενδιαφέρον του κράτους για την **υγεία των πολιτών και του στρατού**, καθώς και από την **ιατρική έρευνα**, όχι μόνο σχετικά με τα κύτταρα των οργανισμών, αλλά επίσης σχετικά με τα **μικρόβια ως την αιτία για τις μολυσματικές νόσους**

-των ερευνών αυτών ηγούνταν ο **Louis Pasteur** (1822–1895) στη Γαλλία και ο **Robert Koch** (1843–1910) στη Γερμανία.

-το **1887** ιδρύθηκε το **Pasteur Institute στο Παρίσι**, και αργότερα επεκτάθηκε, με ινστιτούτα σε όλη τη Γαλλία, αλλά και διεθνώς.

-το **1891**, το **Ινστιτούτο για Μολυσματικές Ασθένειες του Robert Koch** άνοιξε στο **Βερολίνο**

-το 1903, προστέθηκε ένας ειδικός τομέας για την πρωτοζωολογία.

-λίγα χρόνια αργότερα, ιδρύονται 2 νέα εξειδικευμένα ινστιτούτα: το Institute for Protozoology στο Βερολίνο και το Hamburg Institute for Naval and Tropical Diseases.

-το 1906 ξεκίνησε τη λειτουργία του το Georg Speyr House for Chemotherapeutic Research στη Φρανκφούρτη.

-> με επικεφαλής τον Paul Ehrlich, εξειδικευόταν σε βιοχημικές μελέτες σχετικά με τον παράγοντα της σύφιλης και άλλες νόσους που οφείλονταν σε πρώτιστα

Βιταλισμός vs Υλισμός & Αυτόματη Γένεση

-η φιλοσοφική διαμάχη μεταξύ **υλισμού** και **βιταλισμού** ήταν πίσω από όλες τις συζητήσεις περί κυτταρικής γένεσης και της καταγωγής των μικροβίων

-ένα κρίσιμο ζήτημα για την ιατρική και την επιδημιολογία: εμφανίζονται τα **μικρόβια** **αυτόματα** σε μολυσμένο αέρα ή από ύλη σε αποσύνθεση;

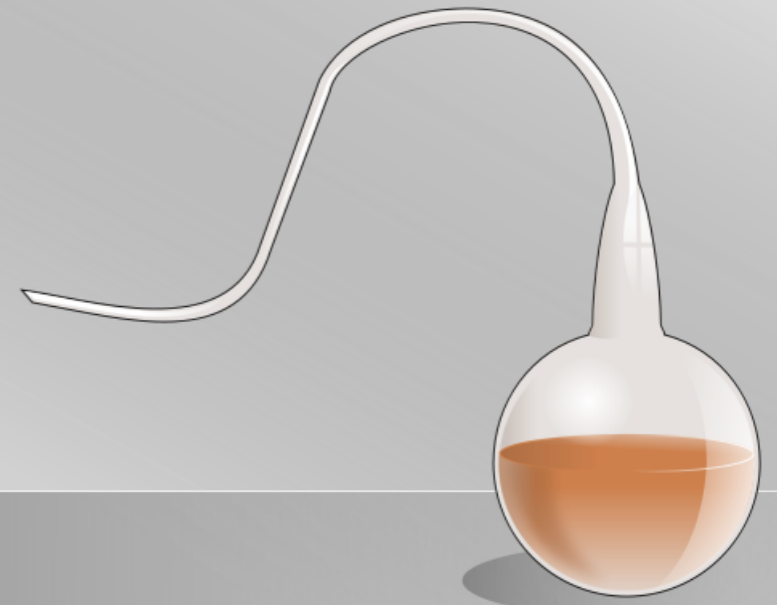
-προσπάθειες να αποδειχτεί αν αυτό ισχύει ή όχι, οδήγησε σε καινοτόμα πειράματα και σημαντικές τεχνικές **αποστείρωσης** κατά τον 19ο αιώνα, οι οποίες έγιναν η βάση για τη σύγχρονη **μικροβιολογία** και τη **μικροβιακή θεωρία της νόσου**

-η πίστη στην **αυτόματη γένεση** ήταν στο επίκεντρο μιας έντονης διαμάχης στη Γαλλία το **1858**, όταν ο **Félix Pouchet**, διευθυντής στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας της Rouen, ανακοίνωσε ότι μικρόβια γεννιούνται αυτόματα αφότου αποστειρωμένος αέρας περνούσε μέσα από υδράργυρο και εισαγόταν μέσα σε φιαλίδιο που περιείχε εκχύλισμα από άχυρο.

Βιταλισμός vs Υλισμός & Αυτόματη Γένεση

-ο Pasteur έφτιαξε φιαλίδια με **μακριούς λαιμούς** που περιείχαν εκχυλίσματα με διάφορες οργανικές ουσίες. Φιαλίδια που δεν είχαν βραστεί μολύνθηκαν από μικρόβια, αλλά φιαλίδια τα οποία **έβρασε** για λίγα λεπτά παρέμειναν αποστειρωμένα, ακόμα και όταν ο αέρας μπορούσε να περάσει ελεύθερα μέσα από το φιαλίδιο

-> υποστήριξε ότι σωματίδια σκόνης που κουβαλούσαν μικρόβια και περνούσαν μέσα από τους μακριούς λαιμούς, προσκολλώνται στα πλαϊνά, προτού να φτάσουν το εκχύλισμα



-οι διαμάχες για την αυτόματη γένεση σχετίζονταν άμεσα με **φιλοσοφικά και θρησκευτικά ζητήματα**.

-η θεωρία της αυτόματης γένεσης συζητιόταν έντονα στη βικτωριανή Αγγλία από τον **Huxley** και τον φυσικό **John Tyndall** (και άλλους), στο πλαίσιο της διαμάχης μεταξύ υλισμού και της πίστης σε μια θεϊκή αρχέγονη δημιουργία.

