Margareta Wallin

Göteborgs universitet
Inst. för biologi och miljövetenskap
Box 463
405 30 Göteborg

Artikeln i sin helhet omfattas av ovanstående rättigheter enligt Creative Commons

Användning av ny DNA-teknik vid brotts-bekämpning för att förutsäga människors ögon-, hår- och hudfärg

Genetiska fingeravtryck – ett viktigt verktyg inom forensiskt arbete om man kan ta DNA-prov från en misstänkt eller om det finns ett genetiskt fingerav-tryck i en databas som matchar

1985 skedde ett stort genombrott inom kriminologin. Alec Jeffreys [1] upptäckt om att kunna ta genetiska fingeravtryck (*DNA fingerprinting)* som är unika för individer var revolutionerande på många sätt. Genom att analysera DNA på en brottsplats fick man möjlighet att matcha det med misstänkta personers DNA. Metoden baseras på att man hittat att det finns korta tandem-repetitioner av baspar (dvs de finns i en rad – *short tandem repeats; STR)* i de delar av DNA som inte innehåller gener. Antalet STR-markörer som används idag är ungefär 16–24 stycken. Samtidigt med analys av STR-markörer får man information om könet på den person vars DNA man undersöker.

FIGUR 1. Foton från en workshop om brottsbekämpning som Forensiska sektionen, Polisen Region Stockholm, hade under Almedalsveckan 2015.

Genetiska fingeravtryck (kallas också för DNA-profiler) sparas i forensiska databaser. Om man inte har en misstänkt som man kan ta DNA-prov på, kan man leta efter en gärningsman i nationella eller internationella databaser. Om matchning finns ger det underlag för häktning och lagföring i rätten. För en bra svensk översikt, se artikeln DNA-analyser inom brottsbekämpningen av Ricky Ansell och Marie Allen i Strategiska Stiftelsens rapport från 2016 [2].

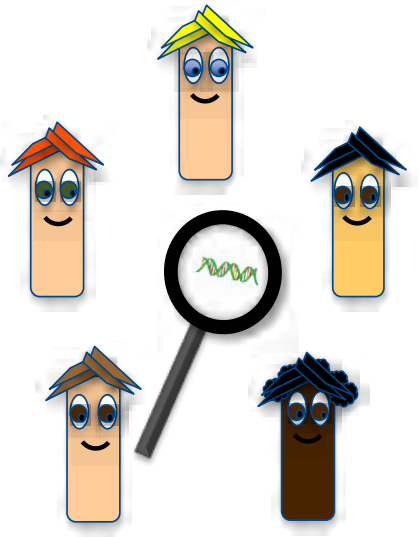
Än så länge finns inga krav på att alla nationers medborgare ska lämna DNA-prov som ska lagras i en nationell eller interna-

KORRESPONDENS:
Margareta Wallin
m.wallin@gu.se

tionell databas för brottsbekämpning. I Sverige har vi en biobank som innehåller frysta blodprover med DNA från alla barn födda i Sverige, det sk PKU-provet, vars syfte enbart är forskning och för att identifiera sjukdomar. Det startades 1965 för att spåra ämnesomsättningssjukdomen fenylketonuri, som är en ärftlig sjukdom som orsakas av brist på ett enzym och med dietbehandling med aminosyran fenylalanin kan man förhindra allvarlig hjärnskada. Idag kan man spåra fler än 20 behandlingsbara sjukdomar. Från 1975 är alla prover sparade.

När vår tidigare utrikesminister Anna Lindh blev mördad 2003 på NK i Stockholm, begärde polisen ut prov från PKU-biobanken, som finns på Karolinska universitetssjukhuset i Stockholm, från den misstänkte Mijailo Mijailovic. Det blev mycket diskussion om detta, två lagar krockade – lagen om hur biobanker får användas och lagen som säger att polis och åklagare får begära ut underlag som behövs för utredningar. En utredning tillsattes i början av 2016 för att bland annat undersöka om polisen skulle få möjlighet att använda sig av registret vid grova brott, men troligen kommer biobanken inte kunna få användas för brottsutredningar.

Men om man inte kan använda genetiska fingeravtryck – vad kan då DNA-information hjälpa till med?



FIGUR 2. Schematisk teckning av olika ögon-, hår- och hudfärg.

Om man har säkrat genetiska fingeravtryck från DNA på brottsplatsen så kan utredningsarbetet inför lagföring ske effektivt. Men om man bara har funnit DNA på en brottsplats utan att ha misstänkta som man kan ta DNA-prov från, eller om man inte kan hitta någon matchning i de databaser som finns, så har man hittills varit beroende av vittnesmål.

