

## **Dossier DNA: Waarom lijken wij op onze ouders?**

Familieleden en kennissen verdringen zich om het ledikantje van de pasgeboren Sophie. 'Ze lijkt sprekend op haar vader', roept een trotse oma. 'Ja, maar ze heeft de ogen van haar moeder, voegt de buurvrouw toe. Iedere ouder kent dit tafereel wel. Maar hoe komt het eigenlijk dat kinderen op hun ouders lijken? Waarom krijgt de kleine Sophie nou juist de oren van papa en de ogen van mama?

*Tekst: Amanda Bulthuis*

Alle kinderen lijken wel een beetje op hun ouders. Dat komt omdat het uiterlijk wordt bepaald door het DNA dat ze van hun ouders meekrijgen. Dat DNA vormt chromosomen die in elk van de miljarden lichaamscellen in het lichaam zitten. In elke cel zitten 46 chromosomen, die altijd in 23 paren naast elkaar liggen. Van ieder paar is de ene chromosoom afkomstig van moeder en de andere vader. Elk kind heeft dus van ieder soort chromosoom één vaderlijke en één moederlijke. De genen, kleine deeltjes DNA, liggen verspreid over deze chromosomen en bepalen uiteindelijk de uiterlijke kenmerken van het kind. Omdat zowel vader als moeder de helft van al deze genen aanlevert, erft iedereen van allebei zijn ouders dus wel een aantal eigenschappen.

Maar hoe wordt nu bepaald welke erfelijke kenmerken van vader en welke van moeder precies worden doorgegeven aan het kind? Dat begint bij het aanmaken van de voortplantingscellen (zaadcellen en eicellen). Die bevatten, in tegenstelling tot de andere soorten lichaamscellen, maar 23 chromosomen. Voor twee zaadcellen van vader of twee eicellen van moeder wordt één 'gewone' lichaamscel met 46 chromosomen, gescheiden. Van ieder van de 23 chromosoomparen gaat er één naar de ene zaad- of eicel en de andere naar de andere voortplantingscel.

Bij de verwekking van een kind, komen dus 23 chromosomen van vader en 23 chromosomen van moeder bij elkaar die een nieuwe, bevruchte cel maken bestaande uit 46 chromosomen. Deze cel gaat zich vermenigvuldigen zodat er uiteindelijk een nieuw kindje gegroeit.

Welke 23 chromosomen in de betrokken eicel van moeder en zaadcel van vader zitten, is totaal willekeurig. De ene keer kan vader het chromosoom door geven dat hij van zijn vader heeft geërfd en de andere keer dat van zijn moeder. Omdat de genen die de eigenschappen bepalen verspreid liggen over de chromosomen geeft vader dus de ene keer het haarkleurgen van zijn moeder door en de andere keer het haarkleurgen van zijn vader. Hetzelfde geldt voor de moeder. Daarom zijn er oneindig veel genetische combinaties mogelijk voor hun kinderen en zien broertjes en zusjes er meestal niet hetzelfde uit.

### **Dominant, recessief of gelijkwaardig**

Bij een bevruchting krijgt een baby voor elke eigenschap twee genen mee. Eén van moeder en één van vader. Iedereen heeft twee genen in zijn DNA voor oogkleur, twee voor de vorm van je wenkbrauwen, enzovoorts. Dat is volgens, Guus Lachmeijer, klinisch geneticus aan VU Medisch Centrum in Amsterdam, een door de natuur ingebouwd veiligheidssysteem. "Als er met één exemplaar van een gen iets misgaat, kan altijd het andere exemplaar nog gebruikt worden".

Maar de twee gelijksoortige genen zijn niet altijd exact hetzelfde. De twee oogkleurgenen bevatten wel allebei informatie over oogkleur, maar je kunt van je moeder een gen hebben geërfd voor blauwe ogen en van je vader één voor bruine ogen. Of de baby uiteindelijk de oogkleur van papa of mama krijgt, hangt af van welke gen tot uitdrukking komt bij het kind. Dat wordt bepaald door welk gen, dat van vader of moeder, het sterkst is. Een sterk gen, wordt dominant genoemd wat betekent dat het altijd tot uitdrukking komt, omdat dat het andere gen van dezelfde soort overheerst. Over het algemeen wordt aangenomen dat genen voor bruine ogen dominant zijn en dat die eigenschap het dus altijd wint van blauwe ogen. De genen voor blauwe ogen zijn dan recessieve genen en komen niet tot uitdrukking, omdat ze zich laten onderdrukken door de dominante genen.