-στο διάσημο άρθρο του 'The Physical Basis of Life' (1868), ο Huxley υποστήριξε την ιδέα ότι τα μικρόβια μπορούν να προκύψουν από οργανικούς προδρόμους (**'heterogenesis'**).

-ως τα μέσα της δεκαετίας του 1870, ο Huxley είχε εγκαταλείψει την ιδέα της **ετερογένεσης**, και περιορίσει το ζήτημα για την καταγωγή της ζωής σε αυτό που αποκαλούσε **αβιογένεση** (abiogenesis), δλδ στην ιδέα ότι τα μικρόβια είχαν προέλθει από ανόργανα μόρια, κατά την απαρχή της ζωής στη Γη.

Βιταλισμός vs Υλισμός & Αυτόματη Γένεση

-ο Pasteur έβλεπε με τον ίδιο τρόπο και τα 2 ζητήματα.

-> η **αυτόματη γένεση** είτε τώρα είτε στο μακρινό παρελθόν ήταν ένα **επιχείρημα υπέρ του υλισμού και του αθεϊσμού.**

-> έτσι, συνέδεσε τα επιχειρήματά του κατά της αυτόματης γένεσης με συντηρητικές θρησκευτικές απόψεις για **να επιτεθεί στον υλισμό και στους εξελικτικούς.**

-το 1864 έγραψε:

What a victory for materialism if it could be affirmed that it rests on the established fact that **matter organizes itself**, takes on life itself; matter which has in it already all known forces! . . . Ah! If we could add to it this other force which is called life . . . what would be more natural than to deify such matter? Of what good would it then be to have recourse to the idea of a **primordial creation, before which mystery it is necessary to bow?** . . . Thus admit the doctrine of **spontaneous generation** and the history of creation and the origin of the organic world is no more than this. Take a drop of sea water containing some nitrogenous material . . . and in the midst of it the first beings of creation take birth spontaneously. Little by little they transform themselves . . . for example, to insects after 10,000 years and to monkeys and man after 1000 years. Do you now understand **the link which exists between the question of spontaneous generation and those great problems** I listed at the outset?



Βιταλισμός vs Υλισμός & Αυτόματη Γένεση

-τα ίδια ζητήματα για τον **υλισμό** και τον **βιταλισμό** πλαισίωσαν τις διαμάχες σχετικά με την κυτταρική παραγωγή στη Γερμανία.

-οι Schleiden & Schwann είχαν τοποθετήσει τη θεωρία τους για τον σχηματισμό των κυττάρων από μη οργανωμένο οργανικό υλικό **σε ευθεία αντίθεση με τον βιταλισμό**, τον ιδεαλισμό, και την τελεολογία της Naturphilosophie.

-Schwann:

'[The] apparent gap between inorganic and organic form is **not unbridgeable**, an organized body is not produced by a fundamental power which is guided in its operation by a definite idea, but is developed, **according to blind laws of necessity**, by powers which, like those of inorganic nature, **are established by the very existence of matter**'

-η κυτταρική έρευνα ήταν μέρος μιας **υλιστικής τάσης** προς μια μέθοδο μελέτης των ζωικών φαινομένων μέσω **πειραματισμού** και **γεφύρωσης του κενού μεταξύ ζωής και μη ζωής**.

-> η κυτταρική θεωρία οδήγησε επίσης σε μια βαθιά αλλαγή **στην έννοια του (ατόμου (βλ. θεωρία κυτταρικού κράτους)**

On the same grounds that the **sociologist** affirms that a **society is an organism**, the **biologist** declares that an **organism is a society**. . . . A society is an **organized whole**, the unity of which consists in, and is measured by, the **mutual dependence** of its members. The **living body** is an **organization of individual cells** with the same bond of unity. The principle of organization in both cases is the **division of labor or function**.

(C. O. Whitman 1891, αμερικανός ζωολόγος, 1842 – 1910)

Το κυτταρικό κράτος

- η κυτταρική θεωρία έφερε επανάσταση στις **αντιλήψεις περί του βιολογικού ατόμου**
- ένα φυτό ή ζώο δεν θεωρείται πια ως μια **ενιαία οντότητα** που αποτελούνταν από κυτταρικό ιστό.
- > το κύτταρο ήταν **ζωντανό** —κατείχε όλα τα χαρακτηριστικά της ζωής
- τα κύτταρα ήταν '**στοιχειώδεις οργανισμοί**'
(Ernst von Brücke (1819–1892) τα ονόμασε έτσι το 1861).
- το γεγονός ότι τα κύτταρα προκύπτουν μέσω **διαίρεσης προϋπαρχόντων κυττάρων**,
- όπως και ότι το γονιμοποιημένο **ωάριο** ήταν ένα **κύτταρο**,
- όπως και ότι κατά την **αναπαραγωγή** κάθε γονέας συνεισφέρει **ένα κύτταρο από το σώμα του** για τον σχηματισμό ενός απογόνου
- > όλα αυτά έδειχναν την σημασία του **κυττάρου** ως μιας **καθολικής μονάδας δομής & λειτουργίας**
- όπως το έθεσε ο **Virchow**:
'Every animal appears as a **sum of vital units**, each of which bears in itself the **complete characteristics of life**'
- αυτή η επαναστατική αλλαγή **καθιερώθηκε** στη βιολογία, και αποτέλεσε το πλαίσιο με το οποίο πολλοί βιολόγοι αντιλαμβάνονταν τους **οργανισμούς**

Το κυτταρικό κράτος

-Τα κύτταρα των φυτών και ζώων ήταν αμοιβαία αλληλεξαρτώμενα, και δεν μπορούσαν να επιβιώσουν χωριστά (εξαιρουμένων των γεννητικών κυττάρων), παρά μόνο ως μέρη μιας 'κυτταρικής κοινότητας' ή 'κυτταρικού κράτους'