Forskning har visat att vuxna automatiskt fångar upp tre informationssignaler när man möter en ny människa: ålder, kön och etnicitet. När man möter en person glömmer man snabbt alla möjliga detaljer, men sannolikt kommer man ihåg om man pratade med ett litet barn eller vuxen, en man eller kvinna och någon som tillhör samma eller en annan etnisk grupp [3]. Ögonvittnesmål är dock inte alltid tillförlitliga och ibland så finns det helt enkelt inga ögonvittnen alls. Det kan också vara så att det finns vittnen, men ingen som av olika orsaker vill vittna. Men det finns idag nya verktyg som kan underlätta arbetet när det gäller att ta fram en tänkbar gärningsmannaprofil från information man kan få från DNA.

Det nya sättet att arbeta kallas för *”Forensic DNA Phenotyping”.* Tekniken baseras på markörer i DNA för att bestämma genetiskt ärvda externa visuella karaktärer (förkortas ibland med EVK).

Arbetet är komplext eftersom många gener är inblandade för de flesta av våra externa visuella karaktärsdrag, och även miljöfaktorer kan påverka. Det har visat sig att förutom kön (men inte heller det är alltid helt tillförlitligt, se [4]) så finns de mest tillförlitliga markörerna än så länge för hår- och ögonfärg.

Information om hudfärg är också mycket intressant när man ska spåra en gärningsman. Man har dock inte kommit lika långt ännu när det gäller att finna tillräckligt tillförlitliga markörer för hudfärg, men mycket forskningsarbete pågår.

DNA intelligence (eller DNA-information på svenska) är ett begrepp för hur man kan ta fram så mycket information om individen som möjligt från DNA genom att använda markörer för identitet (genetiska fingeravtryck), fenotyp, släktskap och var man kommer ifrån.

På sikt hoppas man kunna klarlägga fler geners involvering i olika karaktäristiska som ansiktsform, längd, ålder mm. Det är idag ett omfattande forskningsområde, och mycket kunskap behövs om såväl genernas betydelse som miljöns. Hittills kan man inte uttala sig med 100 % säkerhet om någon specifik karaktär.

Många gener är involverade i ögon- hår- och hudfärg

Det finns ett antal gener som är starkt kopplade till ögon-, hår- och hudfärg. Skillnad i enstaka nukleotider inom gener kan ge olika effekter; sådana brukar kallas för SNP (”*single nucleotide polymorphism*”). Ibland används de svenska orden *snippa* och *snippar* för SNP, och *snip* och *snips* på engelska, men jag kommer att använda SNPar i artikeln.

Det är än så länge mycket billigare och snabbare att analysera ett antal SNPar än ett helt genom, och ett relativt litet antal räcker för att ge tillräcklig tillförlitlighet i resultaten i förhållande till kostnad och exakthet. De är vanligt förekommande i en frekvens av ca 1 på 1000 baspar i hela genomet (det finns ca 11 miljoner SNPar), och de tros ärvas stabilt. Identifiering av SNPar som är associerade med externa visuella karaktäristika kräver jämförelse mellan genotyp och fenotyp följt av en statistisk analys för att kunna bestämma tillförlitligheten i resultatet. För att kunna välja ut lämpliga SNPar måste man veta vilka gener som är involverade.

Det är många faktorer som orsakar ögon, hud- och hårfärg; vilka proteiner som bildas från generna, vilka styrsekvenser och reglerande proteiner (t ex transkriptionsfaktorer) som styr vilka proteiner som bildas och vilken funktion proteinerna har i cellerna. Ett antal av de gener som är involverade har homologier hos många djur, så vi får kunskap från flera olika forskningsområden. Länge trodde man t ex att ögonfärg enbart bestämdes av en gen, och beroende på om den var dominant eller recessiv blev man brun- eller blåögd. Hur ögonfärg ärvs har därför använts som ett exempel på Mendels ärftlighetslära i skolan, men idag vet vi att det är fel. Två blåögda föräldrar kan få ett brunögt barn, och det finns till och med personer som har ett brunt och ett blått öga [5].

Användning av genetiska fingeravtryck i brottsutredningar är mycket säkra. Än så länge kan man bara förutsäga externa visuella karaktärsdrag med en viss sannolikhet men som ändå kan

leda utredningar framåt. Resultaten kan bidra till spaningsarbetet och utgöra ett av flera indicier för häktning. Under häktningstiden hinner man ta ett genetiskt fingeravtryck och göra en juridiskt bindande matchningsanalys.

