

SPEUREN NAAR SPOREN

Forensisch expert worden

3. Vaststellen identiteit

Deze les ga je je verdiepen in één specifiek forensisch onderzoeksgebied. Je wordt als het ware zelf een beetje forensisch expert. Je maakt deze les een analyse-instrument dat hoort bij jouw expertise. Dat analyse-instrument is heel belangrijk. Volgende les ga je namelijk in een team van drie leerlingen (elk met een andere expertise) een aantal misdrijven proberen op te lossen. Daarbij heb je een gedetailleerd en foutloos analyse-instrument nodig.

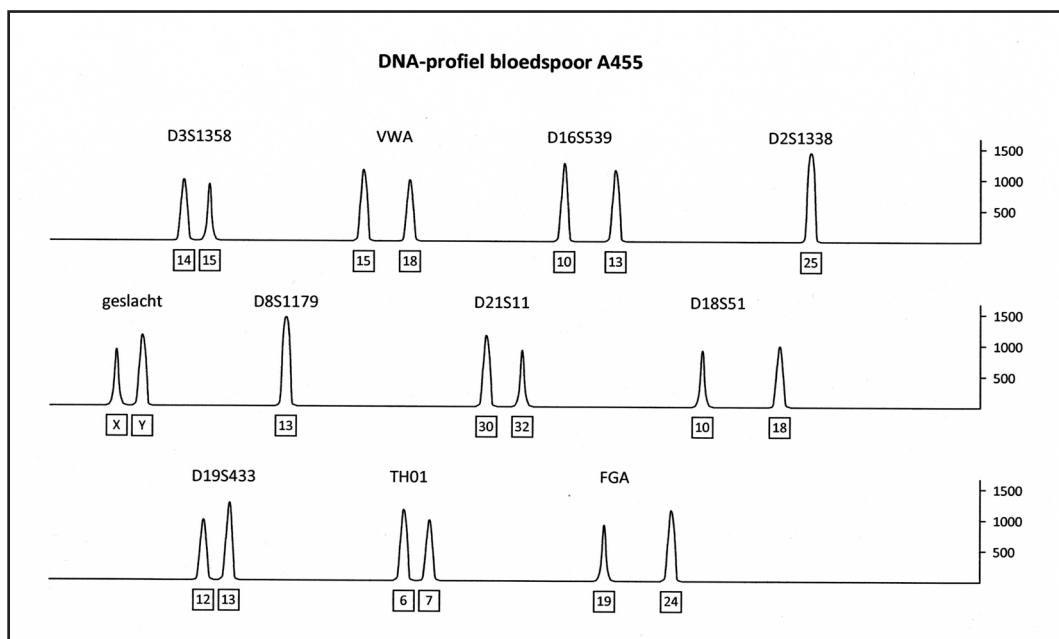
Mensen laten voortdurend DNA achter in de vorm van haren en huidschilfers. Ook bloed, sperma en speeksel bevatten veel DNA. Bij een misdrijf wordt de plaats delict daarom goed onderzocht op de aanwezigheid van biologische sporen. Door het maken van DNA-profielen kan dan achterhaald worden van wie de gevonden sporen afkomstig zijn, en wie (waarschijnlijk) op de plaats delict aanwezig is geweest. Ook wordt DNA-onderzoek soms gebruikt om de identiteit van het slachtoffer vast te stellen.

De volgende vijf opdrachten helpen je bij het maken en leren gebruiken van een analyse-instrument. Dat analyse-instrument bestaat uit twee delen:

- A. Een begrippenlijst.
- B. Een tabel met frequenties van DNA-kenmerken.

Opdracht 1. Pieken als streepjescode

Hieronder zie je een voorbeeld van een DNA-profiel. Je ziet een grafiekje met 10 codes (D3S1358, VWA, D16S539, etc.) en een plaats waar 'geslacht' bij staat. Onder iedere code zie je één of twee piekjes. Die piekjes, en de getalletjes die eronder staan, vormen als het ware de specifieke (genetische) streepjescode van een persoon. In deze les leer je hoe zo'n DNA-profiel gemaakt wordt, en wat je er binnen forensisch onderzoek mee kan.



