

Μη γραμμικά συστήματα

Χάος και fractals στην Ιατρική

Εισαγωγή

Μη γραμμικότητα

- Χαοτική συμπεριφορά
- Εμφάνιση μορφοκλασμάτων (fractals)

Μη γραμμική θεώρηση των πραγμάτων

Λύσεις σε προβλήματα που σε άλλες περιπτώσεις θα ήταν άλυτα

Μη γραμμικά συστήματα

Συστήματα τα οποία κάτω από ορισμένες συνθήκες παρουσιάζουν ευαισθησία στις αρχικές συνθήκες

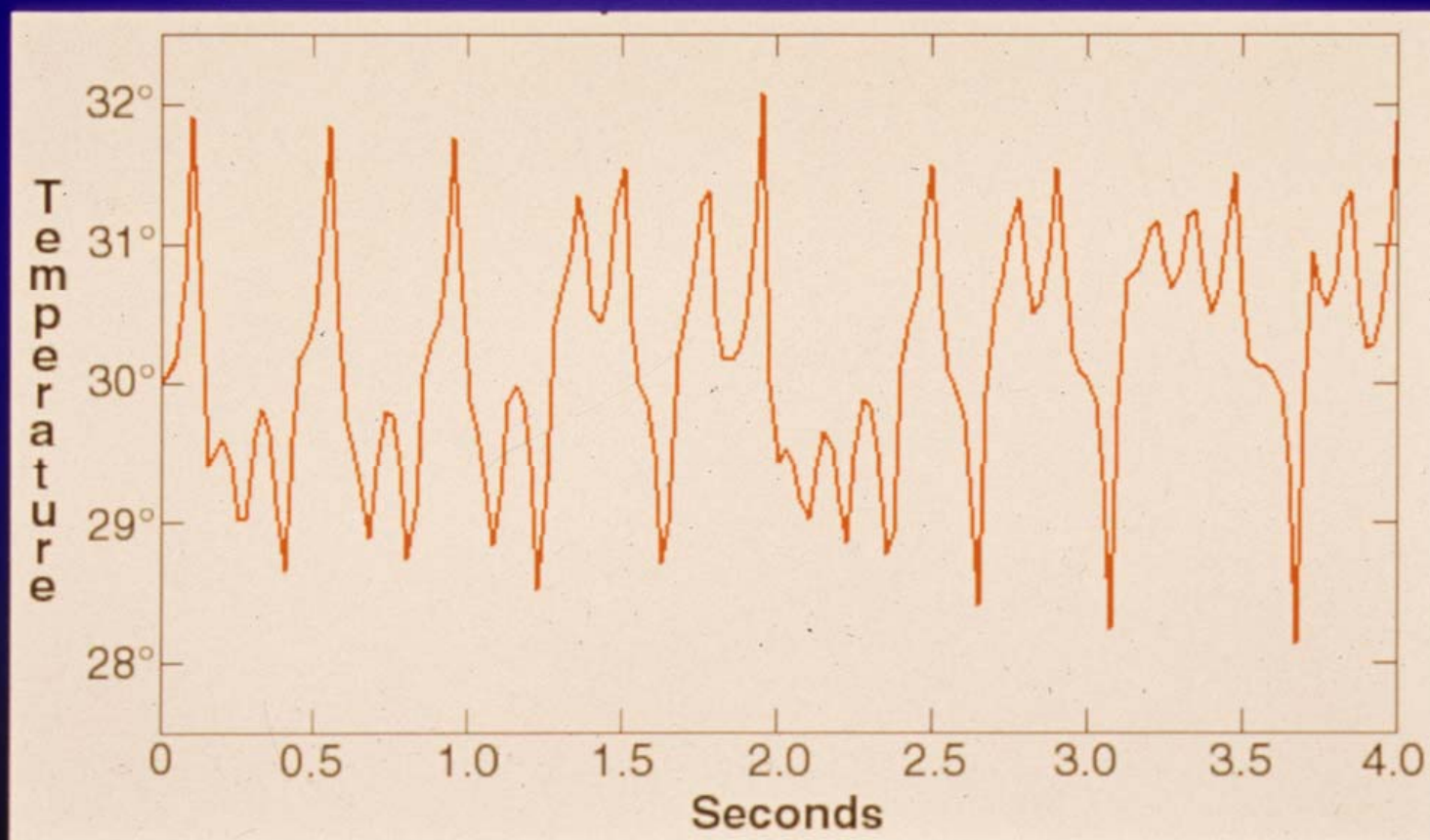
Αποτέλεσμα:

Φαινομενική τυχαιότητα της συμπεριφοράς των συστημάτων
κι αδυναμία πρόβλεψης, παρόλο που τα συστήματα αυτά είναι
ντετερμινιστικά