-διαφορά με **μονοκύτταρους** οργανισμούς, μόνο ότι οι τελευταίοι δεν φτάνουν σε επίπεδο **πολυπλοκότητας** μεγαλύτερο του ενός κυττάρου

-> **πολυκύτταροι** οργανισμοί ως **αποικίες μονοκύτταρων ατόμων**

-για κάποιους βιολόγους, η ανάπτυξη ενός **πολυκύτταρου** οργανισμού κατανοείται μέσω του βιογενετικού νόμου του Haeckel ('η οντογένεση ανακεφαλαιώνει τη φυλογένεση')

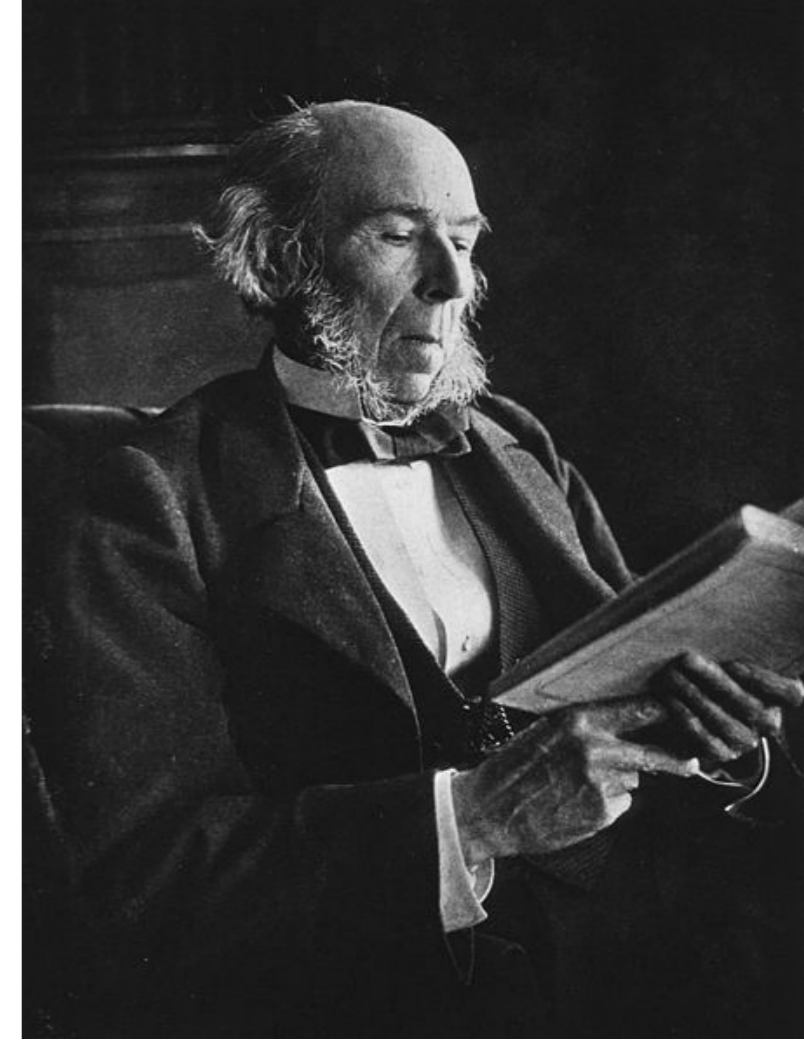
-> **πρώτιστα - αποικίες από πρώτιστα - πολυκύτταροι οργανισμοί**

-> μια αποικία από όμοια κύτταρα εξελίσσεται, μέσω του **αγώνα για επιβίωση**, σε μια **πολιτεία κυττάρων** που είναι **διαφοροποιημένα** (υπάρχει **καταμερισμός εργασίας**), και συνεπώς **αμοιβαία εξαρτώμενα**

-> όσο αυξάνει ο βαθμός **διαφοροποίησης**, τόσο αυξάνει η **αλληλεξάρτηση**, μέχρι την τελική εμφάνιση ενός **πολύπλοκου ατόμου**

-> ο **αγώνας για επιβίωση** θεωρήθηκε ότι λαμβάνει χώρα ανάμεσα στα **κύτταρα**, κατά τη διαδικασία της **ανάπτυξης** από το γονιμοποιημένο ωάριο μέχρι και τον ενήλικο οργανισμό.

Spencer για καταμερισμό εργασίας (1893)



‘an **exchange of services** —an arrangement under which, while one part devotes itself **to one kind of action** and yields **benefits to all the rest**, all the rest, jointly and severally performing their special actions, yield benefits to it **in exchange**. Otherwise described, it is a **system of mutual dependence**’

Το κυτταρικό κράτος

Schleiden: **'Each cell leads a double life, one for its own development and the other as an integrated part of the plant'**

Schwann: Τα φυτά και τα ζώα αποτελούν ένα **'κυτταρικό κράτος'**, στο οποίο **'κάθε κύτταρο είναι υπήκοος'**

-εξέλιξη μέσω της αρχής του **φυσιολογικού (physiological) καταμερισμού εργασίας** εξηγεί την **πολύπλοκη οργάνωση**

-εφαρμόστηκε και στην **οικολογία** —καταμερισμός εργασίας σε μια βιοκοινότητα τελικά παράγει έναν υπεροργανισμό (superorganism) [Arthur Tansley (1871-1955) και Frederick Clements (1874-1945), ακολουθώντας τον Herbert Spencer].

