



Docentenhandleiding

Afsluitende module

De tumor als evolutieproces



Ontwikkeld door het Cancer Genomics Centre

in samenwerking met het Freudenthal Instituut voor
Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen
van Universiteit Utrecht

Tekst

Dirk Jan Boerwinkel en Carin Crujjsen

Update

Augustus 2013

Illustraties

Sebastiaan Donders (via www.allesoverDNA.nl)

Vormgeving

Identim, Wageningen

Op alle lesmaterialen is de Creative Commons
Naamsvermelding-Niet-commercieel-Gelijk delen 3.0 Nederland
Licentie van toepassing
(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/nl/>).

CC BY-NC-SA 2009 – Cancer Genomics Centre

Met vragen en/of opmerkingen kunt u contact opnemen met het
Reizend DNA-lab 'Lees de taal van de tumor'
(Utrecht@dnlabs.nl).

De tumor als evolutieproces

| | |
|---|---|
| Niveau | 6 vwo (expert) |
| Vak | Biologie |
| Leerdoelen | <p>De leerling kan:</p> <ul style="list-style-type: none">□ Uitleggen dat elke kanker een unieke reeks mutaties heeft verzameld die via verschillende wegen leiden tot overeenkomstige kenmerken van een tumor.□ Overeenkomsten en verschillen aangeven tussen het proces van evolutie en het ontstaan van een tumor. <p>Overeenkomsten:</p> <ul style="list-style-type: none">□ Kans op mutaties die een selectievoordeel opleveren klein, maar er zijn veel kansen.□ Meerdere mutaties moeten in juiste volgorde bij elkaar komen.□ Selectie op factoren die groter aandeel in nakomelingen bevordert.□ Gelijke selectiedruk levert vergelijkbare producten op in niet verwante organismen/cellen (convergentie). <p>Verschillen:</p> <ul style="list-style-type: none">□ Cel op weg naar kanker kan geen mutaties combineren via geslachtelijke voortplanting.□ Cel op weg naar kanker krijgt relatief meer 'nageslacht' door ontsnappen aan regulatie. |
| Aansluitend bij | Reizend DNA lab 'Lees de taal van de tumor'. Ook mogelijk als aansluiting op lessen over evolutie. |
| Benodigde voorkennis indien apart gebruikt | De module is ook uit te voeren zonder eerst het DNA-lab te hebben gevolgd. De leerling moet dan wel de volgende voorkennis bezitten: <ul style="list-style-type: none">□ Transcriptie en translatie van DNA.□ Kanker is het gevolg van mutaties in 5 à 7 genen.□ Deze genen coderen voor eiwitten die o.a. zorgen voor de regulatie van celdood bij afwijkende cellen, receptoren voor groeifactoren en onderlinge hechting van cellen.□ Evolutie is het gevolg van erfelijke variatie, onderlinge concurrentie en selectie. |
| Benodigde lestijd | 1 lesuur |
| Op deze module kan worden aangesloten met | Vervolgmodules over persoonlijke en maatschappelijke vraagstukken rond kanker, databanken e.a. |
| Ontwikkeld door | Cancer Genomics Centre Centre for Society and Genomics Freudenthal instituut voor didactiek van wiskunde en natuurwetenschappen Ontwikkelaars: Carin Cruijssen en Dirk Jan Boerwinkel Contact: D.J.Boerwinkel@uu.nl |
| Materiaal | Het materiaal bestaat uit leerlingenmateriaal en docentenhandleiding. Het materiaal is te downloaden van www.allesoverdna.nl en www.eцент.nl |

Inhoudsopgave

| | |
|----------------------------------|---|
| Inhoudsopgave | 3 |
| Docentenhandleiding | 5 |
| Nadere informatie over de module | 5 |
| Lesplanning | 5 |
| Antwoordmodel | 6 |
| Toetsopdrachten | 7 |

Docentenhandleiding

Nadere informatie over de module

Deze module verbindt twee onderwerpen in de biologie: evolutie en kanker. Door deze twee processen te vergelijken, ontstaat zowel een dieper inzicht in wat evolutie kenmerkt als wat een tumor is. Voorwaarde is wel dat de leerling over beide onderwerpen al wat weet.

Kern van de les is dat leerlingen zich realiseren dat er zowel bij evolutie als kanker sprake is van een ophoping van 'gunstige' mutaties, waardoor evolutie en het ontstaan van tumoren achteraf gezien door een gestuurd proces lijken te zijn ontstaan. In beide gevallen is echter sprake van een overmaat aan ongunstige mutaties, waarbij selectie zorgt voor het overblijven van de best aangepasten. Voor een tumorcel zijn deze aanpassingen samengevat als de 'supereigenschappen van de kankercel'. Deze worden in elke tumor opnieuw geselecteerd, waardoor de gelijkenis tussen tumoren dus in feite berust op convergentie.

Doordat het combineren van verschillende mutaties door geslachtelijke voortplanting in een cel niet mogelijk is, moeten de gunstige mutaties door achtereenvolgende mutaties in ook nog eens de juiste volgorde ontstaan. Dat er desondanks toch kanker voorkomt, is te verklaren met het gegeven dat juist de mechanismen die in de cel zorgen voor het beperken van mutaties (zoals het DNA reparatiemechanisme) in tumorcellen zijn gemuteerd.