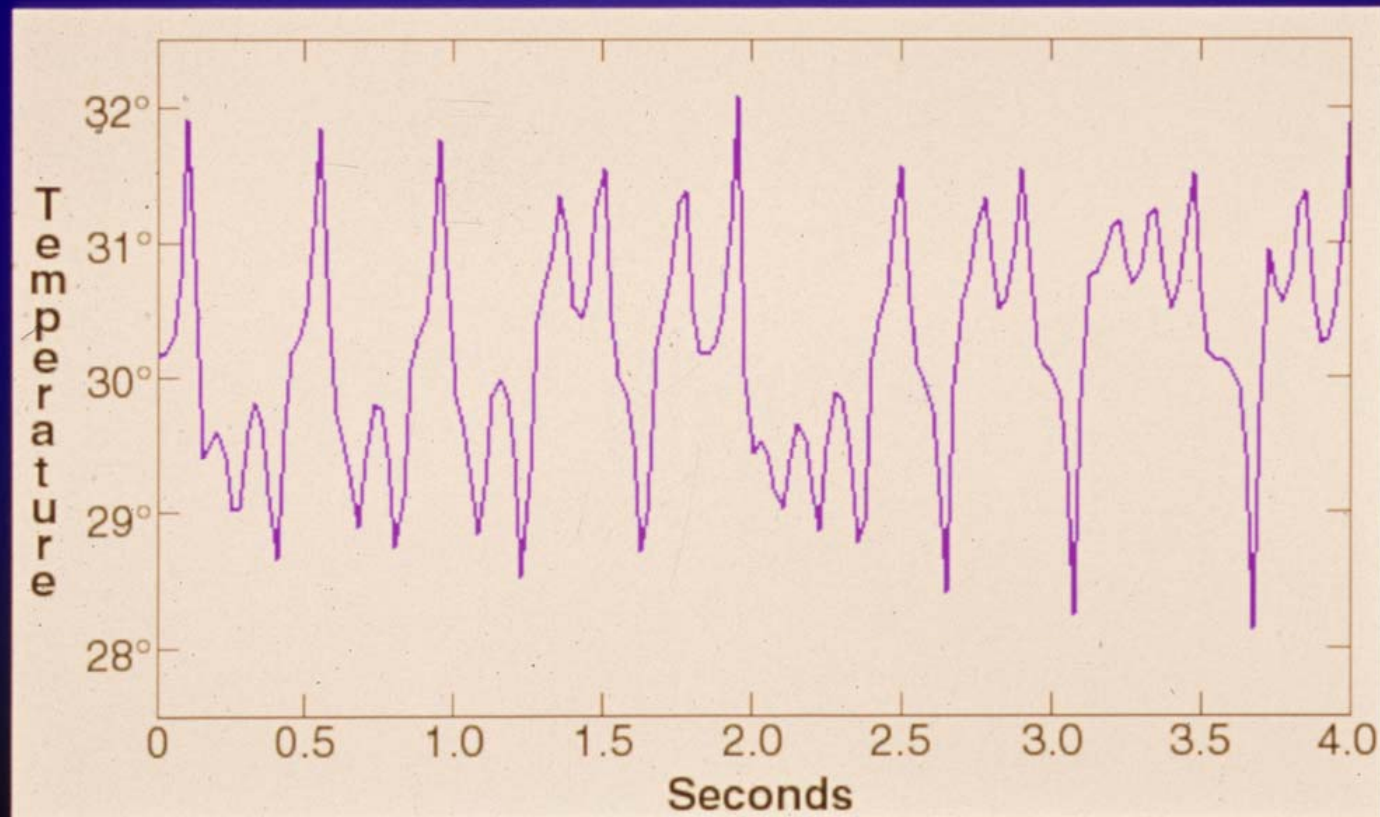
Sensitivity to Initial Conditions

Initial Temperature = 30.000000°C



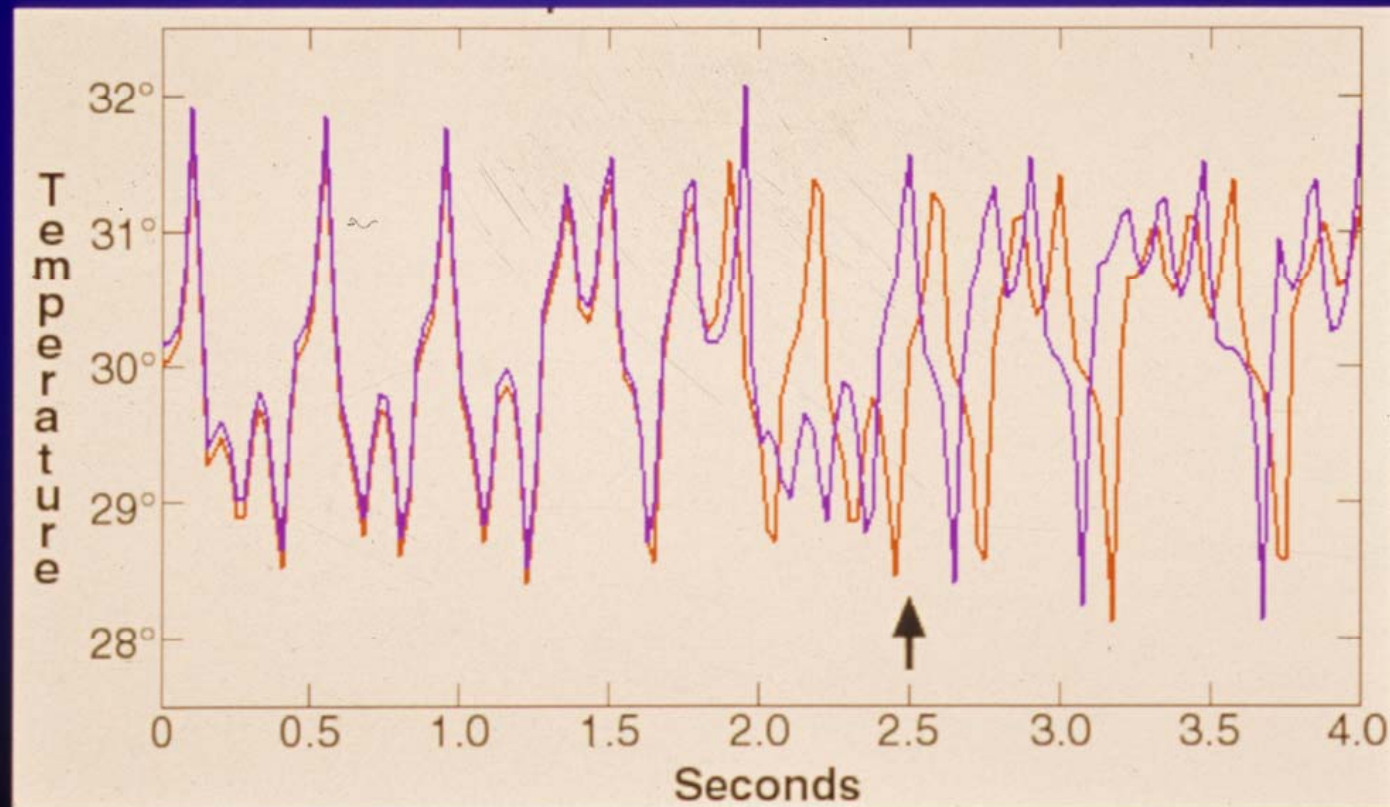
Sensitivity to Initial Conditions

Initial Temperature = $30.000001^{\circ}\text{C}$



Sensitivity to Initial Conditions

At 2.5 seconds: 28.5°C 31.5°C

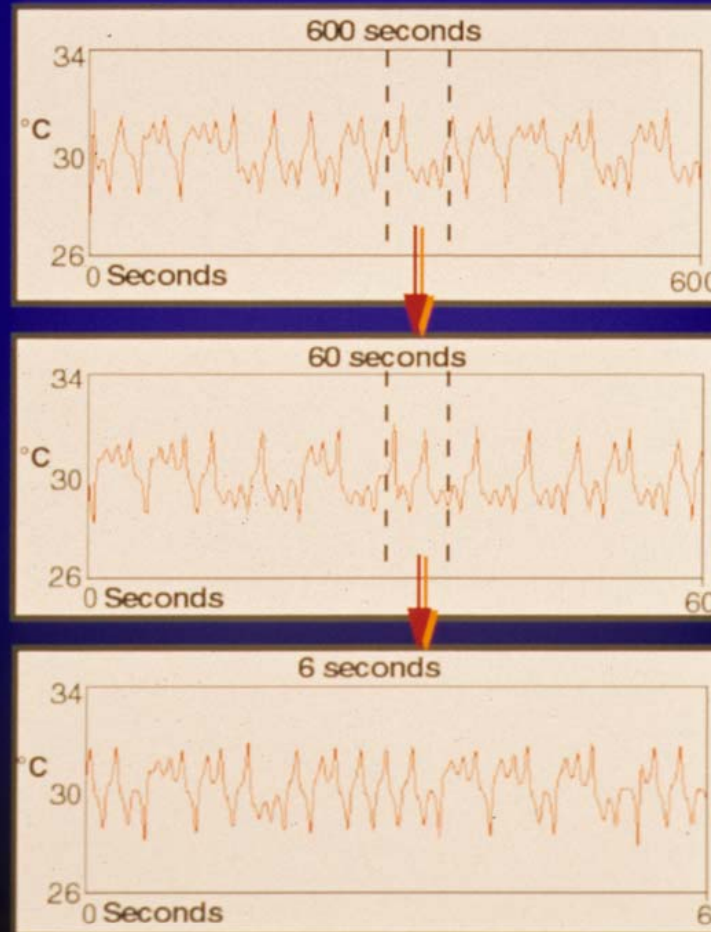


Φαινόμενο της πεταλούδας

Μια πεταλούδα που χτυπά τα φτερά της στο νότιο ημισφαίριο μπορεί να προκαλέσει μια καταιγίδα στο βόρειο ημισφαίριο

Σε ένα μη γραμμικό περιβάλλον αυτό είναι εφικτό καθώς μικρές αλλαγές μπορούν να επιφέρουν τεράστιες αλλαγές όταν το υποκείμενο σύστημα ακολουθεί μη γραμμικούς κανόνες

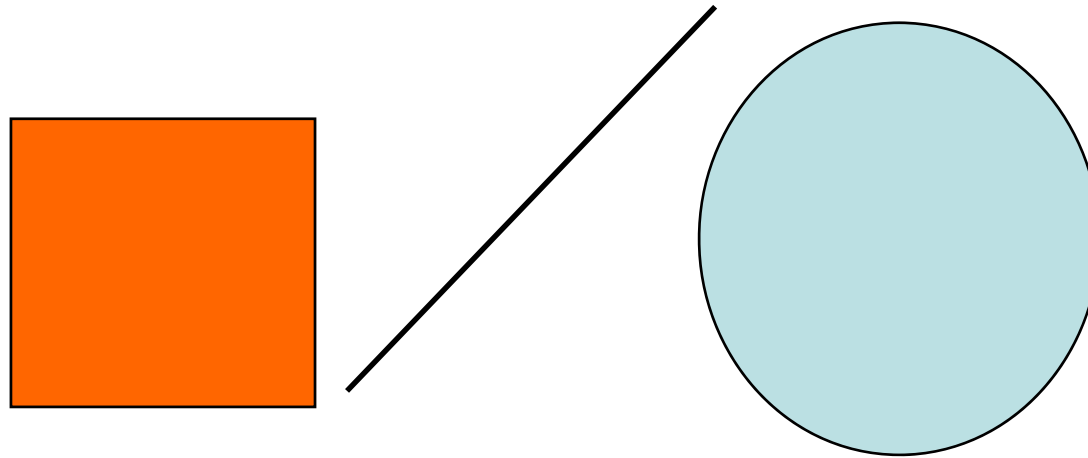
Basic Concept: Behavior of Chaotic Systems is Self-Similar

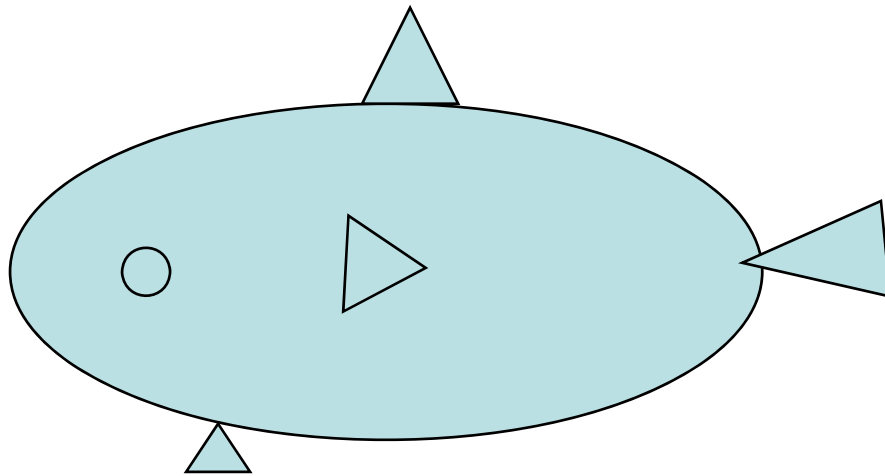
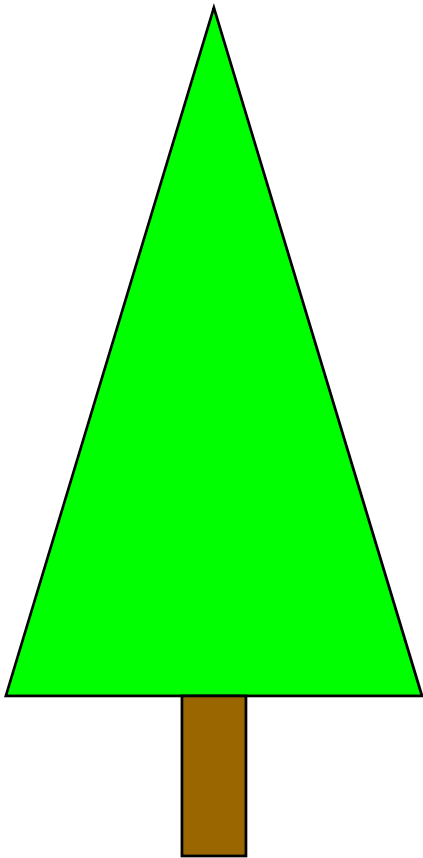