-η κυτταρική θεωρία ως μια **κοινωνική** θεωρία

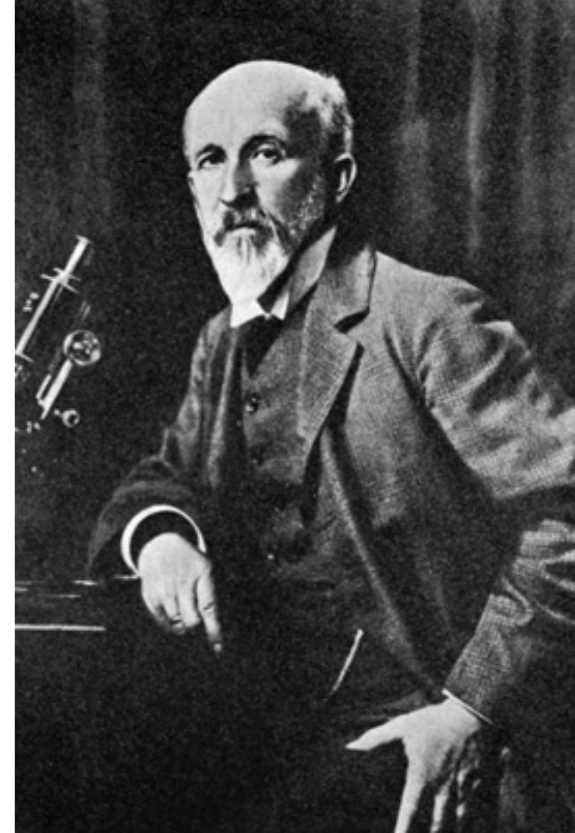
-> **'κυτταρικό κράτος'** ή **'κυτταρική πολιτεία'**:

την ιδέα αυτή υποστήριξαν: **Schleiden, Schwann, Virchow, Haeckel** (μαθητής του Virchow), Oscar **Hertwig** (1849– 1922), μαθητής του Haeckel, γίνεται καθηγητής ανατομίας στο Βερολίνο

Virchow (1859):

ο οργανισμός είναι **'μια κοινωνία από ζωντανά κύτταρα, ένα μικρό εύτακτο κράτος'** αποτελούμενος από μέλη με κοινή καταγωγή

Το κυτταρικό κράτος



Hertwig:

-υποστηρίζει ότι η βιολογία, επειδή ασχολείται με την οργάνωση της ζωής, προσομοιάζει περισσότερο με τις **κοινωνικές επιστήμες**, παρά με την φυσική και τη χημεία.

-**κοινωνικοπολιτικές** προεκτάσεις **κυτταρικής** θεωρίας

-> συνέπειες για τη θέση του ατόμου στην κοινωνία, και την οργάνωση του κράτους

-ο Schwann, ως φιλελεύθερος, τάσσεται κατά αυτού που ονομάζει ‘autocracy of the organism’:

‘the cause of nutrition and growth resides **not in the organism as a whole**, but in the separate elementary parts —the cells’

-ο Haeckel έχει πιο **ιεραρχική** άποψη:

-στα φυτά, τα κύτταρα σχηματίζουν **δημοκρατικά** κράτη

-αλλά στα ζώα, υπάρχει κυτταρική **μοναρχία**

-> τα όργανα είναι το αντίστοιχο των διαφόρων υπουργείων, και ο εγκέφαλος το αντίστοιχο της κεντρικής κυβέρνησης

Το κυτταρικό κράτος

-Η έννοια του **καταμερισμού εργασίας** εφαρμόστηκε και για να κατανοηθεί η **δομή** της ίδιας της επιστήμης της **βιολογίας**.

-> η **διανοητική** πρόοδος βασίζεται, όπως η κοινωνική και η οικονομική, στον **καταμερισμό εργασίας**.

-σχηματίζονταν ολοένα και περισσότερες **ειδικότητες**:
ζωολογία, βοτανική, ανατομία, φυσιολογία, παλαιοντολογία, εμβρυολογία, **κυτταρολογία, βακτηριολογία, πρωτιστολογία**

-η ιδέα ότι η εξειδίκευση είναι **αναπόφευκτη, προοδευτική, και φυσική** υποστηρίχθηκε από πολλές ηγετικές φυσιολογικές και αναπτυξιακής βιολογίας, πχ. από τον Charles Otis **Whitman** (1842–1910), ιδρυτή και επικεφαλής το 1888 του Marine Biological Laboratory στο Woods Hole, στη Μασαχουσέτη των ΗΠΑ.

Whitman (1891):

ο οργανισμός ως μια 'κυτταρική πολιτεία', δεν βασίζεται σε 'superficial or fanciful resemblances', αλλά σε '**analogies that lie at the very foundation of organic and social existence**'.