För att välja vilka SNPar som ska användas för tester måste man veta hur vi får färg på ögon-, hår- och hud

Melanocyter – kroppens färgfabriker

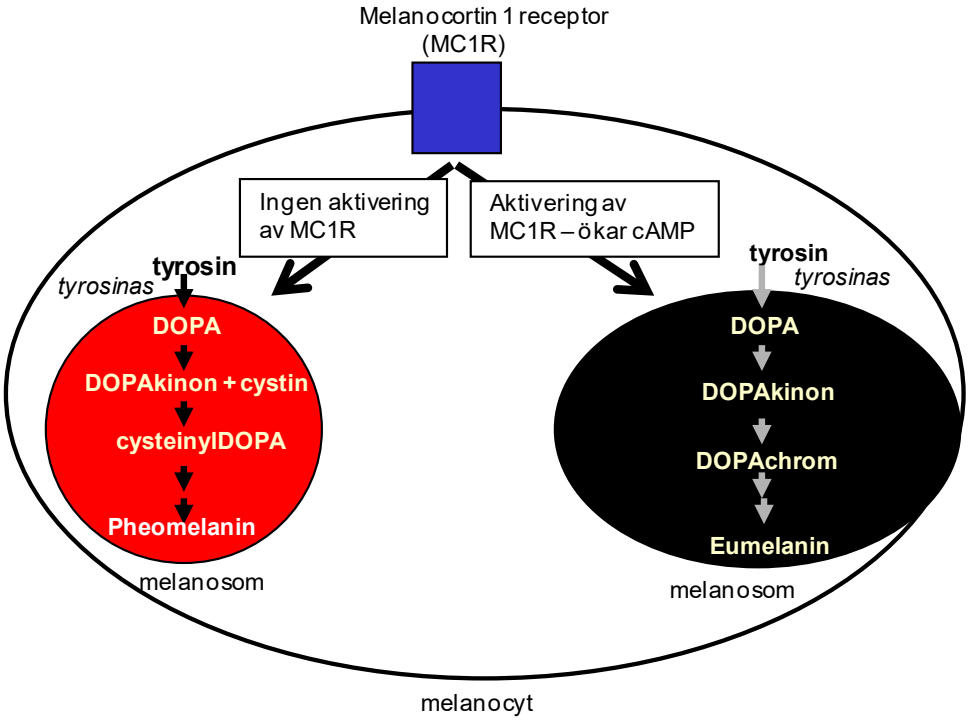
Ögon-, hår- och hudfärg kommer av pigmentet melanin som bildas i särskilda celler som kallas för melanocyter (se även Wallin, [6]). De finns i iris i ögat, i hårstrånas hårsäck och i undre delen av övre hudlagret (epidermis). Produktion och lagring av melanin sker i inne i melanocyterna i membraninneslutna vesiklar som kallas melanosomer. Produktionen kan regleras oberoende i olika vävnader och kan involvera olika gener. Sjukdomar, droger, ålder liksom UV-ljus är exempel på faktorer som kan påverka melaninsyntes, både positivt och negativt. Det mesta av kroppens melanin finns i så kallade keratinocyter, hudceller till vilka melanocyterna exporterar melanin.

Alla människor har ungefär samma antal melanocyter oavsett ögon-, hår eller hudfärg. Men melanocyterna skiljer sig åt vad gäller hur mycket melanin som de kan producera, vilken typ av melanin det är, och om eller hur melanin exporteras till och lagras i omkringliggande keratinocytceller. De huvudtyper av melanin som finns är eumelanin som är brunsvart och pheomelanin som är rödgult (Figur 3). Den receptor som framförallt styr vilken sorts melanin som produceras är melanocortin 1-receptorn. Den aktiveras av ett hormon som heter α-melaninstimulerande hormon, vilket leder till att cykliskt AMP produceras som i sin tur aktiverar transkriptionsfaktorn MITF och produktion av eumelanin. Om receptorn inte är aktiverad så produceras pheomelanin. Vissa nyansskillnader mellan människor kan uppstå genom att det inte blir 100 % av det ena eller andra pigmentet utan en blandning.

Men om alla friska människor har ungefär samma antal melanocyter, hur kan det då komma sig att vi skiljer oss åt utseendemässigt? De flesta människor i världen har svart hår, bruna ögon och brun/svart hud. Men européer och många asiater har en mer varierad färgskala. Hos européer är huden ljus i lite olika nyanser, håret är alltifrån blont till brunt och rött, och ögonen varierar från blått till grått, hasselbrunt, grönt och brunt. I Asien finner man däremot ljus hy i olika nyanser, men oftast mörkt hår och bruna ögon.

