

## Tasmaanse duivel door kanker met uitsterven bedreigd

Het grootste carnivore buideldier, de Tasmaanse duivel (*Sarcophilus harrisi*), dreigt ten onder te gaan aan een besmettelijke vorm van aangezichtskanker: Devil Facial Tumour Disease (DFTD). Biologen van verschillende disciplines zoals immunologen, genetici en natuurbeheerders, verenigd in het 'Save the Tasmanian Devil' programma, werken samen om de Tasmaanse duivel voor uitsterven te behoeden.

In 1996 werden de eerste Tasmaanse duivels met tumoren op de kop (zie afbeelding 1) gesignaleerd. De oorzaak van deze vorm van kanker was toen nog niet bekend. In eerste instantie zocht men naar mogelijke oorzaken in het leefgebied. Later ontdekte men dat de besmetting tot stand komt door onderlinge overdracht van tumorweefsel.

De tumoren bevinden zich namelijk altijd op de kop, en Tasmaanse duivels, zowel mannetjes als vrouwtjes, bijten elkaar daar regelmatig tijdens gevechten om voedsel en tijdens het paren. Bovendien breken delen van het tumorweefsel gemakkelijk af. Eenmaal besmet met DFTD is het dier binnen een half jaar dood, vaak ten gevolge van verhongering.

afbeelding 1



Aanvankelijk dacht men dat kankerverwekkende stoffen in het milieu de oorzaak van DFTD zouden kunnen zijn. Dit werd ingegeven door het feit dat de Tasmaanse duivel een carnivoor is.

- 2p 17 Waarom leek dit aannemelijk, juist omdat de Tasmaanse duivel carnivoor is?

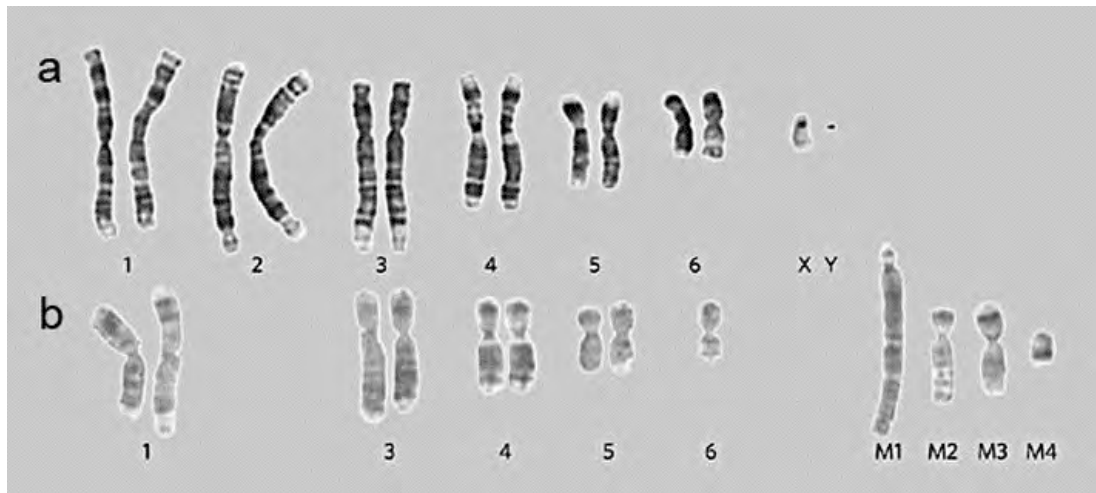
Alle Tasmaanse duivels met DFTD hebben tumoren in en rond de bek. Bij nader onderzoek blijken ze vaak ook in de rest van hun lichaam tumoren te hebben.

- 2p 18 – Hoe zijn de tumoren rond de bek van een Tasmaanse duivel ontstaan?  
– Beschrijf hoe de tumoren in de rest van het lichaam zijn ontstaan.

Om de theorie te ondersteunen dat DFTD overdraagbaar is, onderzochten Pearse en Swift de chromosomen van elf Tasmaanse duivels met DFTD. Zij vergeleken de karyogrammen van gezonde cellen van deze dieren met die van hun tumorcellen. Als voorbeeld zijn twee karyogrammen uit één mannetje weergegeven in afbeelding 2.

Een gezonde cel van dit mannetje levert het normale karyogram (a) met 14 chromosomen. Het karyogram van de tumorcel (b), telt in totaal 13 chromosomen.

### afbeelding 2



In het tumorgenoom ontbreken chromosomenpaar 2, één van de chromosomen van chromosomenpaar 6 en beide geslachtschromosomen; en er zijn vier sterk afwijkende chromosomen (markerchromosomen), aangegeven met M1 tot en met M4. De karyogrammen van de DFTD-tumorcellen weken bij alle elf dieren op deze manier af van karyogrammen van hun normale cellen.

De karyogrammen ondersteunen wel het vermoeden dat de tumoren ontstaan zijn door besmetting met DFTD tumorweefsel, maar geven hierover geen zekerheid. Als het karyogram van de tumorcellen meer informatie had bevat, was met meer zekerheid vast te stellen dat de kanker besmettelijk is.

