

Η ΜΙΤΩΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΑΙΝΙΓΜΑ ΤΩΝ ΔΥΟ ΤΥΦΛΩΝ ΔΙΔΥΜΩΝ



Σύμφωνα με ένα γνωστό αίνιγμα δύο τυφλοί δίδυμοι μπαίνουν σε ένα πολυκατάστημα την ίδια ώρα, και κατευθύνονται στο ίδιο τμήμα που πουλά κάλτσες. Εκεί ζητούν ο καθένας, 4 ζεύγη κάλτσες διαφορετικού χρώματος (άσπρες κόκκινες κίτρινες και μπλε).



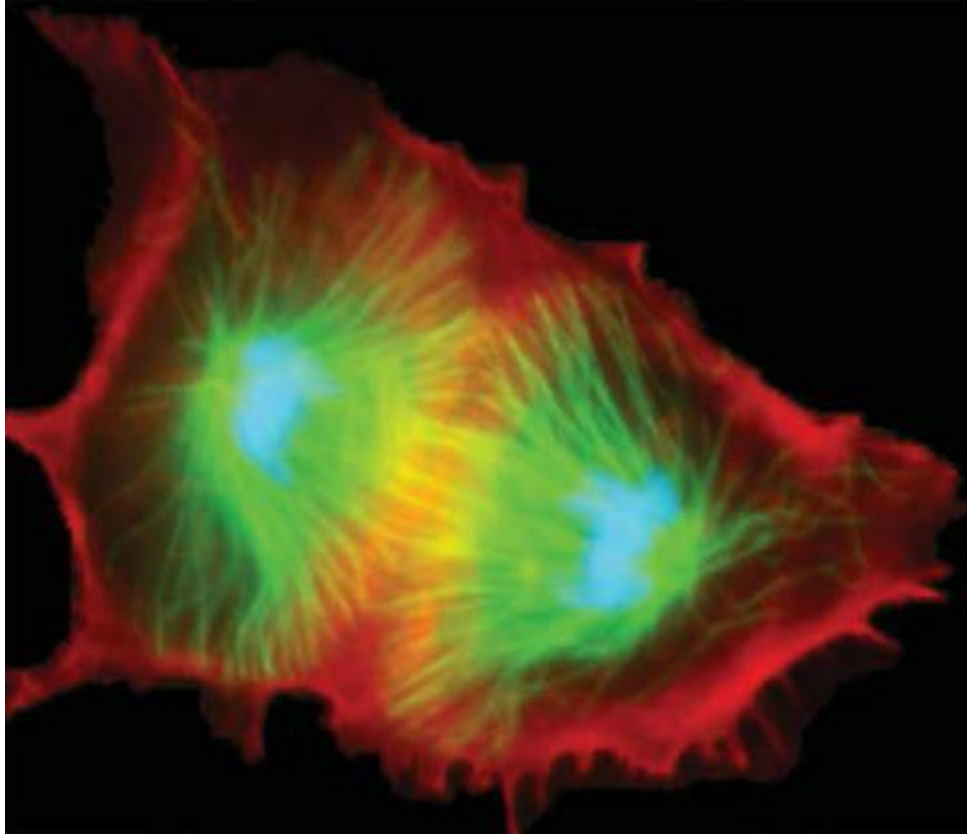
Κατευθύνονται κατόπιν στο ίδιο ταμείο έχοντας αγοράσει τα ίδια ακριβώς 4 ζεύγη κάλτσες. Ο ταμίας εντυπωσιασμένος από την παράξενη αυτή συμπεριφορά βάζει όλα τα ζεύγη στην ίδια σακούλα (2 άσπρα – 2 κόκκινα -2 κίτρινα – 2 μπλε ζευγάρια κάλτσες). Όταν βγαίνουν από το πολυκατάστημα οι δίδυμοι πρέπει να χωρίσουν τα ζεύγη με τις κάλτσες. Πως θα γίνει αυτό; Μπορούμε να επιλύσουμε το αίνιγμα;



Κατά μία παράξενη σύμπτωση τα κύτταρα έχουν το ίδιο δίλλημα με αυτό που έχουν οι δύο τυφλοί δίδυμοι. Οι περισσότεροι οργανισμοί έχουν δύο αντίγραφα της γενετικής πληροφορίας ένα από κάθε γονέα. Πριν την κυτταρική διαίρεση το DNA σε κάθε χρωμόσωμα διπλασιάζεται, και μετά το διπλασιασμό υπάρχουν 2 αντίγραφα κάθε χρωμοσώματος που καλούνται αδελφές χρωματίδες. Στο τέλος της κυτταρικής διαίρεσης είναι σημαντικό το καθένα από τα νέα κύτταρα να λάβει ένα πλήρες αντίγραφο του γενετικού υλικού ακριβώς όπως ο κάθε τυφλός δίδυμος πρέπει να πάρει ακριβώς: 4 ζευγάρια κάλτσες: άσπρο κόκκινο κίτρινο και μπλε ζευγάρι.