Ögats färg

Ögonfärgen beror på hur mycket melanin som bildas i de melanocyter som finns i iris. Ögat uppfattas som blått om mängden melanin är låg på grund av ljusspridning, men ju mer melanin som bildas desto mer brunt ser ögat ut. Melanocyterna i iris skiljer sig från hårets och hudens melanocyter. De bildar mela-



FIGUR 3. Schematisk teckning av en melanocyt. Om melanocortin 1 receptorn aktiveras ökar halten av cAMP som i sin tur stimulerar en transkriptionsfaktor och leder till att brunsvart eumelanin bildas melanosomerna. Om receptorn ej aktiveras bildas det rödgula pheomelanin.

nosomer som bara producerar eumelanin, och melanosomerna exporteras inte till några andra celler. Det är alltså hur mycket melanin som finns i melanocyterna som avgör färgen, tillsammans med ljusspridningsfenomen (för detaljer se [5]).

Hårets färg

I håret finns melanocyterna enbart i hårsäcken. Tillväxten av hårstrået sker vid hårsäcken och melanosomer exporteras kontinuerligt över till hårstråets keratinocyter under hårets tillväxtfas. Ett hårstrå med ett fåtal melanosomer uppfattas som ljust, och ju fler melanosomer desto mörkare blir det. Om melanocyterna producerar pheomelanin istället för eumelanin blir håret rött. Det beror oftast på mutationer i melanocortin 1 receptorn som inte aktiverar produktion av eumelanin.

Hudens färg

I överhuden är ungefär var 40:e cell en melanocyt. Melanosomer exporteras kontinuerligt över till keratinocyterna som är de dominerade hudcellerna i överhuden. Keratinocyter nybildas kontinuerligt från den undre delen i överhuden där melanocyterna finns, vilket innebär att keratinocyter förs uppåt i överhuden och så småningom dör de och faller av från huden. När det gäller hudfärg så beror hudfärgen både på hur många melanosomer som bildas, hur mycket melanin som produceras och hur melanosomerna är lokaliserade i keratinocyterna.

Melanosomer bildas i fyra distinkta mognadssteg. Under de två första stegen byggs de upp och ett internt fibersystem bildas. Produktion av melanin sker inne i melanosomerna och de fylls alltmer med melanin under det tredje och fjärde steget.

FIGUR 4. Modell av Lucy (*Australopithecus afarensis*) på Moesgaard museum utanför Aarhus i Danmark. Hon hittades 1974 i Etiopien i Afrika och tros vara cirka 3,2 miljoner år gammal. I bakgrunden syns besökare med såväl ljus hy som blont hår. Foto: Margareta Wallin
Det finns en bra sammanställning av människans ursprung på http://humanorigins.si.edu/evidence/human-evolution-timeline-interactive**.**

FIGUR 5. Människans ursprung är Afrika, men genom folkvandringar har människor spridits och sprids fortfarande över jordens yta. Ursprungsfärgen på ögon, hud och hår var brunt-svart, men har under evolutionen lett till en bredare palett av färger både på grund av naturlig och sexuell selektion. Teckning Microsoft Clip Art.

När det är klart transporteras de ut till cellperiferin för att därefter kunna överföras till keratinocyter.

Hos mörka personer är melanosomerna i huden oftast stora, väl utspridda i keratinocyterna och fyllda med mycket melanin. Hos ljusa personer är melanosomerna lite mindre, inte så utspridda, mer klustrade tillsammans och inte lika välfyllda med melanin.

Vad hände under evolutionen av människan som förklarar varför vi har olika ögon-, hår- och hudfärg?
Ursprungsmänniskan i Afrika hade en mycket mörk hud. Det finns en stark korrelation mellan hudfärg och från vilken latitud man kommer. Mängden ultraviolett ljus (UV-ljus) som människan utsätts för spelar en betydande roll. Mörk hudfärg skyddar bra mot UV-ljus, som är starkt vid ekvatorn. En starkt pigmenterad hud har visat sig ha en särskilt viktig roll i att skydda mot UV-inducerad nedbrytning av folsyra (vitamin B9). Folsyra är viktig för normal utveckling av ett skyddande rör runt ryggmärgen tidigt under fosterutvecklingen och fel kan resultera i svåra missbildningar. Det hänger därför direkt ihop med en väl fungerade reproduktion. Mörk hudfärg skyddar också mot UV-inducerad skada på svettkörtlar och förhindrar att kroppens termoreglering påverkas negativt. Under evolutionen av människan från de tidiga hominiderna förlorades den UV-skyddande kroppsbehåringen och en pigmenterad hud blev en evolutionär fördel.