Fractal
Dimension
(D) = 2.09

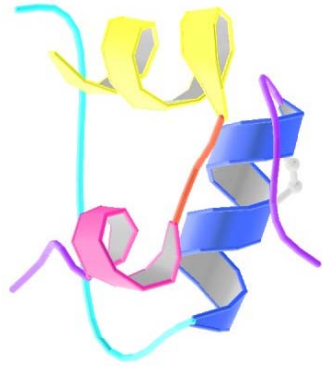
Πως θα ζωγραφίζατε τη ζωή

Με γραμμές;
Με κύβους;
Με κύκλους;





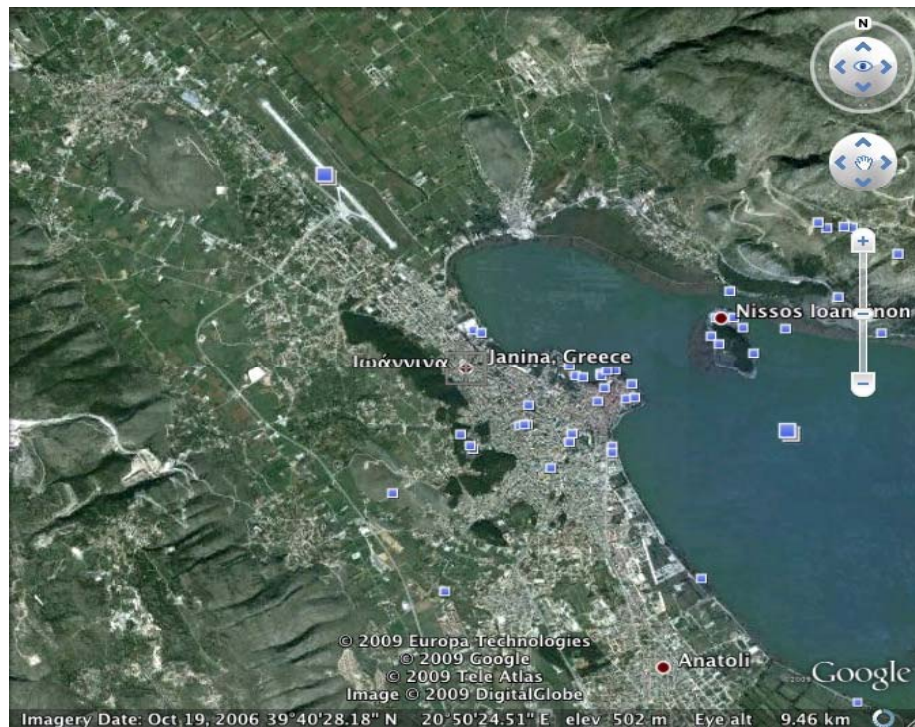
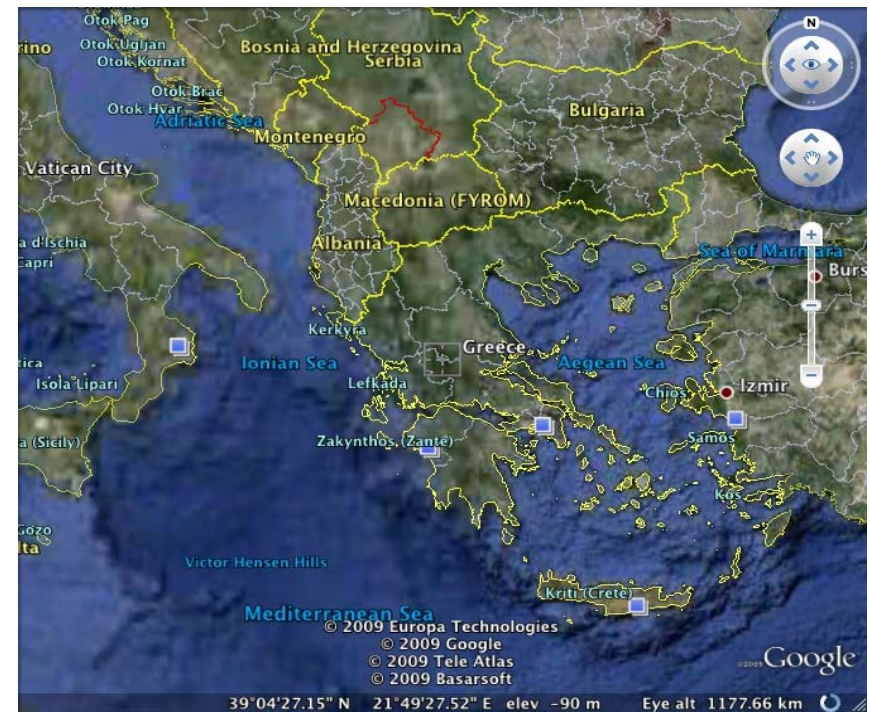
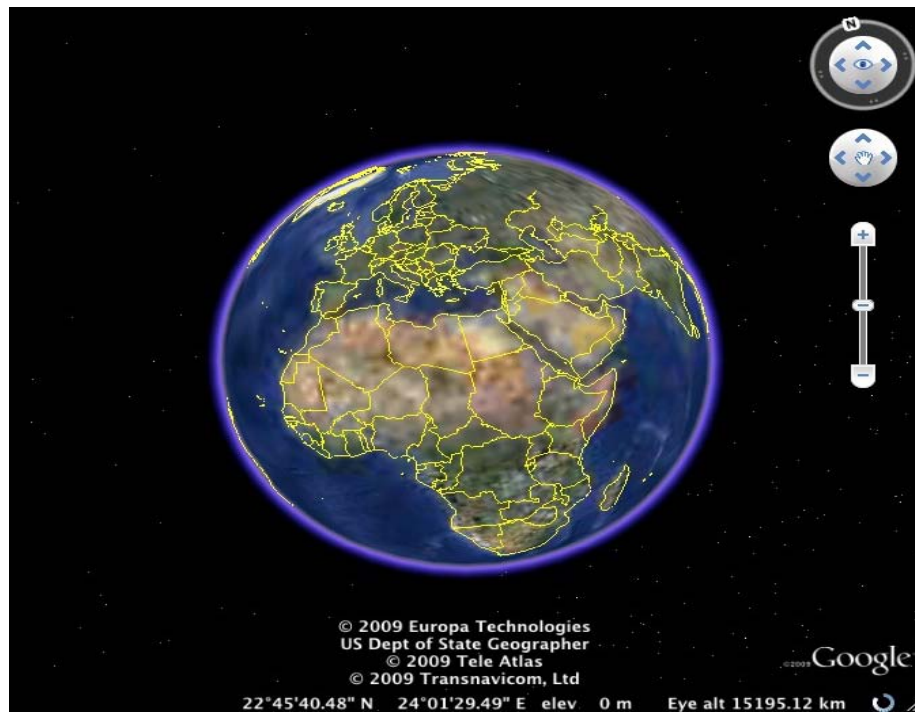
Η ζωή δεν παριστάνεται με
απλά σχήματα

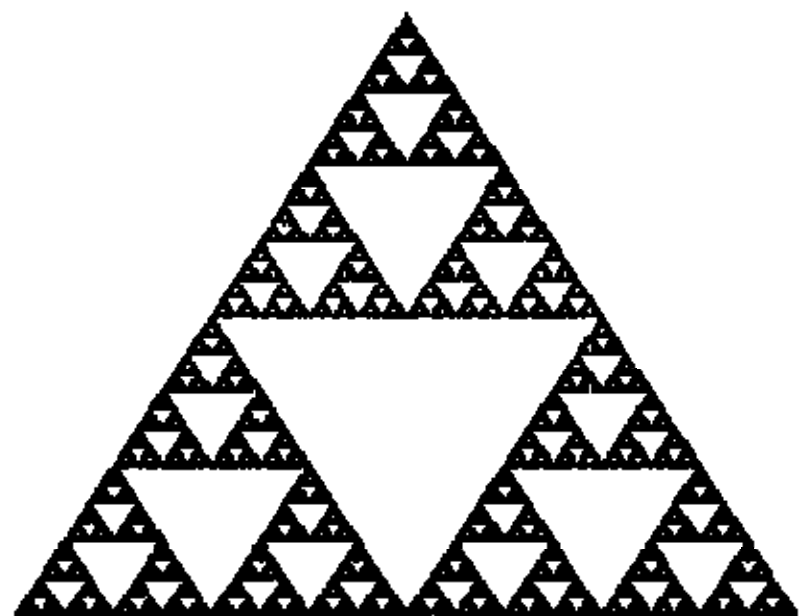


Φράκταλ

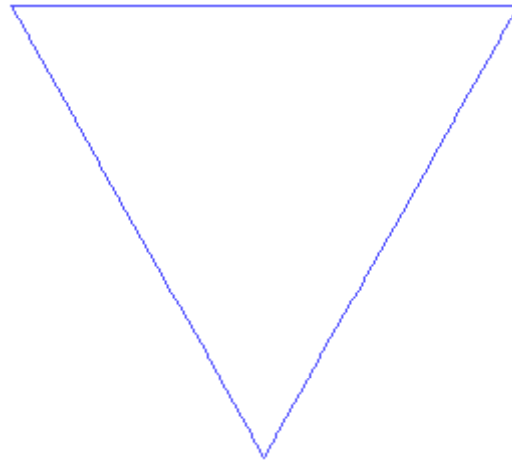
Πολύπλοκες γεωμετρικές μορφές που διαθέτουν αυτο-ομοιότητα (self-similarity) και είναι ανεξάρτητες από κλίμακα (δεν έχουν χαρακτηριστικό μέγεθος μέτρησης)