1. Lees de volgende pagina's uit het cahier:

Aan gene zijde: over forensische genetica (pag. 39 – 41)

2. Hieronder staat een aantal stappen die horen bij (forensisch) DNA-onderzoek:

- a. DNA-profiel met piekjes maken (DNA zichtbaar maken)
- b. isoleren DNA uit sporenmateriaal
- c. sporenmateriaal verzamelen op plaats delict
- d. vergelijken DNA-profiel met profielen verdachten en/of databank
- e. vermenigvuldigen van specifieke stukjes DNA met behulp van PCR

Zet de stappen in de goede volgorde.

.....

3. Van één bepaalde verdachte worden bloedsporen, sperma en een haar gevonden. Uit alle sporen wordt een DNA-profiel verkregen. Zullen deze profielen verschillend, of juist identiek aan elkaar zijn? Leg je antwoord uit.

.....

.....

Opdracht 2. DNA-kenmerken

1. Lees de aanvullende tekst 'DNA-profielen' op de volgende pagina.

2. Een DNA-kenmerk is een getal, dat uitdrukt hoe vaak een bepaald stukje DNA, met steeds hetzelfde patroon, herhaald wordt. Wat is het DNA-kenmerk van het onderstaand DNA-fragment van locus TH01?

ACCT AGCA TCAT TCAT TCAT TCAT TCAT TCAT TCAT TCAT CGAA

DNA-kenmerk:

3. Stel, een persoon heeft op locus TH01 de DNA-kenmerkencombinatie 5 / 6. Op het ene DNA-molecuul (dat van vader) komen vijf herhalingen voor, en op het andere DNA-molecuul (dat van moeder) zes herhalingen. Schrijf de nucleotidenvolgorde van deze fragmenten op (gebruik de vorige vraag als voorbeeld).

DNA-molecuul vader:

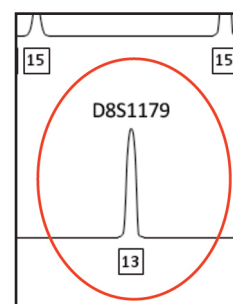
ACCT AGCA TCAT

DNA-molecuul moeder:

ACCT AGCA TCAT

4. Op locus D8S1179 van het volledig DNA-profiel uit opdracht 1, is maar één piekje te zien (zie hiernaast). Leg uit hoe dat kan.

.
.



5. In deel A van het analyse-instrument vind je een lijst met begrippen. De volgende les moet je zelf DNA-profielen kunnen interpreteren. Daarvoor is het nodig dat je al deze begrippen begrijpt. Geef daarom van alle begrippen in de lijst een korte definitie.

DNA-profielen

DNA is een bijzonder lang molecuul dat eruit ziet als een (in elkaar gedraaide) wenteltrap. De treden van die wenteltrap zijn niet allemaal hetzelfde. Ze bestaan namelijk uit vier verschillende bouwstenen: de **nucleotiden** A, T, C en G. Menselijk DNA bestaat uit zo'n 3 miljard traptreden, verdeeld over 46 DNA-moleculen (chromosomen). In iedere cel van je lichaam zit precies hetzelfde DNA. Ook in alle **biologische sporen** die je op een plaats delict (PD) kunt aantreffen (bloed, speeksel, sperma, haren, huid, urine, etc.) vinden we datzelfde DNA.

Het DNA van twee verschillende mensen is voor meer dan 99% hetzelfde. Bij het maken van DNA-profielen wordt daarom gebruik gemaakt van bepaalde gebiedjes in het DNA waarvan bekend is dat er veel variatie in voorkomt. Deze gebiedjes worden **hypervariabele** gebieden, of Short Tandem Repeats (STRs) genoemd.