Ljus hudfärg och dess stora variation uppkom sannolikt som ett resultat av naturlig selektion under människornas vandring från Afrika till Asien och Europa. Människan är beroende av UV-ljus för syntes av vitamin D3, som är nödvändigt för upptag av kalcium och fosfat. Ju längre ifrån ekvatorn vi lever desto mindre UV-ljus utsätts vi för, och det gäller särskilt under vinterhalvåret. Det blir därmed en fördel att ha ljusare hy som släpper igenom mer UV-strålning om man lever långt från ekvatorn. Men kosten kan också spela roll; inuiter (människor från norra Kanada, Alaska och Grönland) som äter mycket D-vitamin i sin fiskrika diet har behållit en förhållandevis mörk hy.

Under sommarhalvåret ökar UV-bestrålningen men tack vare att vi då kan förändra vår hudfärg genom att producera mer melanin; dvs bli solbrända, så kan vi skydda huden mot UV-ljus under den perioden.

Det finns idag inga direkta data som ger oss information om när ögon-, hud- och hårfärgsvariation först uppstod, men man tror att ljus hud uppstod för ca 11 000 till 19 000 år sedan.

Det är dock svårare att förklara orsaken till olika ögon- eller hårfärg. Det finns ingen känd evolutionär fördel med olika ögon- eller hårfärg. Det uppstod sannolikt flera genetiska mutationer som ledde till blå ögon och ljust hår hos européer och som ökade i frekvens genom sexuell selektion; dvs att sådana individer föredrogs som partners och därmed blev fler. Och olika kulturer kan utveckla olika skönhetsideal. Mutationerna kan också förklara skillnaden mellan de människor som ut-

vandrade till Asien respektive Europa. Det finns också en grupp människor på några Oceanska öar som har en mycket mörk hy men är blonda.

Läs gärna Karin Bojs bok Min europeiska familj de senaste 54 000 åren [7]. Där beskrivs Europas historia, från den första invandringsvågen till idag och vilka möjligheter DNA-analyser har gett för att förstå vår historia och utveckling.

Tester baseras på vilka gener som styr ögon-, hår- och hudfärg

Tillbaka nu till melanocyten och vilka SNPar vi ska välja för att kunna förutsäga ögon-, hår- och hudfärg. Det har visat sig att det bara är ett relativt litet antal viktiga gener man behöver analysera. Och det trots att man funnit mer än 150 proteiner som på olika sätt är inblandade. Man känner ännu inte till funktionen hos alla gener, styrsekvenser eller de proteiner vars gener man har studerat. Här ges exempel på de mest kända och en mycket kortfattad beskrivning av den funktion som man idag vet att de har (se också Figur 6). De är uppdelade i fyra olika grupper för tydlighetens skull.

1. Enzymer för syntes av melaniner – de är lokaliserade i melanosomens membran och viktiga för syntes av melaniner inne i melanosomen. De viktigaste är TYR (tyrosinas), TYRP1 (tyrosinasrelaterat protein 1) och DCT (dopakromtautomeras).