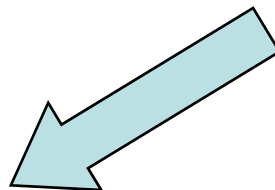




Koch snowflake



$$\begin{pmatrix} x_{n+1} \\ y_{n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_n \\ y_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix}$$

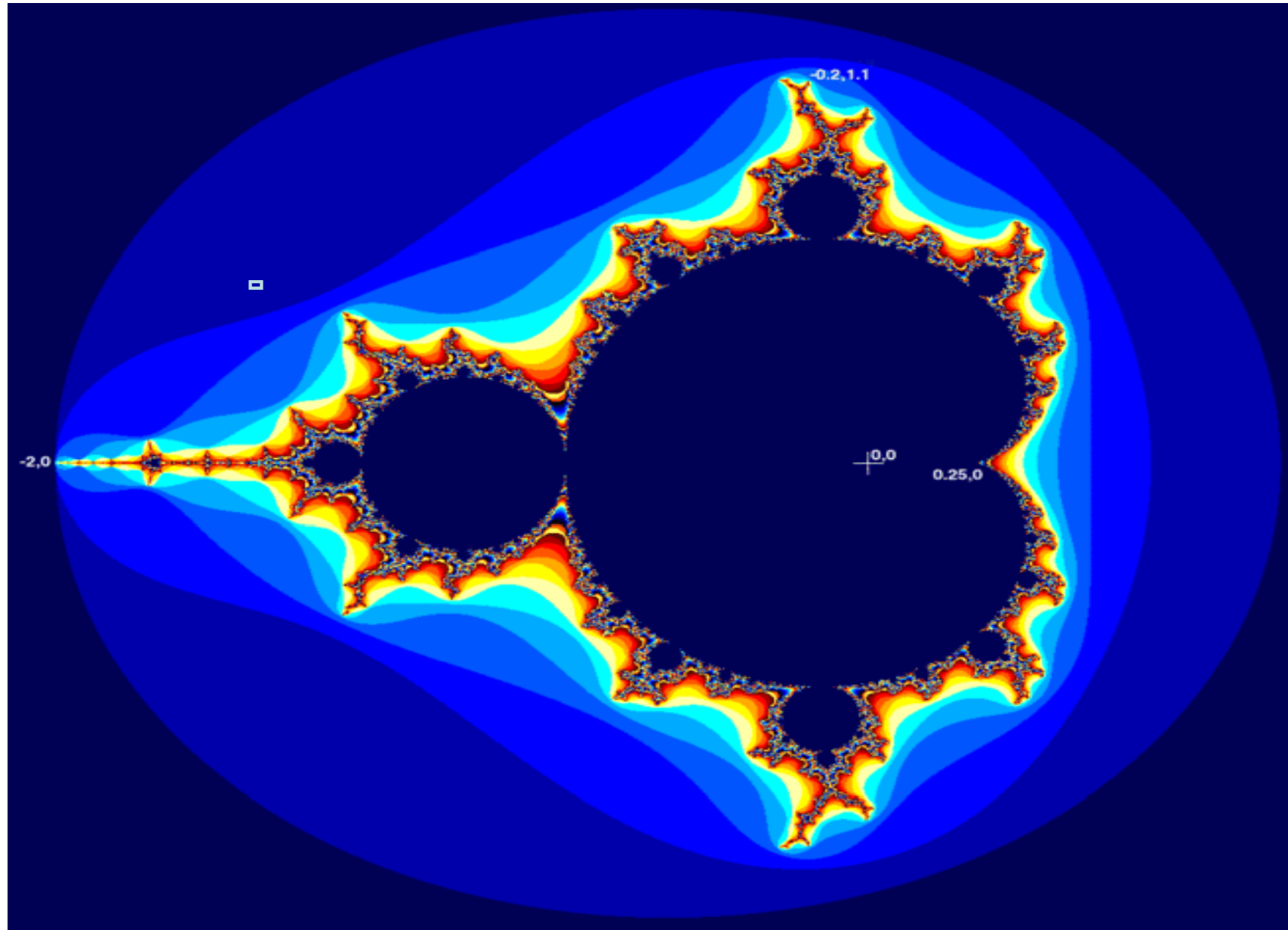


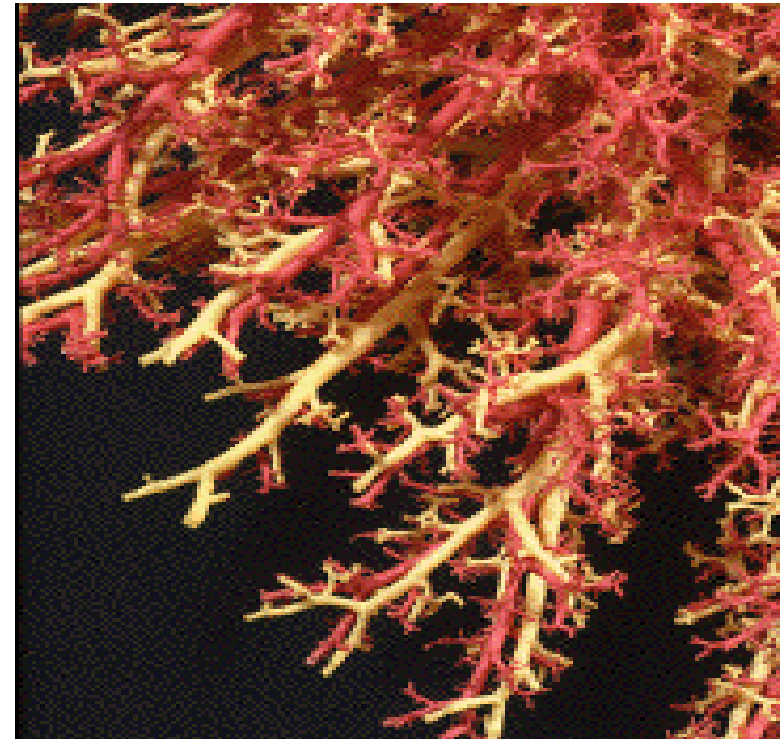
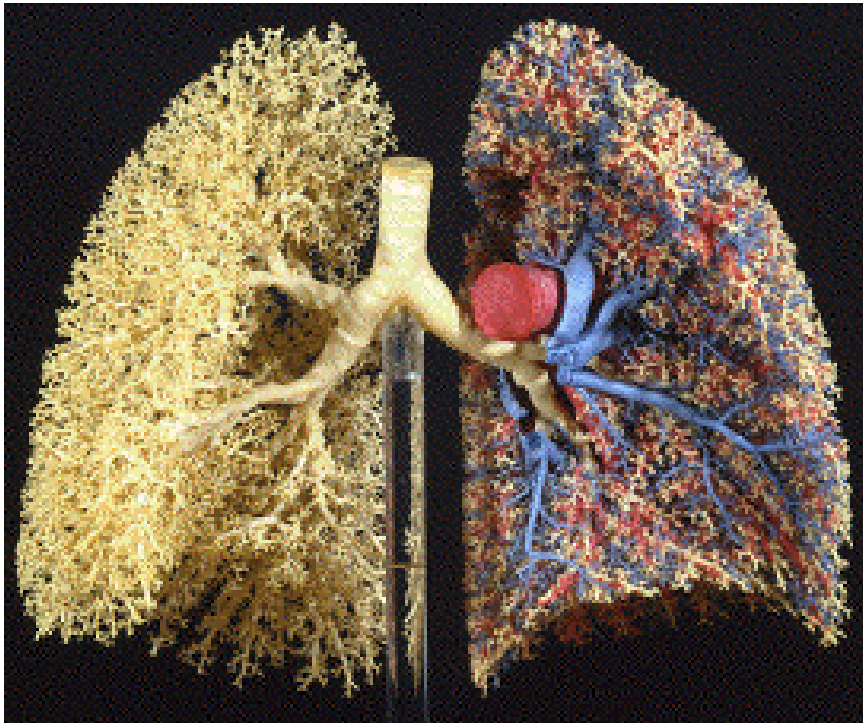
Transformation	Translation	Probability
$\begin{pmatrix} +0.00 & +0.00 \\ +0.00 & +0.16 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$	1%
$\begin{pmatrix} +0.85 & +0.04 \\ -0.04 & +0.85 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ 1.6 \end{pmatrix}$	85%
$\begin{pmatrix} +0.20 & -0.26 \\ +0.23 & +0.22 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ 1.6 \end{pmatrix}$	7%
$\begin{pmatrix} -0.15 & +0.28 \\ +0.26 & +0.24 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ 0.44 \end{pmatrix}$	7%