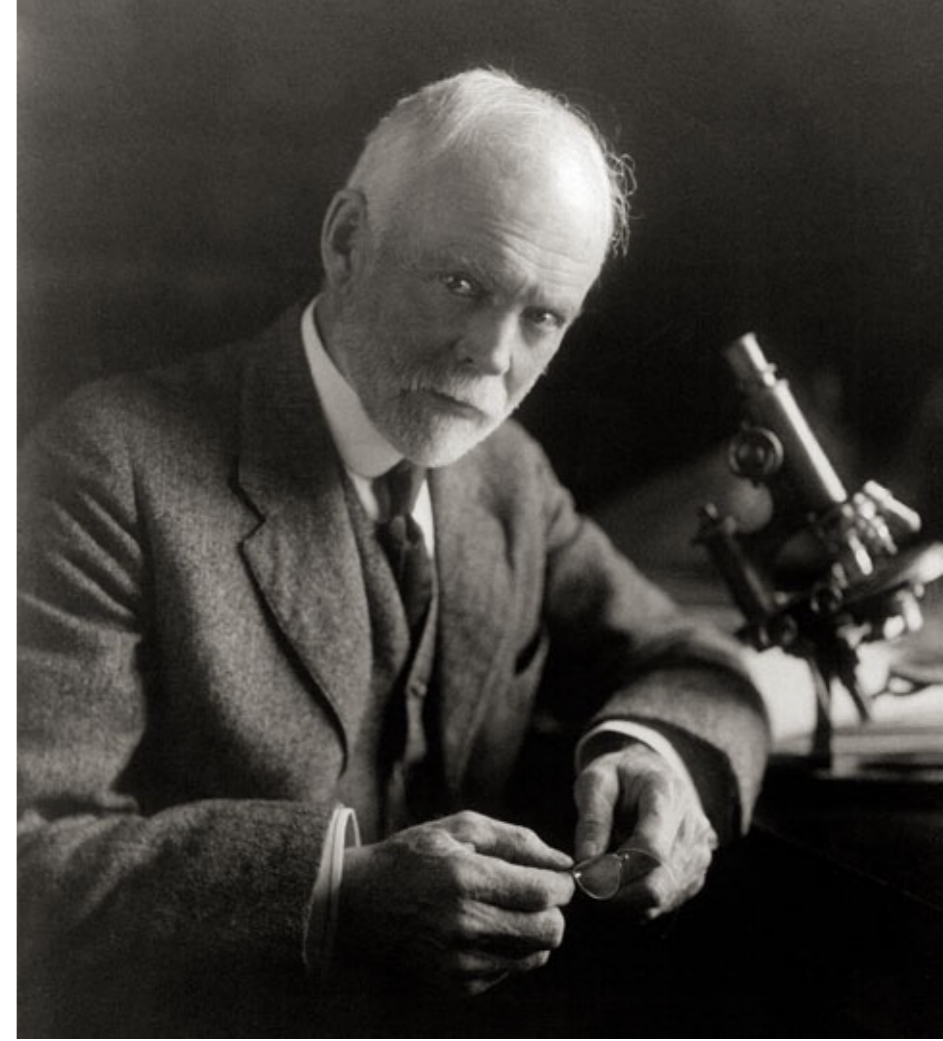
-Για τον Whitman, ο καταμερισμός εργασίας

'[had] taken possession of the biological sciences, and presides over their onward march, **just as it determines and directs social and industrial progress**'



Το κυτταρικό κράτος

-η έννοια του 'κράτους κυττάρων' κεντρικό εξηγητικό πλαίσιο για την κυτταρολογία, την εμβρυολογία και τη φυσιολογία



E. B. Wilson

-αλλά υπήρχαν και αντιδράσεις (βλ. πειραματική εμβρυολογία) —για κάποιους βιολόγους ο οργανισμός δεν είναι απλά το άθροισμα ζωτικών μονάδων (του Whitman συμπεριλαμβανομένου)

-στην ιδέα του 'κράτους κυττάρων' συνέβαλαν σε μεγάλο βαθμό και οι μελέτες **μονοκύτταρων οργανισμών**

Edmund Beecher Wilson (1856–1939), Πανεπιστήμιο της Κολούμπια (στο *The Cell in Development and Heredity*, 1925):

The more complex life of the higher plant or animal arises through the **specialization of the cells**, this way or that, for **the better performance of particular functions**; hence that “physiological division of labor” which, **as in organized human society**, leads to higher functional efficiency. On such considerations was based the famous **comparison of the multicellular body to a “cell-state”**, due especially to **Virchow** though foreshadowed by **Schwann** and other early writers, and later elaborated by **Milne Edwards, Haeckel** and many others. This conception of the multicellular organism brought about a **revolution** in the prevailing views of **vital action**, and gave an impetus to **physiology** and **pathology** as to **morphology**. . . . The conviction of its essential truth has survived all criticism, and as measured by its continued fruitfulness, it still stands among **the most important generalizations of modern biology**.

Η ανάδυση της πρωτιστολογίας

-στα τέλη του 19ου αιώνα, οι βιολόγοι μελετούσαν τα μικρόβια κυρίως από ιατρική σκοπιά, ως **αιτίες νόσων**

-από εξελικτική σκοπιά, χαρακτηρίστηκαν ως **‘μονοκύτταροι οργανισμοί’**

-η πρώτη γενιά μικροβιακών γενεαλόγων τα μελέτησε με την ελπίδα να κατανοηθεί η **απαρχή της ζωής** στη γη

-> έγινε γρήγορα κατανοητό ότι η παλιά διαίρεση σε **φυτά** και **ζώα** δεν ίσχυε για τους απλούστερους οργανισμούς

-> κάποια μικρόβια μπορούσαν να **κινηθούν** (όπως τα ζώα), αλλά ο **τρόπος ζωής** τους προσομοίαζε στα **φυτά**

-> σε κάποια είδη, ένα άτομο μπορούσε να τρέφεται είτε ως φυτό, και είτε ως ζώο, ανάλογα με τις συνθήκες

-θεωρήθηκε ότι οι πολύ απλοί αυτοί οργανισμοί (ούτε φυτά αλλά ούτε και ζώα), ήταν ίσως οι **πρόγονοι** όλων των μορφών ζωής

-Πολλοί πρότειναν ένα **καινούριο βασίλειο**

-> το 1859, ο Richard Owen το ονόμασε ‘Protozoa’

-> το 1860, ο John Hogg (1800–1869) ‘Primigenum’ ή ‘Protoctista’

-> το 1866, ο **Haeckel** τα ονομάζει **‘Protista’**

Η ανάδυση της πρωτιστολογίας

-στο πολύ σημαντικό του έργο *Generelle Morphologie der Organismen* (1866), ο Haeckel κατασκευάζει **το 1ο φυλογενετικό δέντρο**

-το βασίλειο 'Πρώτιστα' περιλαμβάνει τα Monera (βακτήρια), Protoplasta (αμοιβάδες), Flagellata (μονοκυτταρικές άλγες —πχ Euglena και Volvox—, και κάποια dinoflagellates), Diatomeae, Myxomycetes, Myxocystoda, Rhizopoda (περιέχονται τα Radiolaria), και Spongiae.

