



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Fingermarks, more than just a ridge pattern

van Dam, A.

Publication date
2014

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

van Dam, A. (2014). *Fingermarks, more than just a ridge pattern*. [Thesis, fully internal, Universiteit van Amsterdam].

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

SAMENVATTING

Het gebruik van vingersporen voor forensisch onderzoek dateert al vanaf het begin van de 20e eeuw. Het patroon dat te zien is op het topje van onze vingers, is uniek per vinger en per persoon. Wanneer een persoon een afdruk maakt met zijn vinger, zal er een uniek patroon achterblijven. Dit patroon kan gebruikt worden voor de individualisatie van een persoon. Vingersporen gevonden op een plaats delict kunnen daarom gebruikt worden voor de identificatie van een donor, maar ook voor het uitsluiten van mogelijke donoren.

Een vingerspoor bevat veel meer informatie dan dit unieke en gecompliceerde patroon aan lijnen. De chemische samenstelling van een vingerspoor, bestaande uit lichaamsmateriaal, maar ook uit exogeen materiaal, bevat een enorme bron aan verborgen informatie over de persoon die de afdruk gezet heeft. Deze persoon noemen we in dit verband een donor. Men kan bij deze informatie denken aan het geslacht, de leeftijd, de bloedgroep, maar ook informatie over de leefgewoonten van de donor. Deze extra informatie kan gebruikt worden om de bewijswaarde van vingersporen te versterken, maar ook in gevallen van vingersporen die onbruikbaar zijn voor het identificatieproces, doordat ze uitgesmeerd of beschadigd zijn, waardoor het patroon niet meer herkenbaar is.

Het doel van dit proefschrift is dan ook het ontwikkelen van technieken die het mogelijk maken om stoffen in vingersporen te detecteren, analyseren en identificeren met behulp van immunolabeling en fluorescentie spectroscopie.

In het **eerste hoofdstuk** van deze thesis wordt in het kort beschreven wat een vingerafdruk is en hoe het patroon wordt gebruikt voor forensische doeleinden, gevolgd door een korte beschrijving van de chemische samenstelling van het vingerspoor. Stoffen die gebruikt kunnen worden voor het opstellen van een donorprofiel kunnen afkomstig zijn uit het lichaam zelf, doordat deze uitgescheiden zijn via de in de huid aanwezige poriën. Hierbij moet men denken aan eiwitten, peptiden, aminozuren en vetzuren. Daarnaast kunnen ook stoffen aanwezig zijn die afkomstig zijn uit de omgeving, door bijvoorbeeld het aanraken van objecten of voedsel. Exogene componenten die belangrijk kunnen zijn voor het opstellen van een donorprofiel kunnen onder andere afkomstig zijn van bepaalde soorten drugs, cosmetica of voedselresten.

In dit proefschrift maken we gebruik van twee technieken voor de detectie, analyse en identificatie van de verschillende aanwezig in de vingerafdruk aanwezige stoffen, namelijk immunolabeling en fluorescentie spectroscopie. In het **eerste deel van hoofdstuk 2** wordt het principe van immunolabeling uitgelegd. Immunolabeling maakt gebruik van de specifieke eigenschap van antilichamen om te binden aan een antigeen. Een belangrijk gegeven is dat antilichamen geproduceerd kunnen worden tegen vrijwel elk

soort macromolecuul, waaronder eiwitten, hormonen en drug metabolieten. Daardoor kunnen ze gebruikt worden voor het detecteren van stoffen in vingersporen.

Immunolabeling kan voor twee doeleinden gebruikt worden in vingersporen, ten eerste voor het verkrijgen van informatie over de donor van de afdruk en ten tweede, voor het (her)ontwikkelen van het vingerspoor, het patroon zelf. Het is belangrijk dat de immunolabeling-techniek reproduceerbaar is en dat meer dan één stof tegelijk gedetecteerd kan worden. In **hoofdstuk 3** wordt dan ook een reproduceerbare immunolabeling-methode beschreven die het mogelijk maakt om meerdere componenten in de vingerafdruk tegelijkertijd te detecteren. Om dit te behalen, hebben we twee lichaamseigen stoffen geselecteerd, die uitgescheiden worden via de in de huid aanwezige poriën, namelijk dermcidin en humaan serum albumine. Op deze twee stoffen zullen de twee geselecteerde antilichamen zich dan ook richten. Om de detectie van de twee componenten van elkaar te onderscheiden, zijn beide antilichamen elk aan een ander fluorofoor gekoppeld. Vervolgens zijn beide antilichamen tegelijkertijd op de vingerafdruk aangebracht, wat resulteert in de gelijktijdige detectie van beide componenten. Deze methode is getest op een poreus oppervlak, nitrocellulose membraan en een niet-poreus oppervlak, glas. Om het aantal vals positieve resultaten te minimaliseren is het belangrijk dat blokstappen en wasstappen worden opgenomen in het protocol.