Το πιο γνωστό μορφοκλασματικό σύνολο: Mandelblot



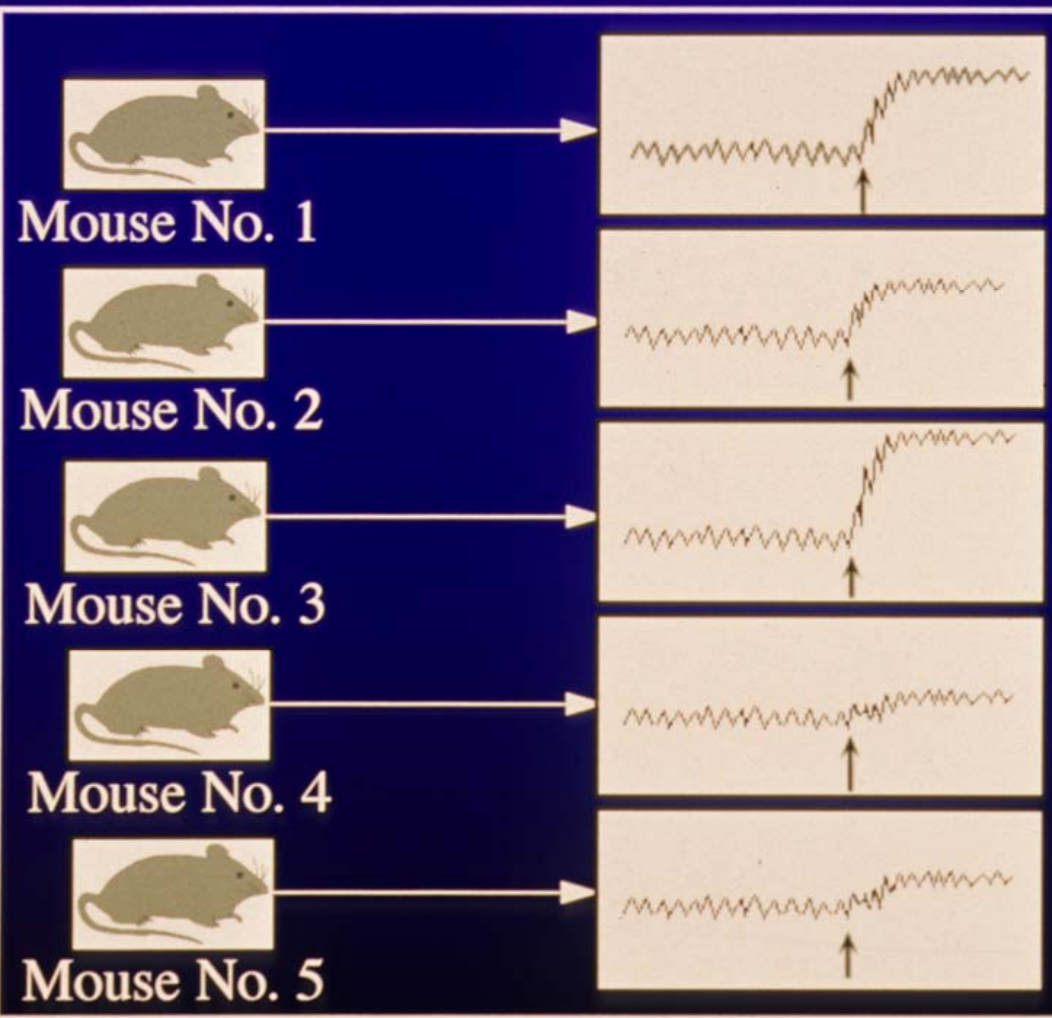


Μορφοκλασματικά
σύνολα στην
ιατρική



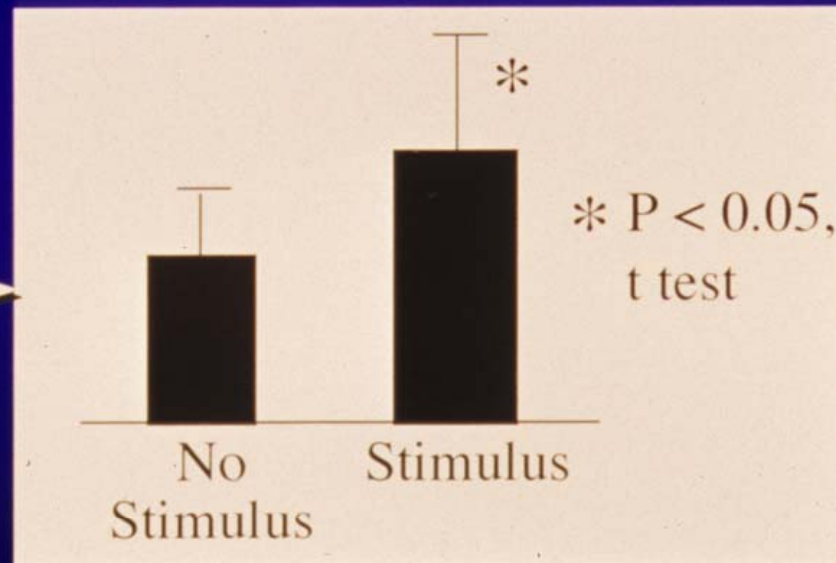
Linear Model

Hypothetical
Data



Linear Model

Orthodox
Analysis

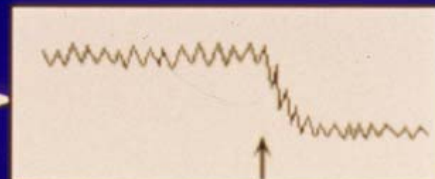


Nonlinear Model

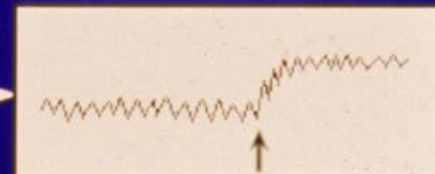