Ieder hypervariabel gebied heeft een specifieke naam gekregen, bijvoorbeeld D16S539. Men spreekt dan van **locus** D16S539 (locus betekent plaats in het Latijn). Als je naar de volgorde van nucleotiden op zo'n locus kijkt, dan zie je dat een bepaald stukje DNA een aantal keer achter elkaar wordt herhaald. Het aantal herhalingen, uitgedrukt in een getal, noemt men het **DNA-kenmerk** van een locus. Per locus komt steeds een aantal verschillende DNA-kenmerken voor.

DNA-moleculen komen in al je lichaamscellen in tweevoud (dubbel) voor. Je hebt 23 DNA-moleculen (chromosomen) van je vader gekregen, en 23 van je moeder. Ieder hypervariabel gebied komt dus ook in tweevoud voor. In een DNA-profiel worden per locus dan ook twee DNA-kenmerken gegeven: een **DNA-kenmerkencombinatie**. Dat kan natuurlijk ook twee keer hetzelfde DNA-kenmerk zijn.

Een volledig **DNA-profiel** is gebaseerd op 10 of meer loci (meervoud van locus). Meestal heeft een DNA-profiel de vorm van een grafiek. Per locus zijn op die grafiek dan één of twee piekjes te zien. Het getal onder een piekje geeft het desbetreffende DNA-kenmerk weer. In de grafiek zijn ook piekjes te zien die horen bij de **geslachtschromosomen**: het X-chromosoom en het Y-chromosoom. Je kunt dus in één oogopslag zien of het profiel van een man (XY) is of van een vrouw (XX).

Als de DNA-profielen van een spoor en een verdachte met elkaar worden vergeleken dan is er wel of geen **match**. Als er geen match is – dus als de piekenpatronen niet overeenkomen – dan weet je zeker dat het spoor **niet** afkomstig is van die verdachte. Als de profielen wel overeenkomen, dan weet je dat het spoor van de verdachte afkomstig **kán** zijn.

Het is niet altijd mogelijk om uit een biologisch spoor een volledig DNA-profiel te verkrijgen. Soms is het DNA van een spoor al gedeeltelijk ontbonden. In zo'n **onvolledig DNA-profiel** ontbreken dan bepaalde pieken. Het komt ook voor dat één biologisch spoor afkomstig is van meerdere personen. Bijvoorbeeld wanneer het bloed van de dader en het slachtoffer met elkaar vermengd zijn geraakt. Men spreekt dan van een DNA-mengprofiel. Bij een **DNA-mengprofiel** geeft de hoogte van de pieken aan hoeveel celmateriaal elke donor aan het spoor heeft bijgedragen.

Opdracht 3. DNA-profielen vergelijken

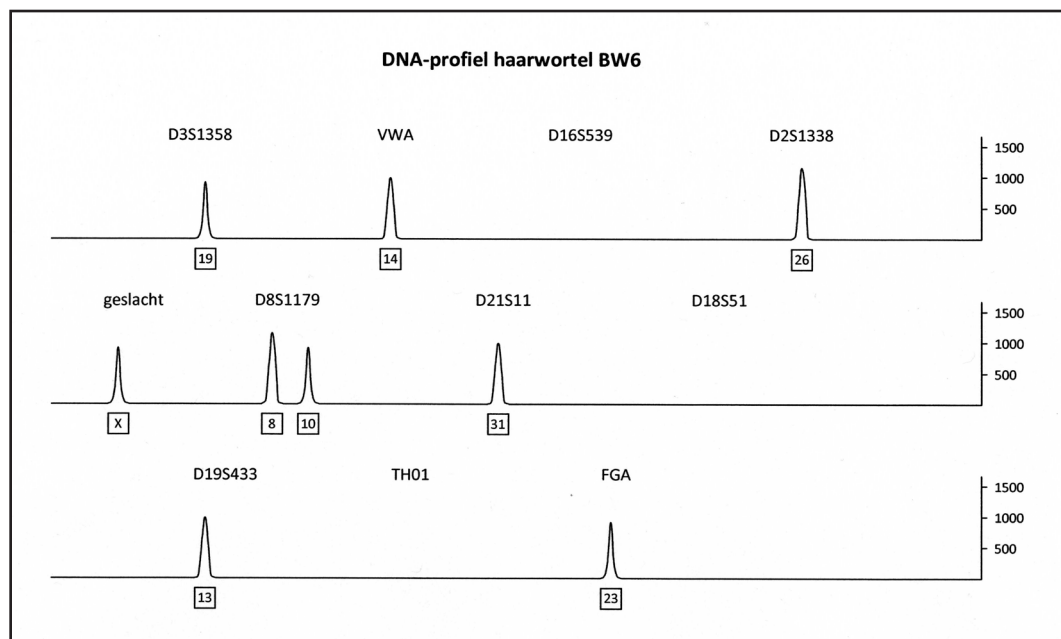
Bij vergelijkend DNA-onderzoek worden DNA-profielen van biologische sporen vergeleken met DNA-profielen van verdachten. En soms wordt een landelijke databank met DNA-profielen geraadpleegd om te kijken of het spoor overeenkomt met het DNA-profiel van één van de personen in de databank.