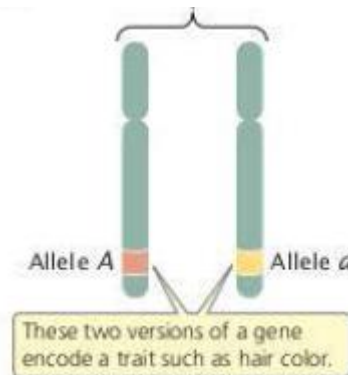
Η λύση στο αίνιγμα των τυφλών διδύμων είναι απλή: Οι κάλτσες πουλιούνται σε ζεύγη, και το κάθε ζεύγος συνδέεται με ένα νήμα ή ένα χαρτονάκι (το κεντρο-μέρος). Όταν το κάθε ζεύγος βγει από το σάκο, θα κοπεί το νήμα ή το χαρτονάκι (κεντρόμερος) και θα δοθεί μία κάλτσα σε κάθε δίδυμο. Με αυτό τον τρόπο στο τέλος της εργασίας ο κάθε δίδυμος θα έχει πάρει ακριβώς: 2 άσπρες κάλτσες, 2 κόκκινες κάλτσες, 2 κίτρινες κάλτσες και 2 μπλε κάλτσες.

Είναι αξιοσημείωτο ότι τα κύτταρα δίνουν μια παρόμοια λύση στο πρόβλημα του ισομερισμού του γενετικού υλικού στα θυγατρικά κύτταρα. Οι αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος οδεύουν σε διαφορετικές κατευθύνσεις ακριβώς όπως η κάθε κάλτσα ενός ζεύγους πηγαίνει σε διαφορετική σακούλα. Όπως το νήμα (ή το χαρτονάκι) συνδέει τις κάλτσες ενός ζευγαριού, ένα μόριο που ονομάζεται *cohesine* κρατά τις αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος ενωμένες, μέχρι που αποκόπτονται από ένα μοριακό μαχαίρι που καλείται *separase*. Έτσι οι δύο αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος διαχωρίζονται και το κύτταρο διαιρείται έχοντας εξασφαλίσει μια πλήρη σειρά ομολόγων χρωμοσωμάτων σε κάθε θυγατρικό κύτταρο.



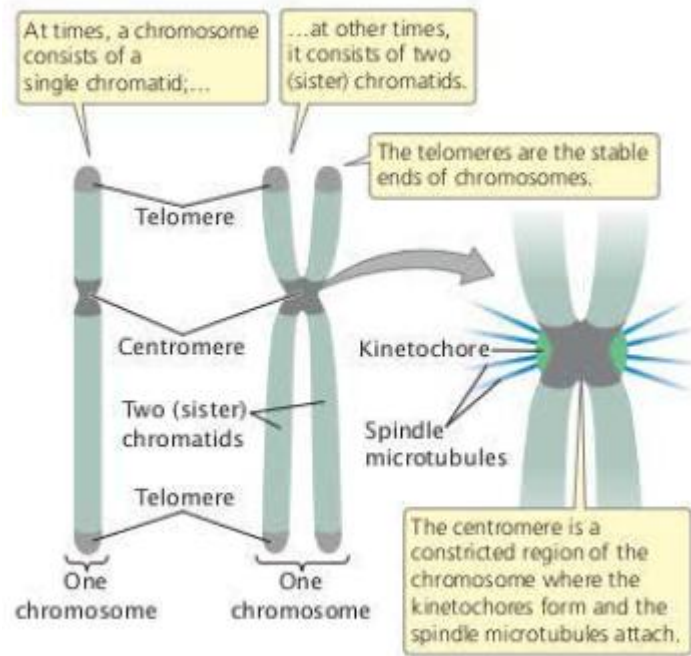
Οι αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος (μπλε χρώμα) κατά τη διαδικασία της μίτωσης οδεύουν στους δύο πόλους του κυττάρου εξασφαλίζοντας ότι κάθε νέο θυγατρικό κύτταρο λαμβάνει ένα πλήρες σετ χρωμοσωμάτων που συνιστούν ακριβή αντίγραφο του γενετικού υλικού που υπήρχε στο αρχικό κύτταρο.