Om immunolabeling interessant te maken voor forensische toepassingen is het van belang dat het gebruikt kan worden naast de gebruikelijke detectietechnieken voor vingersporen. Deze technieken worden gebruikt om vingersporen op een plaats delict zichtbaar te maken. Omdat niet alle sporen direct zichtbaar zijn, moeten ze behandeld worden door middel van een detectietechniek. Afhankelijk van verschillende factoren, waaronder het type ondergrond en de kleur van de ondergrond, wordt een keuze gemaakt welke techniek gebruikt wordt. Daarom hebben we in **hoofdstuk 4 en 5** de immunolabeling getest op vingerafdrukken die vooraf zichtbaar gemaakt waren door middel van verschillende detectietechnieken, namelijk; ninhydrine, poederen, indanediaone-zink behandeling, physical developer en verschillende cyanoacrylaat-behandelingen. We hebben aangetoond dat immunolabeling uitermate geschikt is om gebruikt te worden, nadat een vingerspoor ontwikkeld is met een standaard detectietechniek. Hierdoor kunnen op een plaats delict gevonden vingersporen niet alleen gebruikt worden voor het identificatieproces, maar ook om meer informatie uit de afdruk te halen.

Vingersporen op een plaats delict kunnen op allerlei soorten ondergronden gevonden worden, variërend van poreus, niet-poreus, gekleurd en wel of geen structuur bezittend. In **hoofdstuk 6** is een verscheidenheid aan forensisch relevante ondergronden getest op de toepasbaarheid van immunolabeling. De ondergronden aluminium folie, roestvrij staal, plastic sheets, verschillende kleuren vuilniszakken, boterhamzakjes en Ziploc-zakjes, witte tegels, gelamineerd spaanplaat, kopieerpapier en thermische papier zijn getest op de toepasbaarheid van immunolabeling. Alle ondergronden waren

geschikt voor het succesvol detecteren van het antigeen van interesse, behalve gelamineerd spaanplaat en kopieerpapier. Door gelijktijdige detectie van drie lichaamseigen componenten in het vingerspoot, namelijk dermcidin, albumine en keratine, was het mogelijk om op thermisch papier gezette vingersporen goed te ontwikkelen, waardoor het patroon van het spoor goed zichtbaar gemaakt werd en bovendien geschikt was voor het identificatieproces.

Naast het gebruik van immunolabeling hebben we ook fluorescentie spectroscopie gebruikt voor de analyse van stoffen in vingersporen. Een belangrijke eigenschap van sommige chemische componenten in de vingersporen is de mogelijkheid om een autofluorescerend signaal uit te stralen, wanneer deze aangestraald worden met de juiste golflengte. In het **tweede deel van hoofdstuk 2**, gaan we kort in op de detectie van dit autofluorescerende signaal met behulp van fluorescentie spectroscopie. In **hoofdstuk 7 tot 10** maken we gebruik van fluorescentie-spectroscopie om meer informatie uit de chemische samenstelling van de vingersporen te halen, maar ook om de intrinsieke fluorescentie te gebruiken voor het dateren van de vingersporen.

Er is weinig informatie over de componenten die verantwoordelijk zijn voor de autofluorescentie van vingersporen. Daarom hebben we in dit proefschrift een eerste stap gezet om er achter te komen welke componenten hiervoor belangrijk zijn. In **hoofdstuk 7** hebben we dunne laag chromatografie, een makkelijke methode om stoffen aanwezig in een mengsel te scheiden, gebruikt in combinatie met fluorescentie-spectroscopie om autofluorescerende stoffen te identificeren in verse vingersporen. Eén van onze resultaten was dat eiwit gebonden tryptofaan een van de grootste bijdragen had aan de autofluorescentie van de vingersporen. Een derivaat van kynurenine bleek ook een aandeel te hebben in de autofluorescentie van vingersporen. Een metabool van het plantepigment chlorofyl, pheophorbide A was aangewezen als verantwoordelijke voor een rood fluorescerende vingerspootcomponent. De aanwezigheid van plantepigmenten in het residu van het vingerspoot kan duiden op informatie over het dieet van de donor van de afdruk en dus gebruikt worden voor donorprofilering.

In **hoofdstuk 8** is gekeken naar de relatie tussen het autofluorescerend signaal en de hoeveelheid in een vingerspoot aanwezig DNA. De hoeveelheid DNA in een vingerspoot is meestal te laag of dichtbij de detectielimiet. Hierdoor is het vaak onmogelijk om een volledig DNA-profiel te verkrijgen van vingersporen. DNA-analyse wordt daarom zelden uitgevoerd op vingersporen, mede omdat de bijbehorende techniek destructief is voor het vingerspoot. Voor het forensische onderzoek zou het daarom makkelijk zijn als er een niet-destructieve methode bestaat die het mogelijk maakt om de hoeveelheid DNA in te schatten door gebruik te maken van de intensiteit van het autofluorescerend signaal van de afdruk. Hierbij veronderstellen we dat hoe meer een persoon uitscheidt, hoe groter het autofluorescerend signaal is en mogelijk ook de aanwezige hoeveelheid DNA. In dit voorlopige onderzoek is de intensiteit van de autofluorescentie beoordeeld

op een subjectieve wijze door verschillende beoordelers op basis van digitale foto's van de vingersporen. De Spearman's rank correlatietest resulteerde in de uitkomst dat twee van de drie geteste series, een gemiddelde maar significante correlatie aantoonde tussen de hoeveelheid DNA en de autofluorescentie van de vingersporen. Helaas is deze correlatie te klein om de forensisch onderzoeker betrouwbaar te leiden naar sporen die een grote hoeveelheid DNA bevatten. Meer onderzoek is nodig om de relatie tussen de hoeveelheid DNA en de intensiteit van de autofluorescentie van de afdruk te bepalen.