1. Stel, een DNA-profiel van een verdachte komt sterk overeen met het DNA-profiel van een spoor: van de 20 DNA-kenmerken (10 loci), zijn er 16 hetzelfde. Hoe groot is de kans dat het spoor afkomstig is van deze verdachte? Leg je antwoord uit.

.....

.....

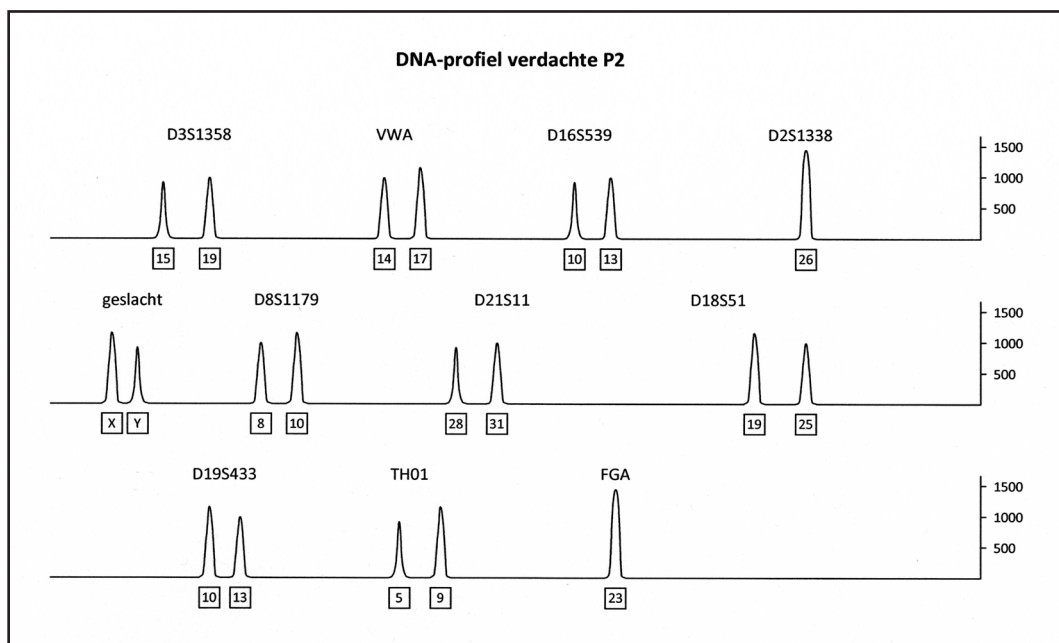
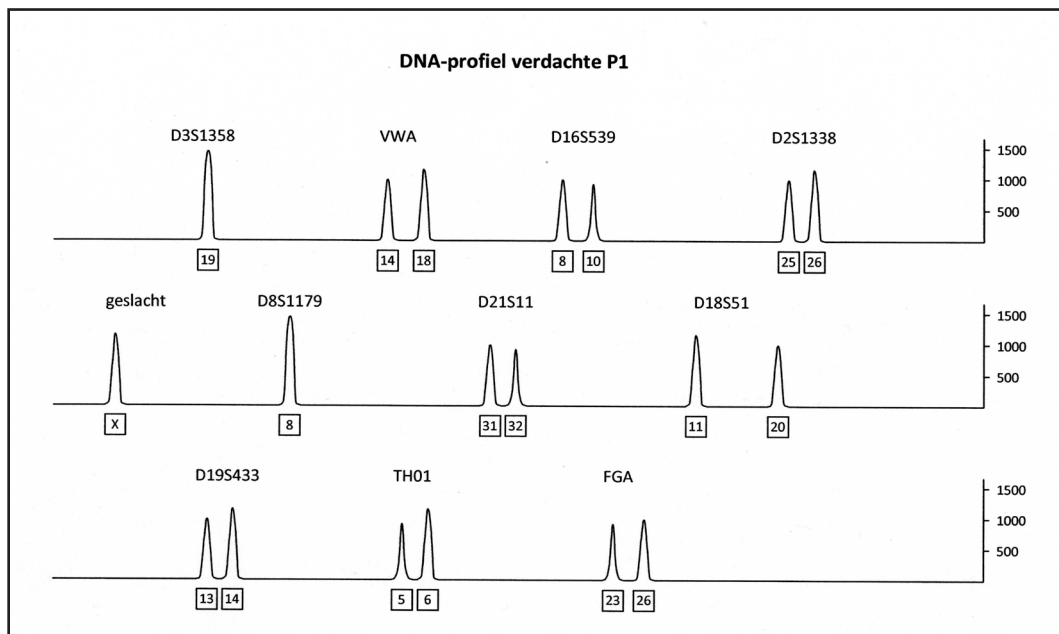
DNA-profielen van biologische sporen zijn niet altijd volledig. Er is bijvoorbeeld te weinig celmateriaal, of het DNA is al gedeeltelijk afgebroken. Hieronder zie je een onvolledig DNA-profiel van een haarwortel (BW6).