Er zijn ook nog genen die even sterk zijn, die worden co-dominant genoemd, in dat geval komen beiden genen tot uitdrukking bij een kind. Dat kan bij oogkleur voorkomen, maar bijvoorbeeld ook bij bloedgroepen. Zo kan de bloedgroep AB bij een kind ontstaan omdat het gen voor A van de ene ouder en het gen voor B van de andere ouder even sterk zijn.

Als het om oogkleur gaat, wordt over het algemeen aangenomen dat bruine ogen dominant zijn boven groene en blauwe en dat groene ogen dominant zijn boven blauwe ogen. Als één van de ouders bruine ogen heeft zou het kind dus altijd bruine ogen moeten krijgen. En blauwe ogen zijn dan alleen mogelijk als beide ouders zelf blauwe ogen hebben.

Maar dat gaat niet altijd op, want een vader die bruine ogen heeft kan toch een kind krijgen met blauwe ogen. Als zijn moeder (de oma van de baby) bijvoorbeeld blauwe ogen had heeft hij ook het gen voor blauwe ogen bij zich. Bij vader zelf is dat gen niet tot uiting gekomen omdat het bruine ogen-gen van zijn vader (opa) dominanter was, maar hij kan het gen voor blauwe ogen nog wel doorgeven aan zijn kinderen en als dat kind dan ook van moeder een gen voor blauwe ogen meekrijgt heeft hij toch blauwe ogen terwijl vader of misschien wel allebei de ouders bruine ogen hebben. Ook de genen van voorouders spelen dus een rol bij het uiterlijk dat je kind gaat krijgen.

### **Moeilijk te voorspellen**

Er is echter één groot manco aan de theorie over het overerven van oogkleur, zoals die hierboven beschreven is. Die benadering gaat er vanuit dat er maar één soort gen in het menselijk DNA verantwoordelijk is voor oogkleur. “Maar zo simpel ligt het niet,” zegt de klinisch geneticus Guus Lachmeijer. “Het is vaak wel zo dat bruine ogen het ‘winnen’ van blauwe ogen, maar het is veel complexer dan dat,” zegt ze. “De oogkleur wordt door veel meer dan één gen bepaald. Er zijn vele oogkleurgenen, maar er zijn ook een heleboel genen die bijvoorbeeld de oogsubstantie bepalen of eventuele spikkeltjes op de iris. En al die genen samen bepalen uiteindelijk de oogkleur.”

Ook voor alle andere uiterlijke kenmerken geldt dat er vaak veel meer dan één gen bij betrokken is. Lachmeijer: “Je krijgt 25.000 genen mee van je vader en 25.000 genen van je moeder. En het zijn soms wel honderden genen die bij een kenmerk als blauwe ogen betrokken zijn. Je kunt je dus misschien wel voorstellen hoe oneindig veel mogelijke combinaties van genen dat uiteindelijk kan opleveren die gaan bepalen hoe jij eruit ziet.” Het uiterlijk van een kind hangt dus van veel meer genetische factoren af dan alleen het uiterlijk van de ouder. Daarom is het volgens de klinisch geneticus moeilijk op basis van het uiterlijk van de ouders iets te zeggen over hoe hun kinderen eruit gaan zien. “Want zelfs al hebben beide ouders blauwe ogen, dan nog kunnen ze een kind krijgen met bruine ogen omdat de combinatie van de oogkleurgenen met andere genen die betrokken zijn bij de ogen anders heeft uitgepakt.”

Hoe een kind er uit gaat zien en op welke ouder hij het meest lijkt, blijft dus iedere keer weer een verrassing. Maar ouders die twijfelden over hoe het kan dat hun kind een andere kleur

ogen heeft dan zij kunnen gerust zijn: Als je zoon bruine ogen heeft terwijl jij en je partner allebei blauwe ogen hebben, hoeft dat nog niet te betekenen dat hij 'er één van de melkboer' is.

### **Kader 1: Baby op bestelling?**

Jarenlang zijn wetenschappers bezig geweest om alle menselijke genen in kaart te brengen in het Human Genome Project. In 2003 was de 'kaart' klaar en waren zo'n 25.000 menselijke genen en voor welke eigenschap ze verantwoordelijk zouden kunnen zijn, bekend. Dat roept bij sommige mensen het schrikbeeld op dat op termijn met deze genomkaart een baby op bestelling gemaakt kan worden, geheel naar de wensen van ouders.