-αργότερα ο Haeckel συμπεριλαμβάνει τα βλεφαριδοφόρα στα Πρώτιστα, και τοποθετεί τους **σπόγγους** στα ζώα (Animalia)

-οι **μικροσκοπικές έρευνες** σχετικά με τα Πρώτιστα ήταν πιο εύκολες, συγκριτικά με την συχνά **υποθετική** φύση της **μικροβιακής φυλογένεσης**

-> η δομή πολλών από τα πρώτιστα όμοια με κύτταρα πολυκύτταρων οργανισμών

Richard **Hertwig** (1850–1937) στο πανεπιστήμιο του Μονάχου, στο κύριο άρθρο του πρώτου τεύχους του περιοδικού *Archiv für Protistenkunde* (1902), 'Die Protozoen und die Zelltheorie':

-τα **πρώτιστα** είναι '**μονοκύτταροι**' οργανισμοί, και μπορούν άμεσα να συγκριθούν με τα κύτταρα ενός ζώου

E. A. Minchin (βρετανός πρωτιστολόγος), 1915:

‘We find in the **Protista** every possible condition of structural differentiation and elaboration, from cells as **highly organized** as those of **Metazoa** or even, in some cases, **much more so**, back to types of structure to which the term **cell** can only be applied by stretching its meaning to the **breaking-point**’

Η ανάδυση της πρωτιστολογίας

-υπήρχαν και **πειραματικές ενδείξεις** υπέρ της θεωρίας του **‘κράτους κυττάρων’**

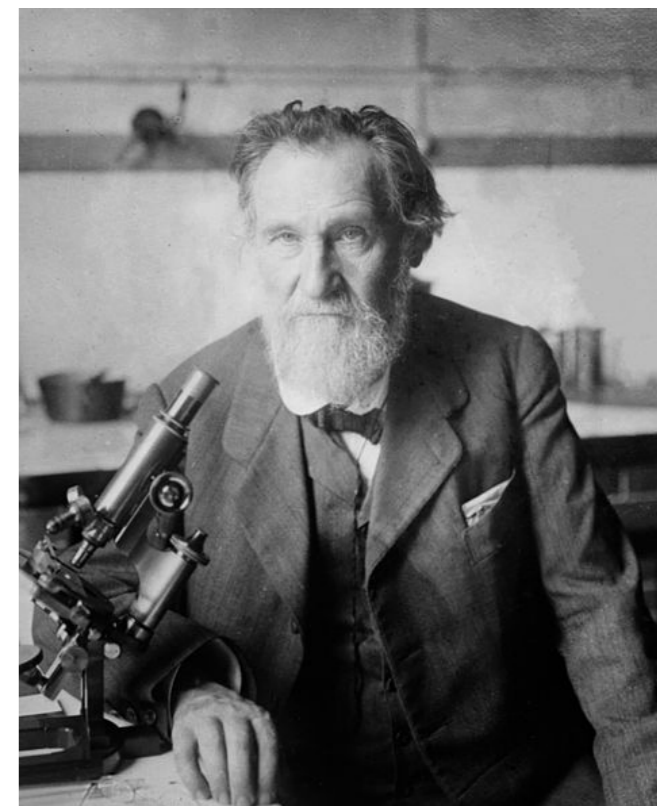
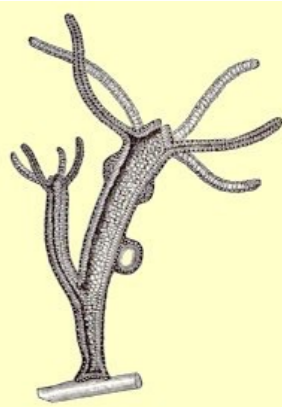
-> κύτταρα από ιστούς ζώων μπορούν να **αφαιρεθούν**, και στην συνέχεια να **επιβιώσουν** και να **πολλαπλασιαστούν** σε καλλιέργειες in vitro

-> κάποια κύτταρα όλων των ζώων διατηρούν μόνιμα **πλήρη ανεξαρτησία** δράσης και κίνησης

-> ιδιαίτερα εμφανές σε **σπόγγους, ύδρα** —**αναγέννηση** (regeneration) οργανισμού από 1 μόνο κύτταρο!

-> Ilya Ilyich **Mechnikov** (1882): **φαγοκύτωση** στον αστερία -> λευκοκύτταρα η βάση της ανοσίας, ο εμβολιασμός τα ενδυναμώνει

Ύδρα



Η ανακάλυψη της πολυπλοκότητας του κυττάρου

-> η δουλειά των μικροσκοπίων στα τέλη του 19^{ου} αιώνα αποκαλύπτει μια **πολύπλοκη οργάνωση** τόσο του **πυρήνα** όσο και του **κυτταροπλάσματος**

-πυρήνας και κυτταρόπλασμα είχαν **σημαντικές χημικές και δομικές διαφορές**

-ο πυρήνας είχε σε αφθονία μια **ουσία πλούσια σε φωσφόρο**, την οποία το **1871** ο Ελβετός φυσιολόγος και χημικός **Friedrich Meischer** (1844–1895) ονόμασε **nuclein** (=νουκλεΐνη)

-το 1889, ο μαθητής του Meischer, **Richard Altmann** (1852–1901), έδειξε ότι η νουκλεΐνη αποτελούνταν από μια **πρωτεϊνική βάση**, πλούσια σε άζωτο, και ένα πολύπλοκο **οργανικό οξύ που περιέχει φωσφόρο**, το οποίο ονόμασε **νουκλεϊκό οξύ**.

-οι μικροσκοπιστές παρατήρησαν **έναν αριθμό δομών** (ταινίες, λωρίδες, νήματα) που εμφανίζονταν στον πυρήνα κατά την **κυτταρική διαίρεση**

-επειδή αυτές οι δομές ήταν δυνατό να χρωματιστούν, ο αυστριακός **Walther Flemming** (1843–1905) τις ονόμασε '**chromatin**' (=χρωματίνη).