2. Hieronder zie je de profielen van twee verdachten (P1 en P2). Van welke verdachte kan de haar (BW6) zeker NIET afkomstig zijn? Leg je antwoord uit.

.....

.....



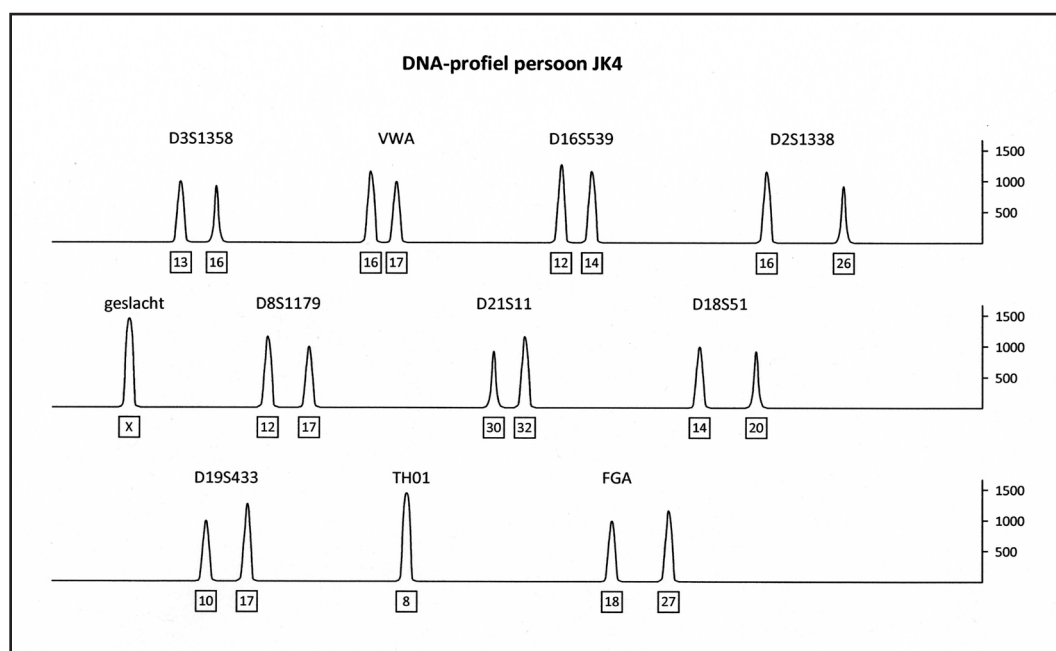
Opdracht 4. Bloedverwanten

Aan DNA-profielen kan je ook zien of mensen familie van elkaar (kunnen) zijn. Jij hebt de helft van je DNA van je moeder gekregen en de helft van je vader. En dus een kwart van elk van je vier opa's en oma's. Met