Hypothetical
Data

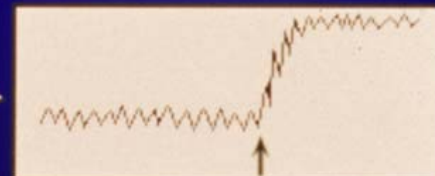
Mouse No. 1



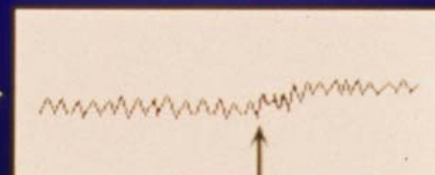
Mouse No. 2



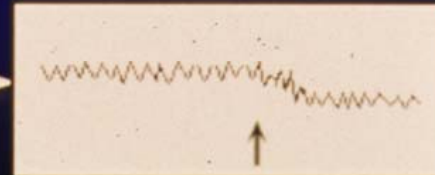
Mouse No. 3



Mouse No. 4

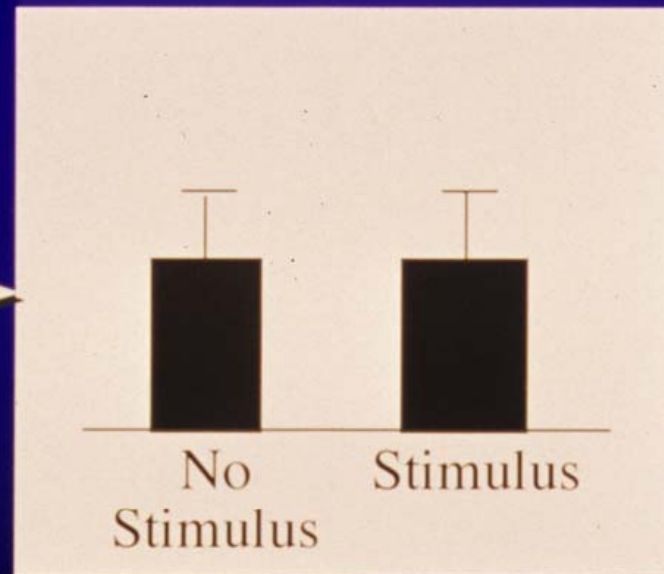


Mouse No. 5

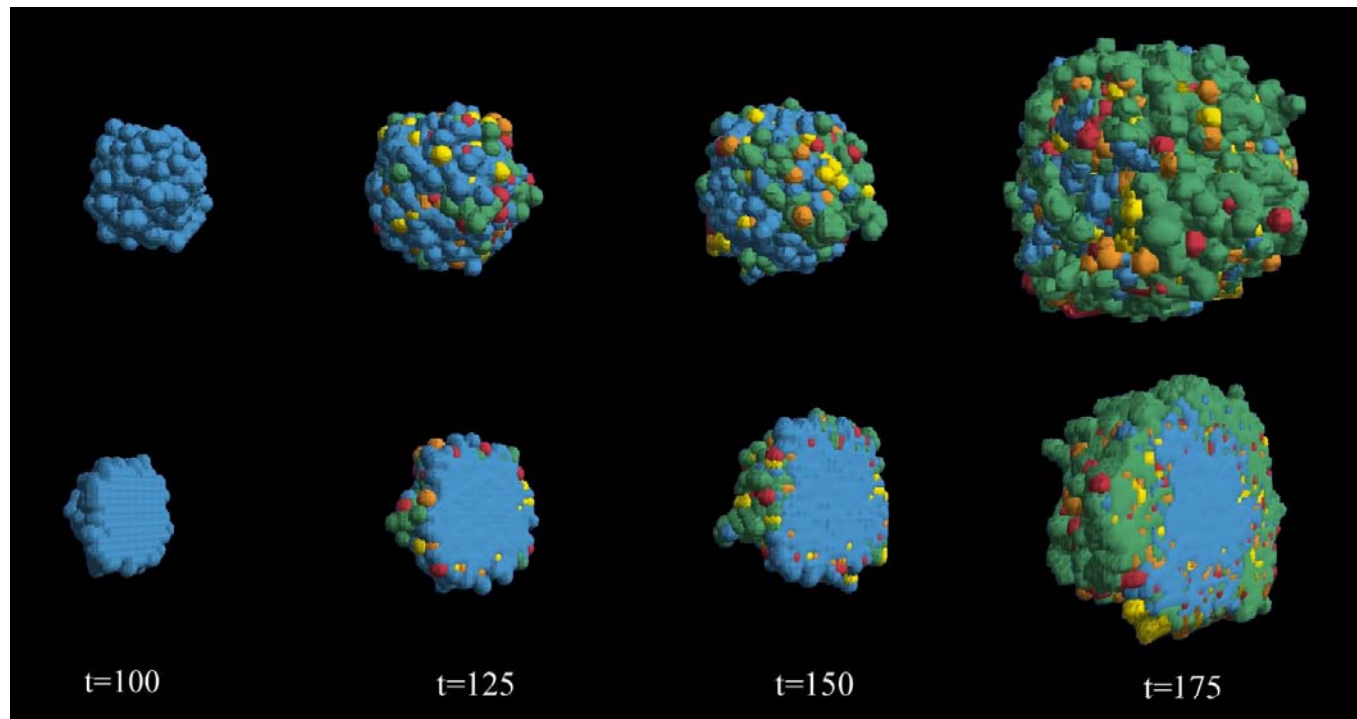


Nonlinear Model