-η **χρωματίνη** αποδείχτηκε ότι περιείχε υψηλό ποσοστό **νουκλεϊκού οξέος**,

-ενώ το **κυτταρόπλασμα** ήταν πλούσιο σε **πρωτεΐνη**

Η ανακάλυψη της πολυπλοκότητας του κυττάρου

Η περιγραφή της μίτωσης

-όμως η κυτταρολογία στα τέλη του 19^{ου} αιώνα δεν εστίαζε στη χημεία του κυττάρου, αλλά κυρίως στο **μηχανισμό της κυτταρικής αναπαραγωγής**

-σε μια σειρά από άρθρα μεταξύ 1878 και 1884, ο **Flemming** παρακολούθησε διάφορα στάδια της πυρηνικής διαίρεσης στα επιθηλιακά κύτταρα της σαλαμάνδρας

-> πολλοί από τους όρους που εισήγαγε ο Flemming χρησιμοποιούνται και σήμερα, συμπεριλαμβανομένου του όρου **‘μίτωση’**,

-το 1884 ο Flemming μαζί με τον Edouard Strasburger (1844–1912) και τον Karl Rabl (1853–1917) στη Γερμανία, και τον Edouard van Beneden (1846–1910) στο Βέλγιο, περιγράφουν πώς συμβαίνει η **μίτωση**.

-κατά τη διάρκεια της μίτωσης η χρωματίνη σχηματίζει τα **χρωμοσώματα**, που ονομάστηκαν έτσι από τον Wilhelm Waldeyer (1837–1921) το 1888, επειδή μπορούσαν να παρατηρηθούν εύκολα όταν βάφονταν με **χρωστικές**.

-> ο εξαιρετικά ακριβής αυτός **μηχανισμός μετάδοσης γονιδίων**, στρέφει περί τα τέλη του 19^{ου} την προσοχή στον **πυρήνα**, ως **τον κύριο παράγοντα** στην ανάπτυξη και κληρονομικότητα των κυττάρων (και άρα των οργανισμών)



Fig. 14.

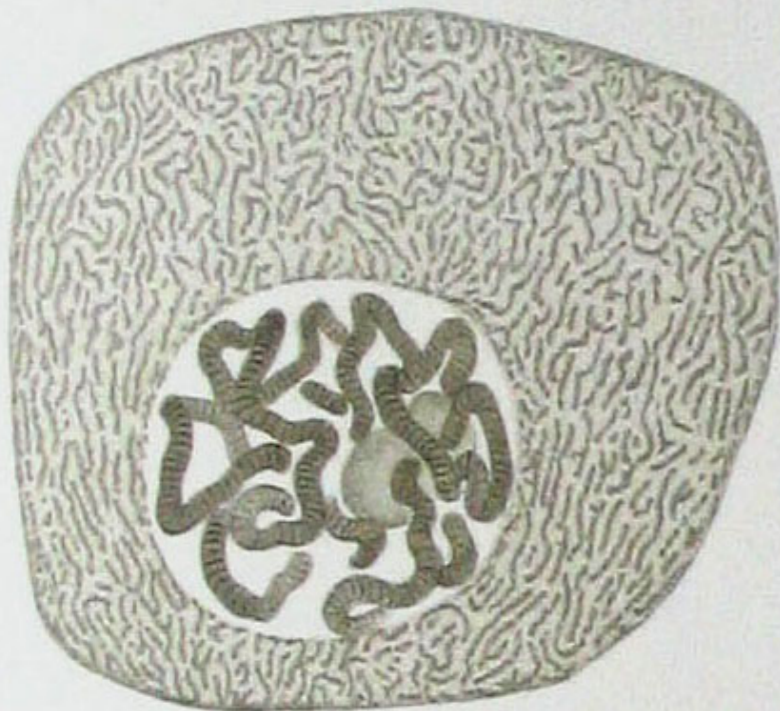


Fig. 61.



Fig. 62.



Fig. 63.



Fig. 64.



Fig. 65.



Fig. 66.



Fig. 67.



Fig. 68.



Fig. 72.



Fig. 69.



Fig. 73.



Fig. 71.



Fig. 75.



Fig. 70.



Fig. 74.



Αριστερά:
Walther
Flemming

Αριστερά κάτω:
Πολυταινικά
χρωμοσώματα
από κύτταρο
από τους
σιελογόνους
αδένες του
Chironomus

Μεγάλη εικόνα:
η διαδικασία
της μίτωσης —
Εικόνες από το
βιβλίο του
Flemming
*Zellsubstanz,
Kern und
Zelltheilung*
(1885)

Η ανακάλυψη της πολυπλοκότητας του κυττάρου

Η περιγραφή της μείωσης

- > γιατί όμως τα χρωμοσώματα δεν **διπλασιάζονται** στην κάθε γενιά;
 - > υποστηρίχθηκε ότι με κάποιον τρόπο θα έπρεπε τα χρωμοσώματα να **μειώνονται** κατά τον σχηματισμό των γεννητικών κυττάρων —το **1883**, ο **van Beneden** δείχνει ότι όντως γινόταν αυτό.
 - > τα γεννητικά κύτταρα του παρασιτικού σκώληκα *Ascaris* περιείχαν τα μισά μόνο χρωμοσώματα
 - > και αργότερα το ίδιο θα βρεθεί για πολλούς οργανισμούς
 - η διαδικασία της ελάττωσης των χρωμοσωμάτων ονομάστηκε αργότερα '**meiosis**' (το **1905**).
 - αποδείχτηκε **πιο δύσκολο** να κατανοηθεί το πώς συμβαίνει η διαδικασία της μείωσης
 - > ένας κύριος λόγος ήταν ότι δεν είχε γίνει ακόμα αποδεκτό ότι **διαφορετικά χρωμοσώματα** είχαν **διαφορετικές ιδιότητες**
 - > αυτό το πρότεινε ο **Wilhelm Roux** (1850–1924) στο πανεπιστήμιο του Breslau το 1883 (δλδ ότι κάθε χρωμόσωμα έχει διαφορετικούς κληρονομικούς προσδιοριστικούς παράγοντες [**determinant**])
 - > και το 1902 ο **Theodor Boveri** (1862–1915) στο πανεπιστήμιο του Würzburg απέδειξε ότι και τα 36 χρωμοσώματα στον αχινό είναι απαραίτητα για κανονική ανάπτυξη
 - > και πάλι το 1902 ο **Walter Sutton** (1877–1916) στο πανεπιστήμιο της Columbia έδειξε ότι κάθε ένα από τα 11 ζεύγη χρωμοσωμάτων στην ακρίδα είναι διαφορετικά
- οι **Boveri & Sutton** υποπτεύθηκαν ότι το ζευγάρι μητρικών και πατρικών χρωμοσωμάτων και ο διαχωρισμός τους κατά την μείωση ήταν η **φυσική βάση** για τους **επανανακαλυφθέντες νόμους του Mendel για την κληρονομικότητα**.