je broers en zussen deel je ook gemiddeld de helft van je DNA. Eeneiige tweelingen hebben zelfs precies hetzelfde DNA-profiel.

Je kunt de volgende regel gebruiken:

DNA-profielen van ouder en kind hebben op iedere locus tenminste één DNA-kenmerk (één piekje) hetzelfde.

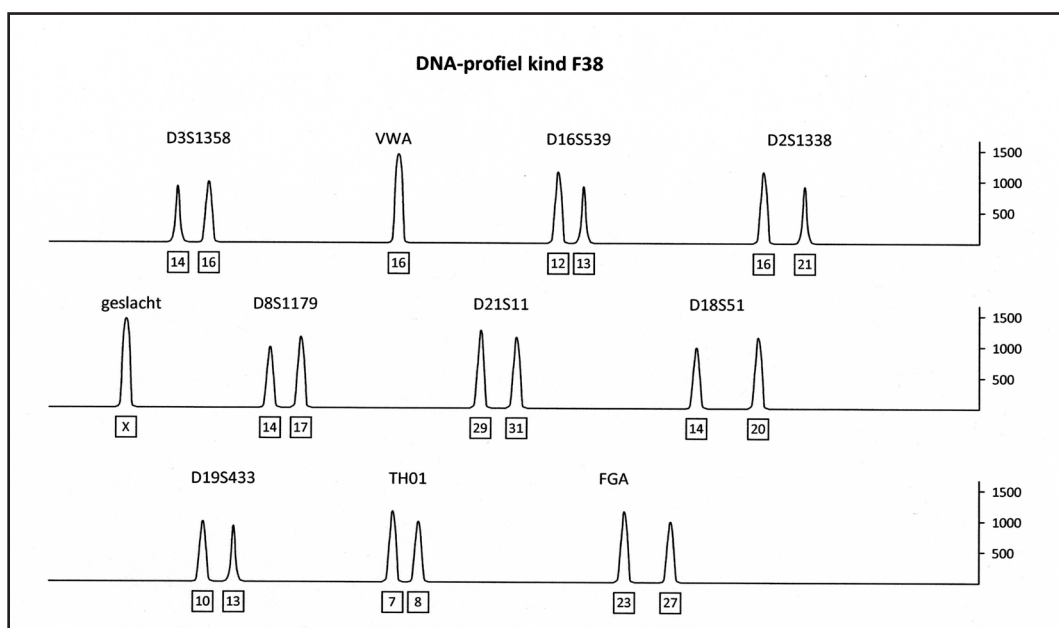
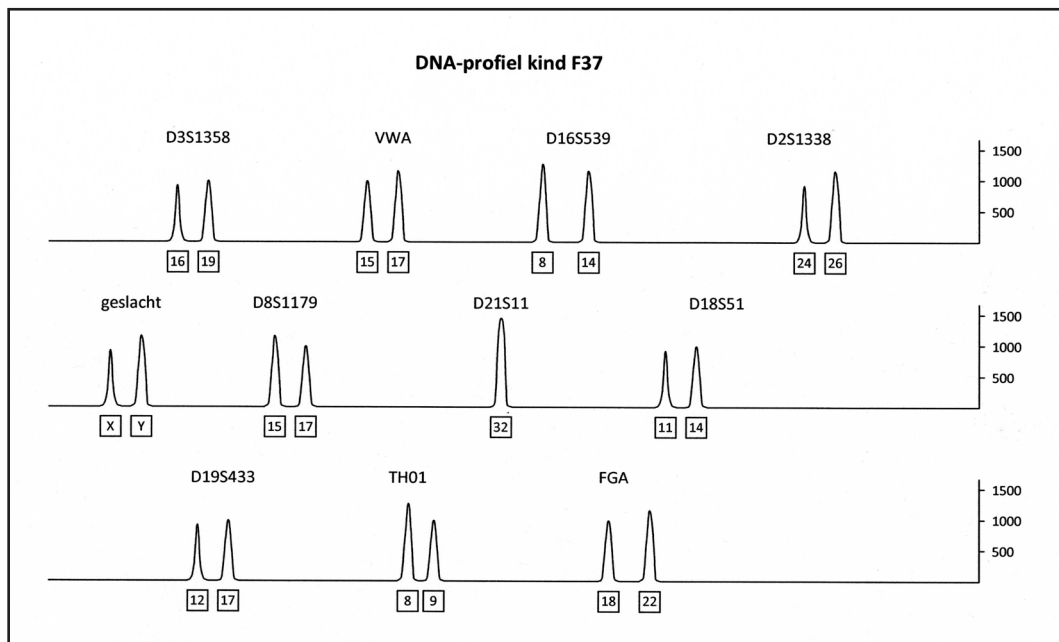
1. Hieronder zie je het DNA-profiel van persoon JK4. Is persoon JK4 een man of een vrouw?