- 2p 19 Wat ontbreekt in het tumorkaryogram en had bij aanwezigheid meer zekerheid kunnen geven?
- A het chromosomenpaar 2
  - B het ontbrekende chromosoom 6
  - C de geslachtschromosomen
  - D de homologe chromosomen van de chromosomen M1, M2, M3 en M4

Bestudering van het DFTD-tumorweefsel wees in de richting van zenuwweefsel als oorsprong van de tumorcellijn. De eerste tumorcel is vrijwel zeker ontstaan uit een cel van Schwann. Schwanncellen behoren tot de gliacellen, cellen die zenuwcellen beschermen en verzorgen.

2p **20** Welke functie hebben Schwanncellen nog meer?

- A verhogen van de impulssterkte
- B verhogen van de prikkelrempel
- C versnellen van de impulsgeleiding
- D versnellen van de impulsoverdracht

Uit beide celtypen (cellen van Schwann en tumorcellen) kan onder andere mRNA en tRNA geanalyseerd en vergeleken worden.

2p **21** Wat zal in ieder geval geanalyseerd en vergeleken zijn om vast te stellen dat DFTD-tumorcellen zijn ontstaan uit Schwanncellen?

- A alleen het mRNA uit beide celtypen
- B alleen het tRNA uit beide celtypen
- C het mRNA én het tRNA uit beide celtypen
- D het mRNA óf het tRNA uit beide celtypen

Het tumorweefsel dat wordt overgedragen, wordt door de ontvanger niet afgestoten. Wanneer in een normale situatie lichaamsvreemd weefsel in het lichaam terechtkomt, treden processen op die leiden tot chronische afstoting van het weefsel. Na presentatie door een APC wordt door een bepaald type witte bloedcellen het afstotingsproces in gang gezet.

2p **22** Welk type witte bloedcellen is dat?

- A B-lymfocyten
- B cytotoxische T-cellen
- C plasmacellen
- D T-helpercellen

Tasmaanse duivels kwamen vroeger in heel Australië voor. Toen twaalfduizend jaar geleden de zeespiegel steeg, werd de populatie op Tasmanië geïsoleerd van die op het Australische vasteland. Op het vasteland zijn ze nu uitgestorven.

Uit onderzoek is gebleken dat er weinig genetische diversiteit is in de resterende populatie Tasmaanse duivels.

Factoren die de diversiteit kunnen beïnvloeden zijn:

- 1 isolatie;
- 2 mutatie;
- 3 natuurlijke selectie.

2p 23 Welke van deze factoren heeft of welke hebben een rol gespeeld bij de **vermindering** van de genetische diversiteit in de populatie Tasmaanse duivels?

- A alleen 1
- B alleen 2
- C alleen 3
- D 1 en 2
- E 1 en 3
- F 2 en 3

Wanneer de populatie Tasmaanse duivels door DFTD zeer klein is geworden, zou de verspreiding van de ziekte mogelijk kunnen stoppen.

2p 24 – Waardoor is er weinig kans dat de ziekte vanzelf verdwijnt, voordat de hele populatie uitgestorven is?  
– Beschrijf een uitzonderlijke situatie waarbij zonder ingrijpen van de mens de ziekte wél eerder zou kunnen verdwijnen dan de Tasmaanse duivels zelf.

De ziekte DFTD heeft de dieren in het westen van Tasmanië nog niet bereikt. Hamish McCallum, een ecooloog aangesloten bij het 'Save the Tasmanian Devil' programma, geeft een aantal opties voor het behoud van de Tasmaanse duivels:

- 1 alle zieke dieren afmaken;
- 2 niet-besmette individuen in afgeschermd gebied isoleren;
- 3 individuen die immuun zijn, onderling kruisen;
- 4 een vaccin ontwikkelen.

Een afgeschermd gebied is bijvoorbeeld een dierentuin. Daar zouden de dieren zolang kunnen leven, met het vooruitzicht ze terug te brengen in de natuur als de ziekte daar overwonnen is.

- 2p **25** Beschrijf twee nadelen van het instandhouden van de Tasmaanse duivel in dierentuinen, met het doel ze later weer uit te zetten in de natuur.

Gezonde Tasmaanse duivels zouden ook op een van de eilanden voor de kust van Tasmanië geplaatst kunnen worden.

Dat kan echter ongewenste gevolgen hebben voor het ecosysteem aldaar.

- 1p **26** Beschrijf een mogelijk nadelig gevolg voor het ecosysteem.

Even hadden de onderzoekers hoop gekregen toen 'Cedric', een in gevangenschap gehouden Tasmaanse duivel uit het westelijke deel van Tasmanië, immuun leek te zijn geworden. Cedric was gevaccineerd met dode tumorcellen en zijn immuunsysteem had daar goed op gereageerd. Later werd hij ingespoten met levende tumorcellen en leek ook daar geen last van te hebben. Lang ging het goed, maar uiteindelijk bezweek hij toch aan DFTD.

- 2p **27** Welke vorm van immunisatie werd toegepast bij Cedric?
- A actieve, kunstmatige immunisatie
  - B actieve, natuurlijke immunisatie
  - C passieve, kunstmatige immunisatie
  - D passieve, natuurlijke immunisatie

Tot op heden zijn er geen resistente individuen gevonden. Zelfs wanneer ongevoelige individuen bestaan, zijn deze moeilijk te herkennen.

- 1p **28** Beschrijf wat het lastig maakt om aan te tonen dat een dier dat er gezond uitziet resistent is.