Suzanne Frints, klinisch geneticus van het Maastricht Universitair Medisch Centrum, is daar echter niet bang voor en noemt dit een 'irreële angst'. Ze denkt dat ouders vooral een gezonde baby willen. Maar al zouden ze toch een kind op bestelling willen, dan is dat volgens haar nog niet mogelijk. "Er spelen meer factoren een rol bij het bepalen van de eigenschappen dan alleen genen.", zegt Frints. "Als je een bepaald gen in een embryo zou kunnen stoppen, dan is het helemaal niet zeker dat dat gen gaat doen wat je zou willen."

Om een gen te laten weten wat het moet doen en te vertalen naar een bepaalde eigenschap moet dit gen ook de juiste informatie krijgen. Die informatie zit in bepaalde stukken van het DNA maar ook in allerlei eiwitten die zorgen dat een eigenschap tot uiting komt in het lichaam. Deze zogenaemde epigenetische factoren worden onder meer beïnvloed door omgeving en voeding. Dus ook het voedingspatroon van ouders, het ras en het land waarin ze wonen spelen een rol bij hoe hun (toekomstig) kind eruit zal zien en zal functioneren.

Hongersnood bij opa of oma kan er bijvoorbeeld toe leiden dat een gen dat verantwoordelijk is voor een snellere stofwisseling, informatie krijgt om niet zo hard te werken zodat hun kleinkinderen met een lagere voedselbehoefte ter wereld komen.

De wetenschap die zich bezighoudt met het bestuderen van deze invloeden op het DNA heet epigenetica, een gebied waar nog veel onderzoek in gedaan moet worden, maar dat volgens de klinisch geneticus erg in opkomst is. Frints: "We weten natuurlijk wel al lang dat omgeving, voeding en medicijnen de werking van genen zo kan beïnvloeden zodat dit bijvoorbeeld leidt tot kanker. Wel moet daar nog veel onderzoek naar gedaan worden over hoe dat precies allemaal ontstaat."

### **Kader 2: Afwijkingen aan de geslachtschromosomen**

In elke lichaamscel heeft een kind 23 chromosomen van vader en 23 van moeder, die in paren naast elkaar liggen. Van de 23 chromosomenparen, zijn er 22 verantwoordelijk voor de functie en de bouw van het lichaam. Het 23<sup>ste</sup> paar zijn de geslachtschromosomen, die bepalen of je kind een jongentje of een meisje wordt. Er zijn twee soorten geslachtschromosomen: X en Y. Een meisje heeft twee X-chromosomen en een jongen heeft een X en een Y chromosoom.

Maar soms gaat er iets mis waardoor een kind meer of minder geslachtschromosomen heeft dan gebruikelijk. Soms heeft een meisje bijvoorbeeld maar één X-chromosoom, dat heet het syndroom van Turner. Deze afwijking komt voor bij ongeveer 1 op de 2500 meisjes. Meisjes die dit hebben, zijn vaak kleiner dan gemiddeld en hebben een korte, brede nek. Maar ook nier- en hartaandoeningen kunnen optreden.

Over hoe deze chromosoomafwijking tot stand komt, is nog veel onduidelijkheid. Dat geldt ook voor het syndroom van Klinefelter. Bij deze afwijking heeft een man één of meer X-chromosomen teveel. Mannen die dit syndroom hebben, zijn vaak langer dan gemiddeld en

hebben naar verhouding langere armen en benen. Ook is er sprake van verminderde haargroei en spiermassa. Het komt voor bij 1 op de 500 à 1000 mannelijke geboortes.

### **Kader 3: Experts**

- **Guus Lachmeijer.** Klinische geneticus bij VU Medisch Centrum in Amsterdam. Zij houdt zich vooral bezig met erfelijke aandoeningen en promoveerde in 2002 op de genetische achtergrond van preëclampsie, ofwel zwangerschapsvergiftiging.
- **Suzanne Frints.** Klinisch geneticus bij het Maastricht Universitair Medisch Centrum. Daarnaast is ze onderzoeker aan Capaciteitsgroep Genetica en Celbiologie van de Universiteit Maastricht waarbij zij zich richt op epigenetisch onderzoek bij muisembryo's.

### **Meer info:**

- Een overzichtelijke website met algemene informatie over erfelijkheid.  
<http://www.erfelijkheid.nl/>
- Wikipedia over het syndroom van Turner  
[http://nl.wikipedia.org/wiki/Syndroom\\_van\\_Turner](http://nl.wikipedia.org/wiki/Syndroom_van_Turner)
- Meer informatie over het syndroom van Klinefelter  
[http://nl.wikipedia.org/wiki/Syndroom\\_van\\_Klinefelter](http://nl.wikipedia.org/wiki/Syndroom_van_Klinefelter)