Orthodox
Analysis

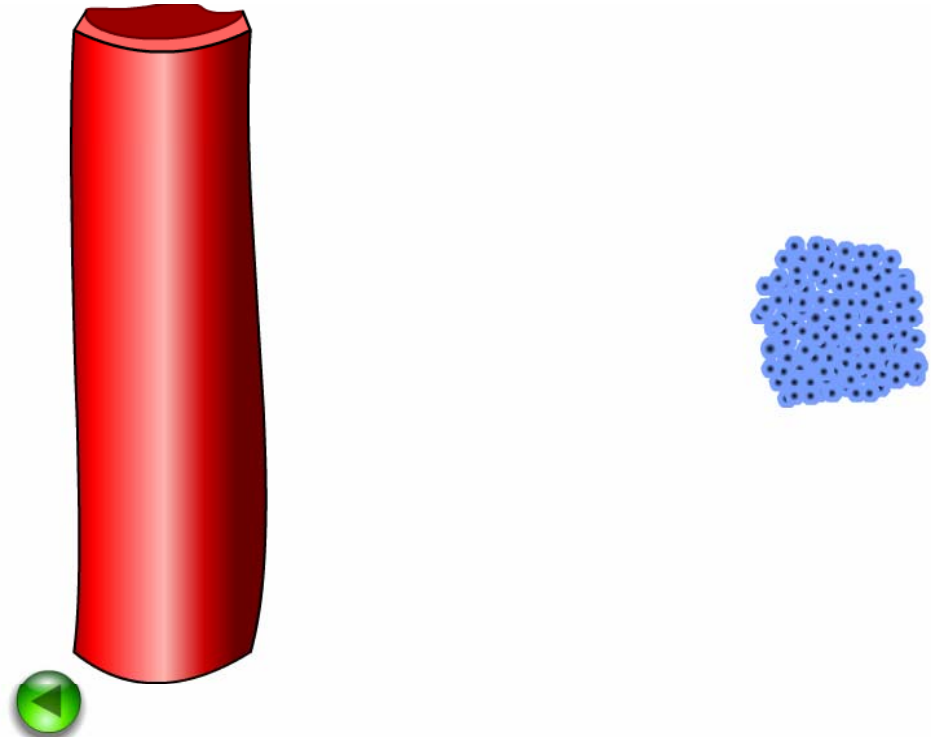


Παράδειγμα-Αγγειογένεση

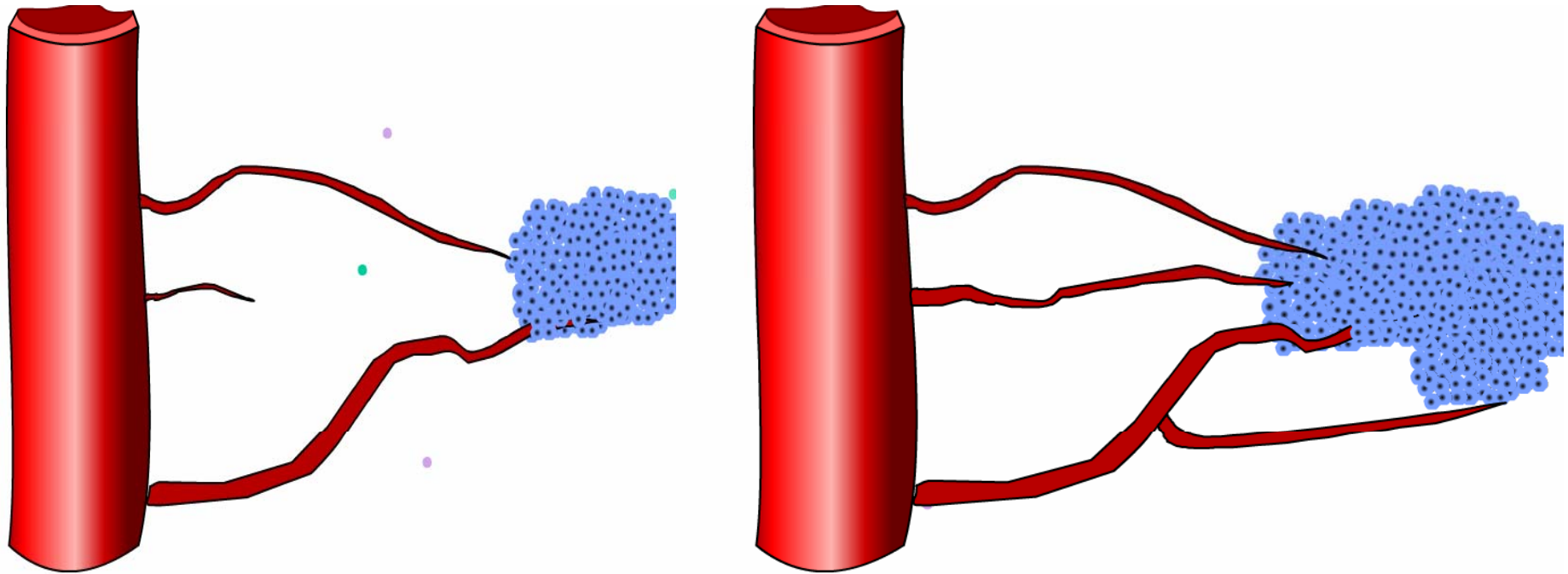


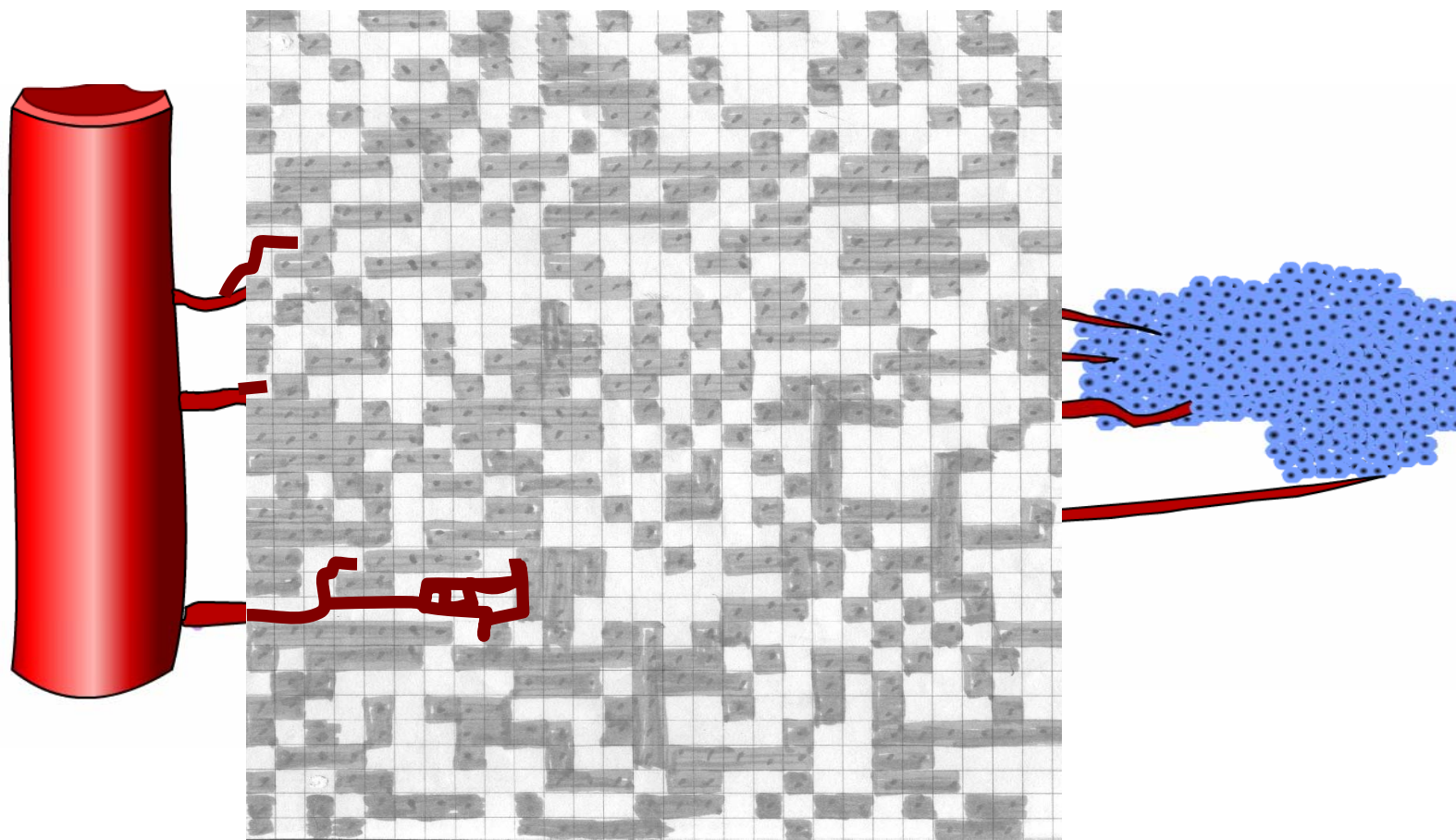
Αγγειογένεση

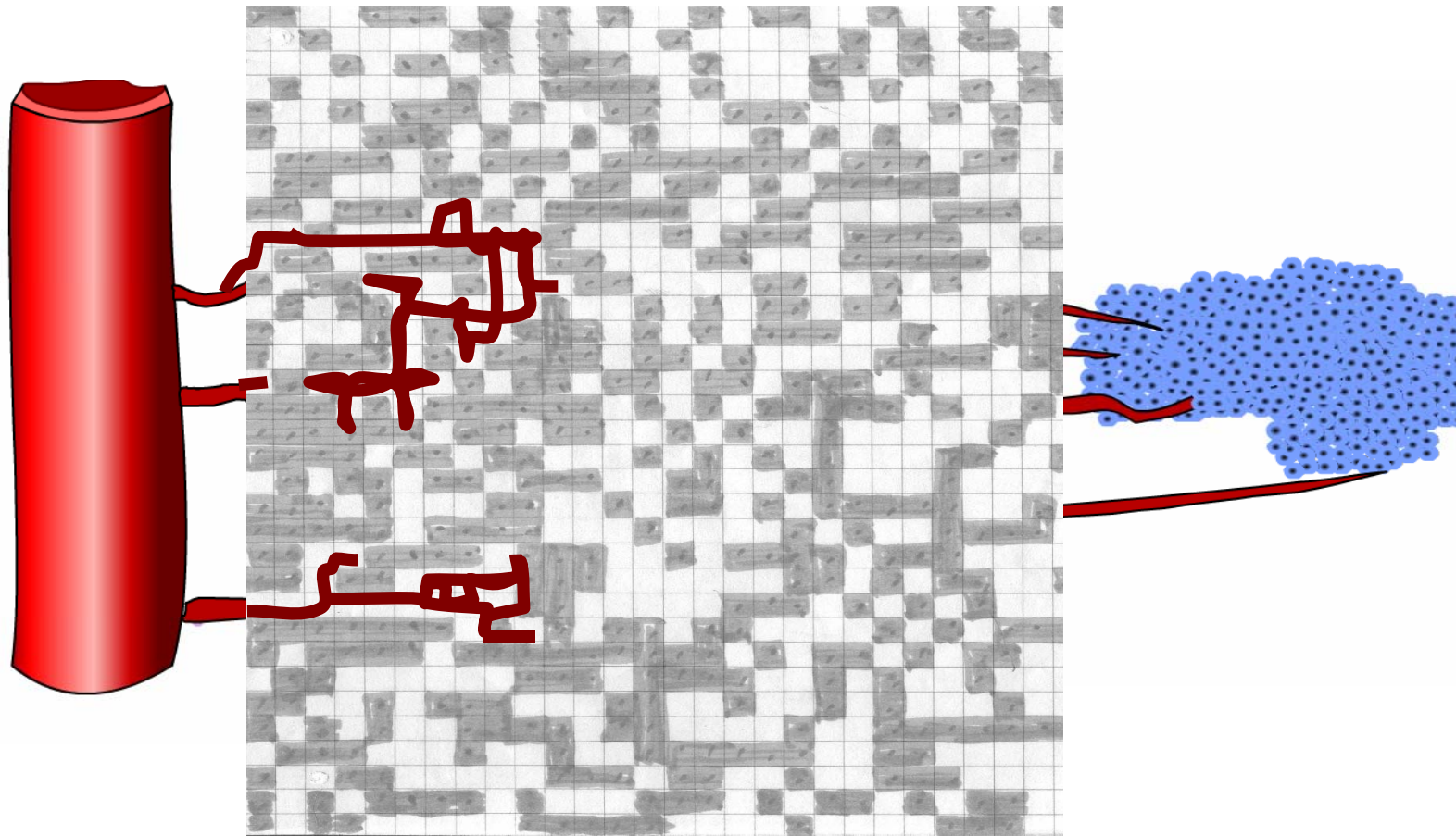
Όταν ένας όγκος ξεκινά να μεγαλώνει παίρνει θρεπτικά συστατικά και οξυγόνο από κοντινά αγγεία