2. Welk van de onderstaande profielen, F37 of F38, zou een kind van persoon JK4 kunnen zijn? Leg uit.

.....

.....



Opdracht 5. Zeldzaamheid van een DNA-profiel

Als het DNA-profiel van een verdachte niet overeenkomt met het DNA-profiel van een biologisch spoor (er is geen match), dan weet je zeker dat dat spoor niet afkomstig is van de verdachte. Als de profielen wél overeenkomen (er is een match), weet je dan absoluut zeker dat de verdachte de donor is van het spoor? Nee. Het valt niet helemaal uit te sluiten dat er twee verschillende mensen zijn met hetzelfde DNA-profiel.

1. Sommige DNA-kenmerken komen vaker voor dan andere. In deel B van het analyse-instrument vind je een tabel met de frequenties waarmee DNA-kenmerken voorkomen. In de tabel kun je aflezen dat op locus D3S1358 het DNA-kenmerk 18 voorkomt met een frequentie van 0,167. Hoe groot is de kans dat iemand op deze locus de DNA-kenmerkencombinatie 18 / 18 heeft? Volg de stappen hieronder, en reken het uit.

kans op DNA-kenmerk 18 van vader gekregen: 0,167

kans op DNA-kenmerk 18 van moeder gekregen:

kans op DNA-kenmerk 18 van moeder én vader:

2. Reken uit hoe groot de kans is dat iemand voor locus D3S1358 de DNA-kenmerkencombinatie 16 / 18 heeft. Let op! Er zijn hier twee mogelijkheden: iemand kan DNA-kenmerk 16 van vader hebben gekregen en DNA-kenmerk 18 van moeder, of juist andersom. In beide gevallen spreek je van DNA-kenmerkencombinatie 16 / 18.

kans op DNA-kenmerk 16 van vader en 18 van moeder:

kans op DNA-kenmerk 16 van moeder en 18 van vader:

kans op DNA-kenmerkencombinatie 16 / 18:

De 10 loci van een DNA-profiel zijn zó gekozen dat de zeldzaamheid van een volledig DNA-profiel altijd kleiner is dan 0,000 000 001 (1 op 1 miljard).

3. Stel, een bepaald persoon heeft op iedere locus steeds de twee meest voorkomende DNA-kenmerken. Dus voor locus D3S1358 heeft deze persoon de DNA-kenmerkencombinatie 15 / 16, etc. Reken uit of de frequentie van dit DNA-profiel inderdaad kleiner is dan 0,000 000 001.