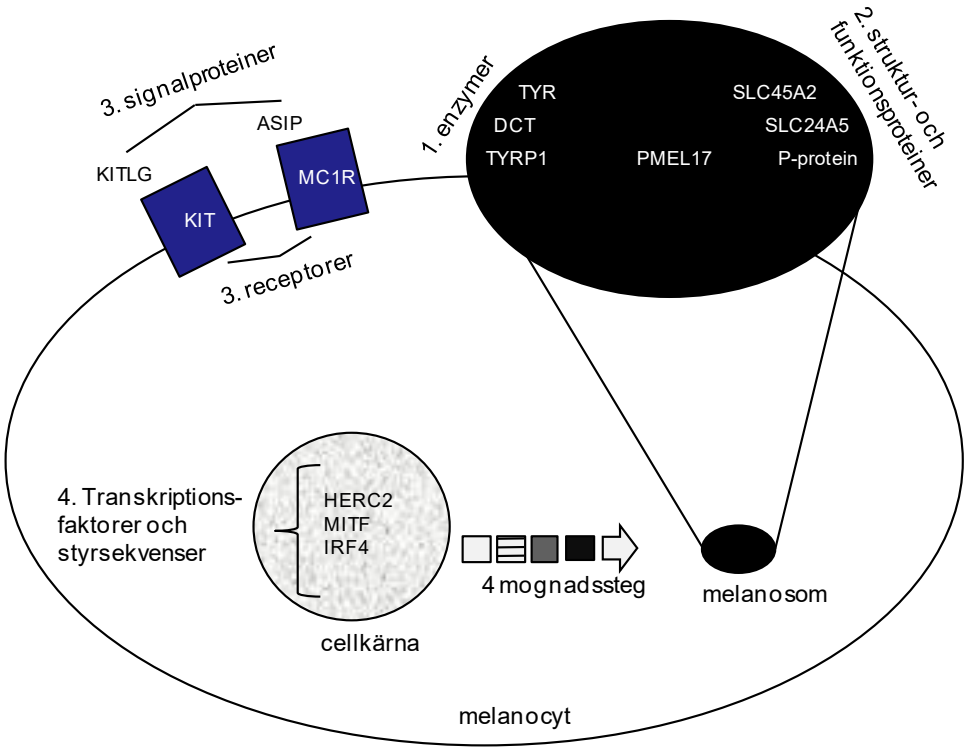
2. Proteiner i melanosomen som spelar en viktig roll för dess struktur och funktion – SLC45A2 (membran-associerat transport protein), SLC24A5 (katjonbytare i melanosomen), P-protein (genen heter OCA2, proteinet reglerar melanosomens pH, och PMEL17 (bildar fibrer i melanosomen till vilka melanin binder).

3. Signalproteiner och receptorer – MC1R (melanocortin 1 re3. ceptor), α-MSH (α-melanin stimulerande hormon), och ASIP (agouti signalerande protein). MC1R finns i melanocytens cellmembran och är viktig för hår- och hudfärg. ASIP är en extracellulär hämmare av receptorn som leder till att enbart pheomelanin produceras. KIT receptorn är också involverad, och den aktiveras av signalproteinet KITLG.

4. Transkriptionsfaktorer och styrsekvens – MITF (microphthalmia transkriptionsfaktor), IRF4 ((Interferon reglerande faktor 4) och HERC2. MITF ökar produktion av enzymer och proteiner i melanocyten, HERC2 har nyligen visat sig öka expressionen av OCA2. IRF4 är inte pigmentscellsspecifik men samverkar med MITF.

Det första testet, IrisPlex, togs fram för test av ögonfärg

När det gäller ögonfärg så har sex stycken SNPar valts ut som de viktigaste för att förutsäga ögonfärg med så hög tillförlitlighet som möjligt. Markörer för dessa har inkluderats i IrisPlex testet som uppfyller de strikta standarder som behövs för forensiskt arbete [8]. De som testas är HERC2, OCA2, SLC45A2, SLC24A4, TYR samt IRF4.



FIGUR 6. Schematisk teckning av en melanocyts olika viktiga enzymer (1), struktur- och funktionsproteiner (2), signalproteiner och receptorer (3) samt styrsekvenser (4) av olika slag.

OCA2 ansågs vara den viktigaste genen för att bestämma ögonfärg, men under senare tid har man funnit att HERC2 påverkar expression av OCA2 och tillsammans styr de mer än till 75 % vilken färg det blir på ögat. Blå- eller brunögdhet kan man förutsäga med mer stor säkerhet (mer än 90 % sannolikhet), medan sannolikheten för att kunna förutsäga gröna ögon eller hasselnötsfärgade ögon är lite lägre. Ögon kan ha olika färger i olika regioner av iris t ex gråblå in den inre delen och brunt i den yttre, vilket med nuvarande DNA-test är svårt att förutsäga.

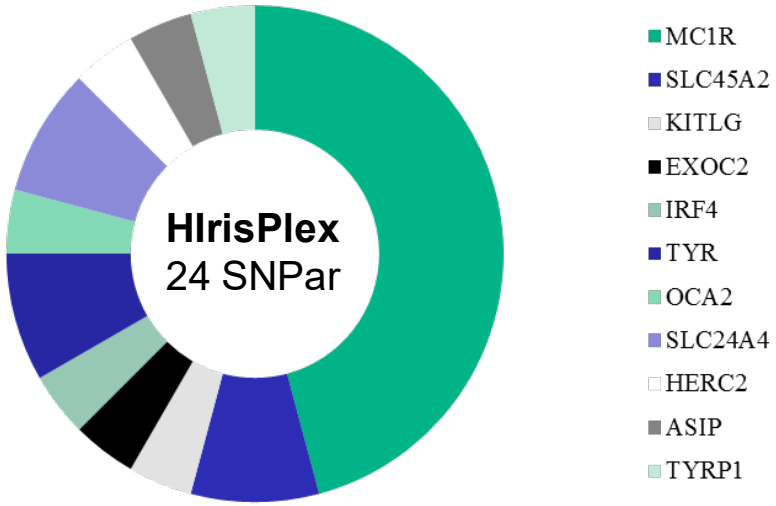
HIrisPlex är ett test för både ögon- och hårfärg

För att förutsäga både ögon och hårfärg i ett och samma test har man tagit fram ett test som kallas HIrisPlex [9]. Det innehåller test av 24 SNPar som inkluderar de sex från IrisPlex systemet.