Lesplanning

Leerlingen kunnen de vragen steeds zelfstandig (individueel of in kleine groepen) beantwoorden, waarna de antwoorden klassikaal besproken kunnen worden.

- 00-10 Inleiding t/m vraag 1
- 10-30 'Een loterij met heel veel kleine kansen' t/m vraag 4 (inventarisatie van antwoorden op vraag 2 kost veel tijd). De belangrijkste boodschap van deze opdrachten is dat een kans op een mutatie die een effect op de cel kan hebben zeer klein is, maar door de grote aantallen baseparen en cellen komt zo'n mutatie toch vrij vaak voor.
- 30-40 'Het sneeuwbaaleffect' en 'Mutaties in bepaalde volgorde' t/m vraag 8. Van belang is dat leerlingen zich realiseren dat cellen met een karyotype als deze tumorcel normaalgesproken ten dode zijn opgeschreven.
- 40-50 'Survival of the fittest' en 'Supereigenschappen' t/m vraag 10. Vraag 10 is essentieel om de vergelijking tussen het ontstaan van tumoren en evolutie samen te vatten. Deze vraag moet dus in elk geval aan bod komen.

Indien tijd over of in volgende les: 'Gelijk is niet hetzelfde' en 'Evolutie van organismen en tumoren'.

Eventueel als huiswerkopdracht of in volgende les: 'Toetsopdrachten'.

Antwoordmodel

De docentenhandleiding met antwoordmodel is opvraagbaar bij de redactie van ECENT.

Toetsopdrachten

Kies één van onderstaande opdrachten en werk deze uit.

1. Doelgerichtheid

In de natuur is overal doelgerichtheid te zien. Planten en dieren lijken speciaal ontworpen voor hun leefgebied en levenswijze. Alle stappen in een afstammingsreeks lijken logisch op elkaar te volgen. Ook tumoren lijken doelmatig aangepast door een combinatie van eigenschappen die maken dat ze ontsnappen aan alle bewakingsmechanismen van ons lichaam. Ook bij tumoren is er sprake van een logische volgorde waarin mutaties moeten optreden.

Verklaar waardoor deze schijnbare doelmatigheid ontstaat.

2. Zonnebrand en huidkanker

Teveel zonlicht kan op verschillende wijzen onze huid beschadigen: er kunnen verbrandingsverschijnselen ontstaan en huidkanker. Een casus: Twee mensen die teveel in de zon hebben gezeten, krijgen allebei eerst zonnebrand en later allebei huidkanker. De verschijnselen van zonnebrand en huidkanker bij de ene patiënt lijken precies op de verschijnselen bij de andere patiënt. Toch zijn er verschillen tussen de twee verbrandingen en huidkankers.

Probeer te beschrijven in hoeverre de twee huidkankers identiek zijn, en waarin ze verschillen.

3. Resistentie

Door overmatig gebruik van bestrijdingsmiddelen of antibiotica kan er resistentie optreden. Dit is in feite een vorm van evolutie. Bij kanker vormt resistentie tegen geneesmiddelen ook een probleem, want een tumorcel kan resistent worden tegen chemotherapie. Een gewone cel gebruikt bijvoorbeeld pompen om toxische stoffen kwijt te raken. Maar door mutaties kunnen er veel meer van die pompen op de celmembranen terecht komen, waardoor de cel uiteindelijk resistent zal zijn tegen chemotherapie. Daarbij komt nog dat deze pompen vaak zo algemeen werken, dat de cel in één klap ook resistent is tegen heel veel andere therapieën.

Sommige artsen pleiten ervoor om tumoren niet langer te behandelen met een paar keer een hoge dosis chemotherapie, maar juist steeds een lage dosis. De tumor zal daardoor niet verdwijnen, maar op een bepaalde grootte aanwezig blijven in het lichaam.

Waarom zou deze aanpak kunnen werken volgens de artsen?

4. Stambomen

Inzichten in DNA leiden tot nieuwe manieren van onderzoek doen. Diersoorten die sterk op elkaar lijken, werden 'vroeger' in dezelfde stamboom ingedeeld. Nu blijkt echter op basis van DNA onderzoek dat sommige van deze dieren helemaal niet verwant zijn aan elkaar.

Hoe zouden deze inzichten bij de behandeling van tumoren een rol kunnen spelen?

5. Exoten

Een exoot is een organisme dat zich heeft gevestigd in een land waar het oorspronkelijk niet vandaan komt. Ze kunnen op allerlei manieren voor overlast zorgen. De onstuimige groei van een populatie exoten kan leiden tot het verdwijnen van de organismen die oorspronkelijk op die plek leefden. Sommige exotische soorten concurreren om voedsel of ruimte. Ook ontbreken natuurlijke predatoren en ziekteverwekkers van de exoten vaak. Andere exotische soorten brengen ziekten op inheemse dier- en plantsoorten over, en sommige exoten zorgen voor uitroeiing van andere soorten door predatie.

Hoe kun je een populatie tumorcellen vergelijken met een populatie exoten?