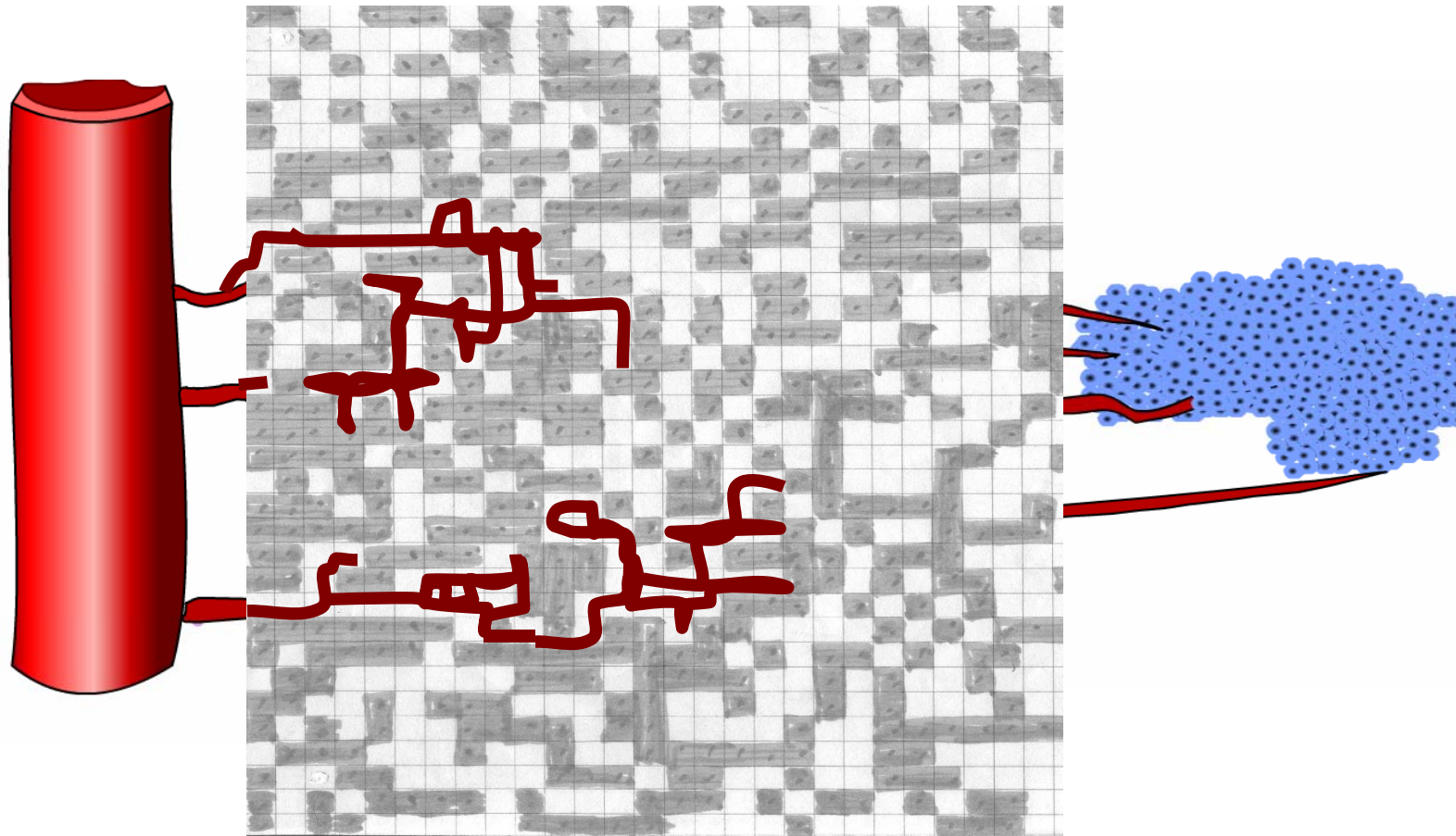


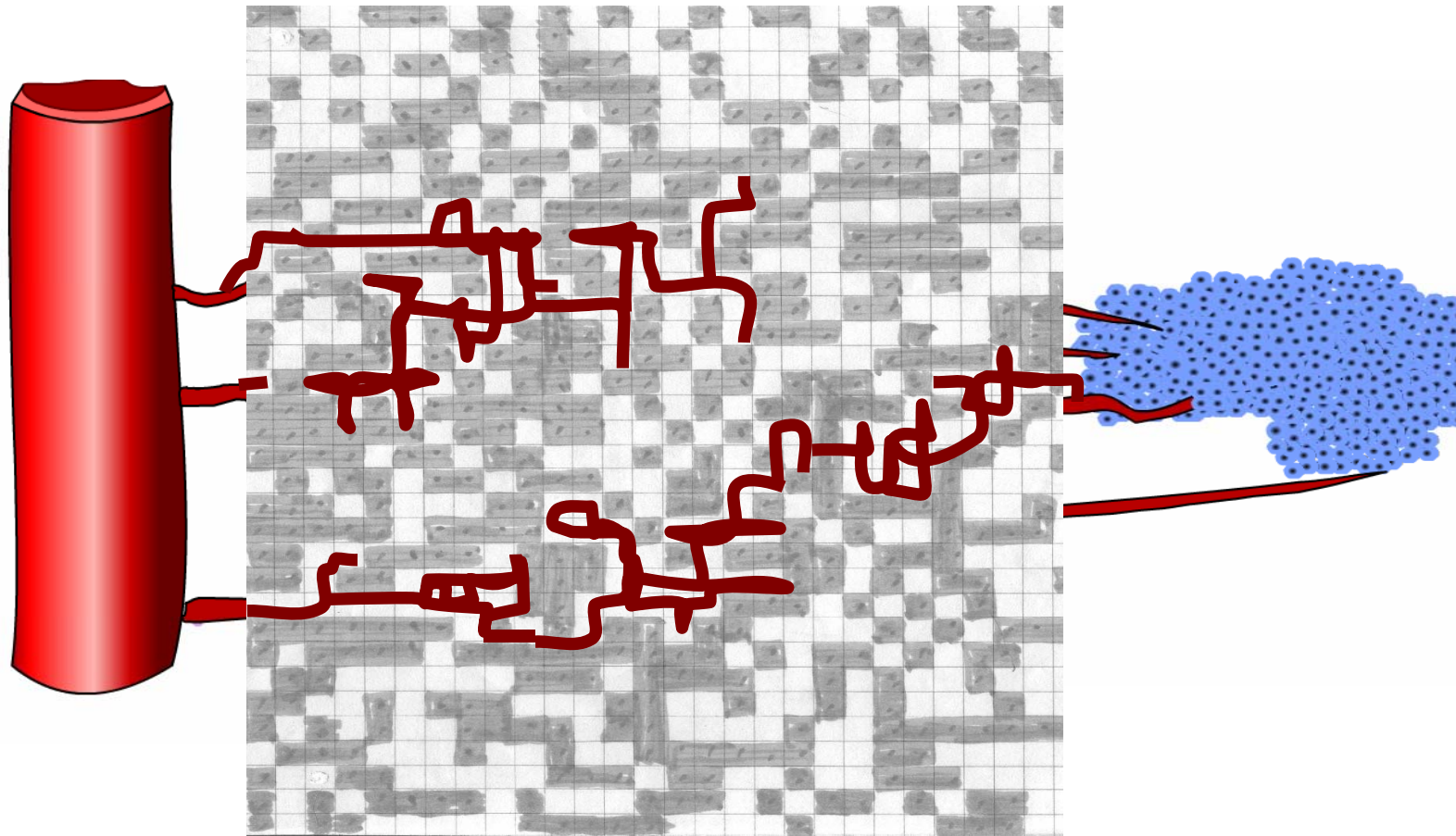
Αγγειογένεση

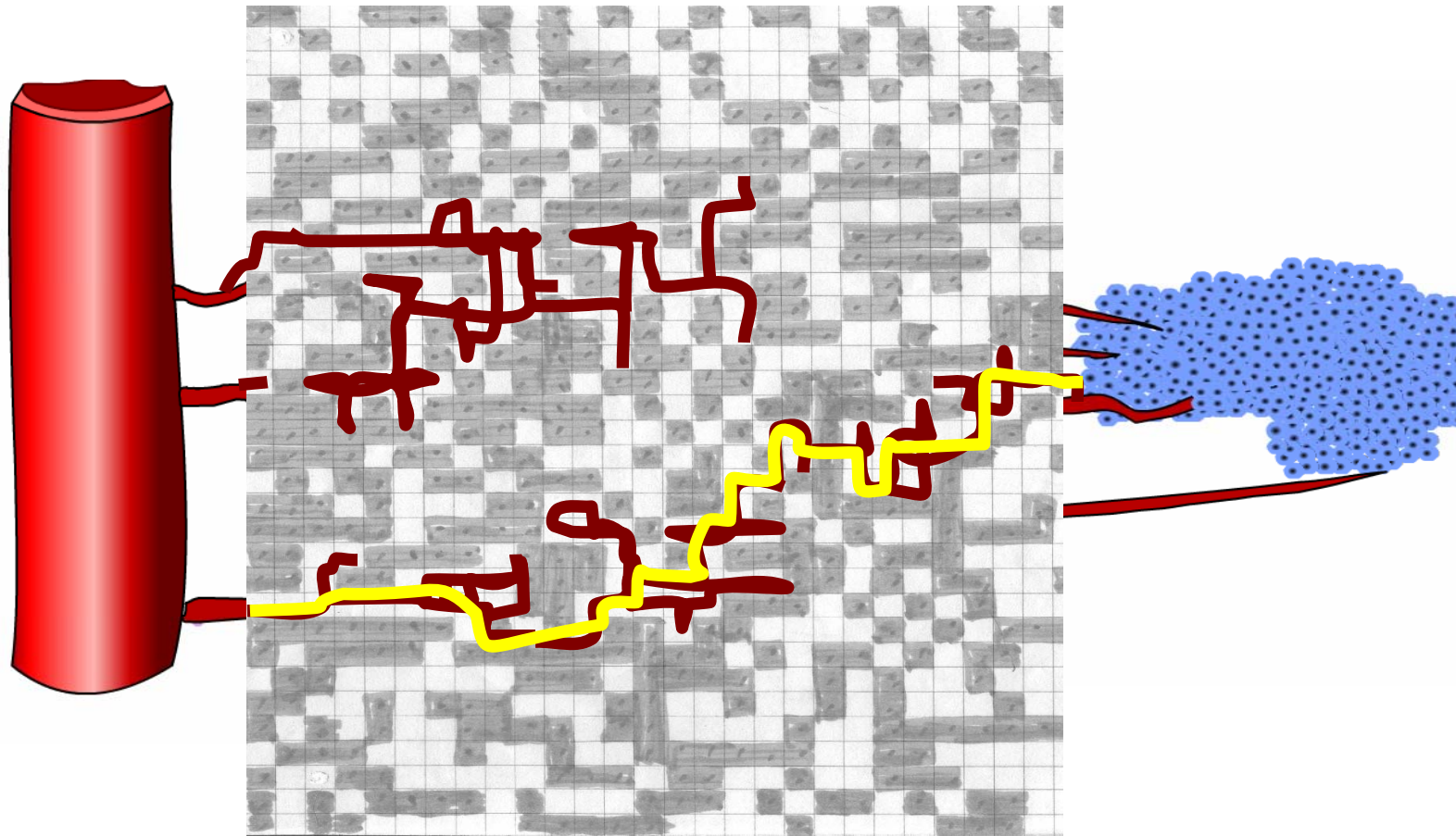












- Ερευνητές μελετούν την πιθανότητα κάποιος να χρησιμοποιήσει fractals για την καταπολέμηση του καρκίνου
- Θεωρία: Τα αιμοφόρα αγγεία αναπτύσσονται όπως οι ρίζες ενός φυτού
- Αποτέλεσμα: Κατανόηση της φύσης της αγγειογένεσης οδηγεί σε καλύτερη διάγνωση, καλύτερη θεραπεία