Eftersom melanocortin 1 receptorn är mycket viktig för vilken hårfärg det blir så finns den med i HIrisPlex-testet och flera olika SNPar används. ASIP som hämmar aktivering av melanocortin 1 receptorn finns också med eftersom den kan ge upphov till rött hår.

Här finns också en SNP för KITLG. Den finns inte i genen utan uppströms i en styrsekvens en bit från genen och som reglerar hur mycket av KITLG som produceras. (Figur 6).

Säkrast kan man förutsäga röd och svart hårfärg, medan det är lite mindre säkert vad gäller blond och brun hårfärg.



FIGUR 7. HIrisPlex är ett test för både ögon- och hårfärg baserat på 24 SNPar. Storleken på tårtbitarna representerar antalet SNPar för varje gen eller styrsekvens.

Finns det något tillförlitlig test för hudfärg?
Hudfärg är betydligt svårare att förutsäga med stor precision särskilt mellan olika ljusa personer och mellan olika mörka personer. Det finns lovande förslag på tester för hudfärg. För att ta fram ett standardiserat test måste det valideras på många individer och baseras på noga utvalda SNPar plus instruktioner om hur de ska tolkas. Man jämför genotypen med fenotypen, och använder statistisk analys för att bestämma hur signifikant de är kopplade till varandra.

Den tekniska utvecklingen av DNA-analyser går fortare än ökningen av kunskap om vilka gener som styr olika utseenden

Det har blivit allt billigare att få en människas hela arvsmassa sekvenserad vilket också kan påverka hur tester kan ske framöver. Nya sätt att sekvensera, som ibland kallas för NGS eller nästa generations sekvensering, möjliggör snabb analys av hundratals STR-markörer, utseendemarkörer och mitokondrieDNA samtidigt.

Samtidigt kvarstår att förstå vilka gener som är involverade och hur de samspelar, för att fatta beslut om vilka markörer som ska användas för att förutsäga utseende och ansiktsstruktur med så stor säkerhet som möjligt. Det kan dessutom t ex handla om användbara SNPar i olika sorters styrsekvenser utanför generna.

Information om geografiskt ursprung, längd, skallighet, ålder, hårstruktur, fräknar, mm är av intresse. Även personers sammansättning av olika proteiner i blodet (proteinprofil) kan komma att användas.

Kommersiella testföretag

Det finns idag ett antal kommersiella företag som erbjuder uppgifter om släktskap, härstamning, potentiella sjukdomar mm om man skickar in DNA-prov. Det finns företag som spe-

cialiserar sig på att ta fram uppgifter om externa visuella karaktäristika för forensiskt arbete, se t ex Parabon-Snapshots hemsida [10]. Meghan Rosen [11] har skrivit en intressant populärvetenskaplig artikel om hur DNA kan förutsäga ett ansiktes utseende, där hon diskuterar med vilken säkerhet förutsägelser kan göras, och också hur man kan tillämpa kunskapen historiskt. Ett exempel hon tar upp är hår- och ögonfärg hos kung Richard III.

Men det finns vissa begränsningar att ta hänsyn till…

Även om sannolikheten för att förutsäga ögon-, hår- och hud är relativt hög, så finns det begränsningar att ta hänsyn till. Sjukdomar, droger, ålder och UV-ljus kan påverka melaninsyntes både positivt och negativt. Hårfärg kan ändras över tid; det finns barn som föds mycket blonda men som allteftersom blir alltmer brunhåriga. Och det är många som färgar sitt hår i olika kulörer.

Än så länge har vi inte några markörer för grått hår. HIrisPlex systemet kan ändå vara värdefullt ifall den sökta gärningsmannen/-kvinnan har blivit gråhårig. Det verkar som många gråhåriga ofta färgar sitt hår, speciellt män, i sin naturliga hårfärg [9]. Grön ögonfärg är också svår att förutsäga pga att det inte finns några bra markörer. Det finns dessutom individer som har ett blått och ett brunt öga, vilket visar att lokala miljöfaktorer kan påverka melaninsyntesen.