.....

.....

.....

4. Bij een volledig DNA-profiel is de kans dat een willekeurig ander persoon hetzelfde profiel heeft dus altijd kleiner dan 0,000 000 001. Bij een onvolledig profiel neemt deze kans echter sterk toe. Leg dat uit.

.....

.....

.....

5. Zelfs bij een match tussen twee volledige DNA-profielen doet een forensisch geneticus nooit een uitspraak over de vraag of een verdachte schuldig is of niet. Noem twee redenen waarom een forensisch geneticus dit nooit zal doen.

.....

.....

.....

.....

ANALYSE-INSTRUMENT deel A: Begrippenlijst

biologische sporen	
DNA-kenmerk	
DNA-kenmerkencombinatie	
DNA-mengprofiel	
DNA-profiel	
geslachtschromosomen	
hypervariabele gebieden	
locus	
match	
nucleotiden	
onvolledig DNA-profiel	

ANALYSE-INSTRUMENT deel B: Frequenties

Frequenties van DNA-kenmerken van 10 hypervariabele gebieden (loci). Een frequentie van 0,091 staat gelijk aan een percentage van 9,1%. Van alle DNA-kenmerken op deze locus is 9,1% dus 18. Let op: per land en zelfs per streek is de frequentieverdeling anders. Als voorbeeld werken we alleen met deze tabel.

D3S1358		VWA		D16S539		D2S1338		D8S1179	
DNA-kenm.	freq.	DNA-kenm.	freq.	DNA-kenm.	freq.	DNA-kenm.	freq.	DNA-kenm.	freq.
12	0,000	11	0,000	8	0,015	15	0,000	8	0,019
13	0,002	13	0,000	9	0,123	16	0,048	9	0,011
14	0,091	14	0,067	10	0,067	17	0,203	10	0,078
15	0,281	15	0,076	11	0,340	18	0,076	11	0,087
16	0,253	16	0,203	12	0,279	19	0,128	12	0,147
17	0,193	17	0,303	13	0,162	20	0,171	13	0,346
18	0,167	18	0,223	13.3	0,000	21	0,015	14	0,180
19	0,011	19	0,110	14	0,013	22	0,030	15	0,102
20	0,002	20	0,013	15	0,000	23	0,097	16	0,028
		21	0,004			24	0,095	17	0,002
						25	0,117	18	0,000
						26	0,017		
						27	0,002		

D21S11		D18S51		D19S433		TH01		FGA	
DNA-kenm.	freq.	DNA-kenm.	freq.	DNA-kenm.	freq.	DNA-kenm.	freq.	DNA-kenm.	freq.
27	0,017	9	0,000	9	0,000	5	0,006	18	0,013
28	0,180	10	0,011	10	0,002	6	0,225	18.2	0,000
29	0,223	11	0,006	11	0,004	7	0,219	19	0,058
29.2	0,000	12	0,134	12	0,061	8	0,104	19.2	0,000
30	0,271	13	0,108	12.2	0,000	9	0,132	20	0,145
30.2	0,030	14	0,182	13	0,255	9.3	0,307	21	0,177
31	0,078	15	0,117	13.2	0,011	10	0,006	22	0,173
31.2	0,074	16	0,152	14	0,359			22.2	0,015
32	0,011	17	0,141	14.2	0,032			23	0,136
32.2	0,091	18	0,071	15	0,165			23.2	0,006
33	0,002	19	0,039	15.2	0,037			24	0,158
33.1	0,000	20	0,026	16	0,037			25	0,074
33.2	0,022	21	0,006	16.2	0,026			25.2	0,000
34	0,000	22	0,004	17	0,002			26	0,028
34.2	0,000	23	0,000	17.2	0,006			27	0,013
35	0,000	25	0,002	18.2	0,002			28	0,002
35.2	0,002							29	0,000
36	0,000							31.2	0,000
								45.2	0,000