Theodor Heinrich **Boveri** 1862 – 1915



Walter Stanborough **Sutton** 1877 – 1916

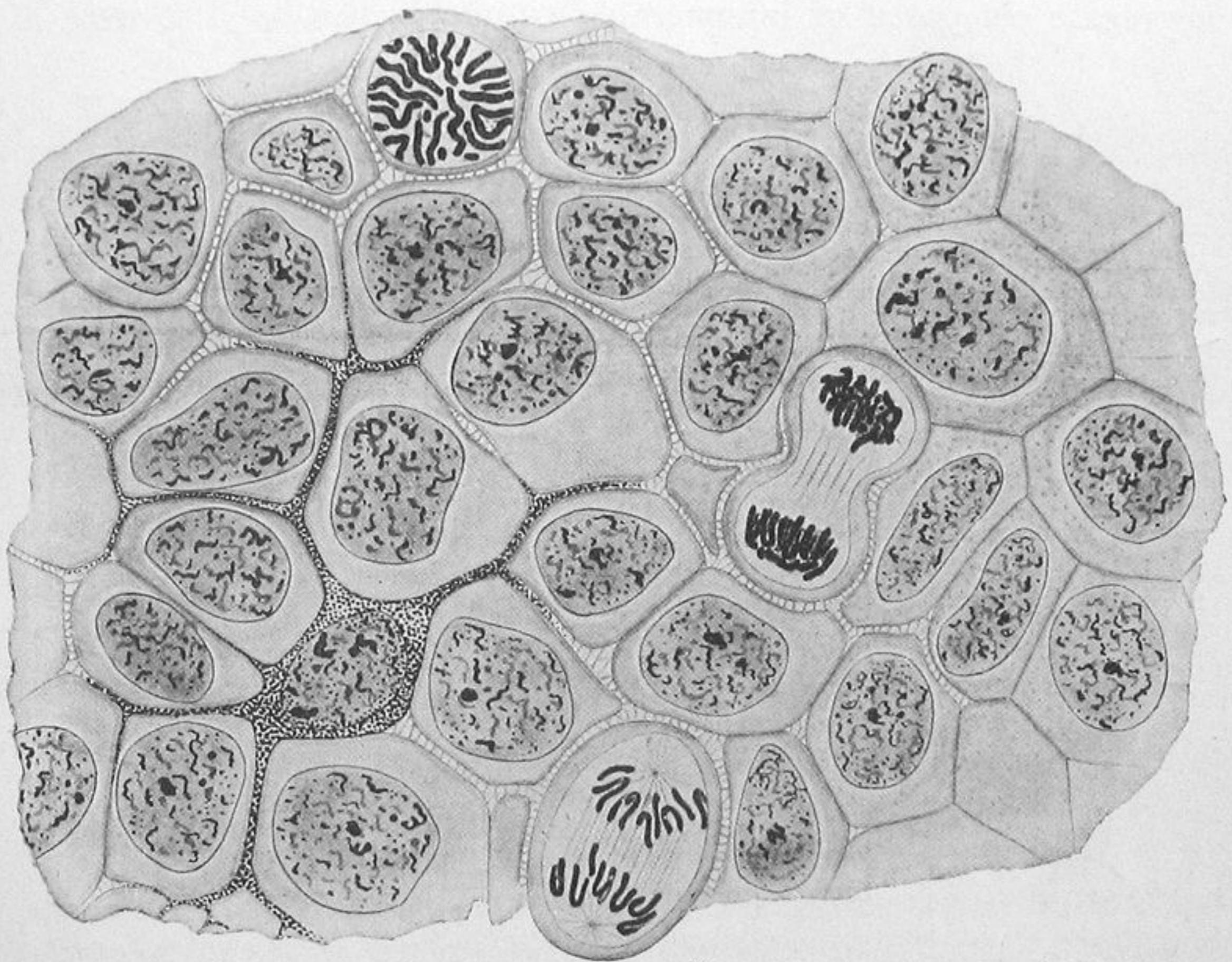
-στα τέλη του αιώνα, είναι πια εμφανές στους κυτταρολόγους ότι οι **κυτταρική οργάνωση** και **αναπαραγωγή** ήταν **πολύ πολύπλοκες**

-> ήταν πια αφελές να πιστεύει κανείς ότι ένα κύτταρο μπορεί να προέλθει μέσω **αυτόματης γένεσης από ανόργανο υλικό** (όπως ήλπιζαν οι υποστηρικτές του **υλισμού** κατά τον 19^ο αιώνα)

-ο E. B. Wilson γράφει στη δεύτερη έκδοση του *The Cell* το 1900, ότι η κυτταρολογία έμοιαζε

‘to **widen rather than narrow** the **enormous gap** that separates even the lowest forms of life from the inorganic world. I am well aware that to many such a conclusion may appear reactionary or even to involve a renunciation of what has been regarded as **the ultimate aim of biology**’

a



x

b