En annan felkälla som kan uppstå är att människor med mörk hud som lever i norr tenderar att få ljusare hud än motsvarande personer som lever på Afrikanska latituder pga minskad UV-strålning, liksom ljusa européer blir mörkare när de exponeras för mer UV-ljus.

Vilka etiska överväganden måste göras?

Genetiska fingeravtryck görs inte på gener utan på DNA som inte kodar för proteiner vilket gör att det etiskt inte utgör några större problem. Men DNA-analys av utseendet sker däremot på gener. Argumentation som förs är att ”rätten att inte veta” kan inte tillämpas just i det här fallet när det gäller utseende. Det beror helt enkelt på att utseende inte bara är känt för personen själv, utan alla som har sett personen, vilket inkluderar polisen som granskar ansiktsbilder i pass, ID-kort, körkort mm. Därför kan man inte anse att externa visuella karaktäristika i princip kan ses som privata data. Det skulle däremot kunna gälla för test av genetisk härkomst, där härkomsten skulle kunna vara från olika kontinenter som inte självklart är synlig beroende på hur många generationer tillbaks det gäller (ett område som inte denna artikel berör).

Trots att det kan vara samma gener som orsakar patologisk och normal variation och som inkluderar externa visuella karaktäristika, så är mutationer som orsakar sjukdom oftast inte desamma som de DNA-varianter som är involverade i vanlig

ärftlighet. Man väljer därför SNPar som inte är involverade i kända sjukdomar. Det innebär att de DNA-tester som är utvecklade för att förutsäga vanligt utseende för forensiskt arbete inte är informativa för att upptäcka sjukdomar/sjukdomsrisker.

Tackord

Jag har haft stor hjälp av Mikael Andersson från Forensikgrupp 7 vid Polismyndigheten i Stockholm. Han har bidragit med såväl faktakoll av det polisiära arbetet som med foton, förslag på referenser och synpunkter på texten.

Referenser

1. Jeffreys, A.J., Wilson, V. and Thein, S.L. (1985) Hypervariable "minisatellite" regions in human DNA. Nature 314, 67-73.

2. SSF-rapport nr 24, 2016. Skurk, sjuk eller släkt – vem ska ha ditt DNA?
Finns på hemsidan för Stiftelsen för Strategisk Forskning; http://stratresearch.se/wp-content/uploads/skurk-sjuk-eller-slakt-vem-ska-ha-ditt-dna.pdf . ISBN: 91 89206 65 7.

3. Bloom, P. (2015) Ditt barn är klokare än du tror. Fri Tanke. ISBN: 978 91 87513 69 5.

4. Ritzén, M. (2013) Pojke eller flicka – vad är det som styr utvecklingen och hur kan det bli problem inom idrotten? Bioscience Explained 7 (2).

5. Sturm, R.A. (2008) Kan blåögda föräldrar få brunögda barn? Bioscience Explained 4 (1).

6. Wallin, M. (2002) Naturens palett – hur djur och människor får färg. Bioscience Explained 1 (2).

7. Bojs, K. (2015) Min europeiska familj de senaste 54 000 åren. Albert Bonniers Förlag. ISBN: 978 91 0 013911 7.

8. Walsh, S., Liu, F., Ballantyne, K.N., van Oven, M., Lao, O., and Kayser, M. (2011) IrisPlex: a sensitive DNA tool fpr accurate prediction of blue and brown eye colour in the absence of ancestry information. Forensic Science International: Genetics 5, 170-180.

9. Walsh, S., Liu, F., Wollstein, A., Koatsi, L., Ralf, A., Kosinak-Kamysz, A., Branicki, W. and Kayser, M. (2013) The HIrisPlex system för simultaneous prediction of hair and eye colour from DNA. Forensic Science International: Genetics 7, 98-115.

10. http://Parabon-NanoLabs.com/Snapshot.

11. www.sciencenews.org/article/can-dna-predict-face

Ytterligare läsning för specialintresserade

I boken “Forensic DNA Applications. An Interdisciplinary Perspective. 2014 (eds. Primorac D. and Schanfield, M., CRC Press, ISBN: 978 1 4665 8022 0) kan man finna information om allt från generell bakgrund och metoder, användning och applikationer, senaste utveckling och framtida möjligheter inom human forensisk molekylär biologi liksom lag, etik och policy. Boken finns dock inte på många bibliotek och är ganska dyr att köpa.