Eén van de grootste uitdagingen binnen het forensische onderzoek is het accuraat schatten van het tijdstip waarop sporen achtergelaten zijn op een plaats delict. Tot op heden is het juist inschatten van het tijdstip waarop een vingerspoor achtergelaten is niet mogelijk. In **hoofdstuk 9 en 10** hebben we de eerste grote stappen gezet voor het dateren van vingersporen, waarbij we gebruik gemaakt hebben van fluorescentie-spectroscopie. Tijdens ons onderzoek namen we een verandering waar in het autofluorescerend signaal van verouderende afdrukken ten opzichte van verse afdrukken. Om na te gaan welke componenten verantwoordelijk waren voor deze verandering, hebben we dezelfde technieken gebruikt als beschreven in **hoofdstuk 7**, namelijk dunne laag-chromatografie in combinatie met fluorescentie-spectroscopie. In verouderde vingerafdrukken van verschillende donoren werd een consistent patroon gevonden in de gevormde verouderingsproducten, waarbij derivaten van tryptofaan een belangrijke rol spelen. Omdat er eenzelfde verouderingspatroon gevonden is in de gevormde producten lijkt het dat de veroudering van de afdrukken niet gedomineerd wordt door de inter- en intradonor variabiliteit in de samenstelling die gevonden is in verse sporen. Indool-azijnzuur, (nor)harman en xanthureenzuur lijken een belangrijke rol te spelen in de autofluorescentie van verouderde afdrukken. Doordat we nu weten welke stoffen een rol spelen in de veroudering van vingersporen, kan dit gebruikt worden voor het ontwikkelen van vingerspoor detectietechnieken door het specifiek detecteren van verouderingsproducten. Ook kan deze informatie bijdragen aan de ontwikkeling van een methode om vingersporen te dateren.

In **hoofdstuk 10** presenteren we een nieuwe methode die het mogelijk maakt om vingersporen te dateren. Deze methode is een enorme vooruitgang voor het forensische vakgebied, omdat er tot dusver nog geen techniek bestond die het mogelijk maakte om vingersporen te dateren. Deze nieuwe methode is gebaseerd op fluorescentie spectroscopie en maakt gebruik van de fluorescerende eigenschappen van vingersporen. Door het benaderen van vingersporen als een eiwit-vet emulsie en gebaseerd op de verwachte eiwit vet oxidatiereacties hebben we een dateermethode ontwikkeld. Bij deze methode is er geen direct contact met het vingerspoor en de meettechniek. Het is van belang dat de vingersporen voldoen aan twee mate van oxidatie. Allereerst moet het spoor voldoende fluorescerende oxidatieproducten bevatten en ten tweede moet er een zekere snelheid zijn waarbij deze producten gevormd worden. Met deze methode waren we in staat om 55% van de door mannelijke donoren gezette vingersporen te dateren tot

drie weken oud met een onzekerheid van 1,9 dagen. Het schatten van de ouderdom van vingerafdrukken is van groot belang voor het forensisch veld, omdat op deze manier onderscheid gemaakt kan worden tussen relevante en niet-relevante vingersporen voor het onderzoek.

In **hoofdstuk 11** wordt een kort overzicht gegeven over de mogelijkheden en de beperkingen van het opstellen van een donorprofiel door middel van het gebruik van de chemische samenstelling van een vingerspoor. Daarnaast worden verschillende technieken besproken die gebruikt kunnen worden om deze informatie te verkrijgen. In **hoofdstuk 12** worden alle onderwerpen die in dit proefschrift besproken zijn nog eenmaal onder de loep genomen, waarbij de beperkingen, mogelijkheden en toekomstperspectieven bediscussieerd worden.

De technieken die besproken zijn in dit proefschrift kunnen niet alleen toegepast worden op vingersporen, maar ook op andere sporen, zoals sperma, vaginale afscheiding en zelfs traanvocht.

Concluderend, dit proefschrift laat zien dat de chemische samenstelling van vingerafdrukken een wereld aan informatie bevat, wat gebruikt kan worden voor donor profilering, het ontwikkelen van nieuwe vingerspoor detectietechnieken, maar ook voor de datering van vingersporen. De in dit proefschrift gepresenteerde nieuwe inzichten kunnen leiden tot nieuwe mogelijkheden in het forensisch veld.