Σύμφωνα με αυτήν την αναλογία, το αίνιγμα των 2 τυφλών και το κύτταρο διαφέρουν σε ένα ουσιώδες σημείο. Αν στους δύο τυφλούς διδύμους γίνει ένα λάθος, ό ένας θα πάρει μία κάλτσα παραπάνω και ο άλλος μία κάλτσα λιγότερη, χωρίς να προκύπτει κάποια σημαντική βλάβη. Δεν ισχύει όμως το ίδιο με τα κύτταρα. Λάθη στο διαχωρισμό των χρωμοσωμάτων, παράγει κύτταρα με παραπάνω ή με λιγότερα χρωμοσώματα (χρωμοσωμικές ανωμαλίες) πράγμα το οποίο έχει συνήθως σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του ατόμου.

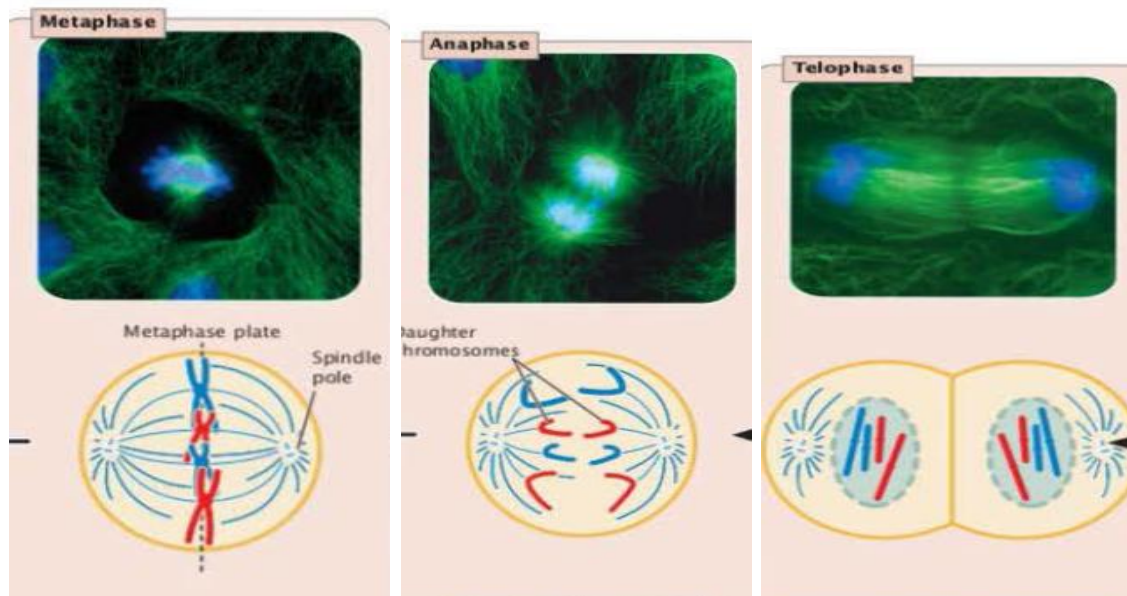


Στον άνθρωπο σε όλα τα φυσιολογικά σωματικά κύτταρα υπάρχουν 23 ζεύγη ομολόγων χρωμοσωμάτων. Το ένα χρωμόσωμα κάθε ζεύγους είναι πατρικής και το άλλο μητρικής προέλευσης.

Πριν την κυτταρική διαίρεση το κάθε χρωμόσωμα από κάθε ζεύγος διπλασιάζεται οπότε προκύπτουν οι 2 αδελφές χρωματίδες που συγκρατούνται στο κεντρομερίδιο.



Τα διπλασιασμένα χρωμοσώματα κάθε ζεύγους ομολόγων χρωμοσωμάτων συσπειρώνονται κατά τη διαδικασία της μίτωσης και τοποθετούνται τυχαία στο ισημερινό επίπεδο κατά το στάδιο μετάφασης της μίτωσης.



Κατά το στάδιο της ανάφασης οι αδελφές χρωματίδες κινούνται προς τους αντίθετους πόλους του κυττάρου συρόμενα στους μικροσωληνίσκους της ατράκτου. Κατά το στάδιο της τελόφασης έχουμε το σχηματισμό των δύο νέων κυττάρων ακριβώς όμοιων με το αρχικό, που περιέχουν την ίδια ποσότητα γενετικού υλικού.

Η. Γαβρίλης

- Desegregating science and the public

<https://www.nature.com/articles/ng0408-375>

- Genetics a conceptual approach Benjamin Pierce

<https://www.pdfdrive.com/genetics-a-conceptual-approach-d186741220.html>