

Marko Andrejević,  
Apsolvent Biološkog fakulteta, Beograd

UDK: 343.148  
Pregledni naučni rad

## ZNAČAJ FORENZIČKE DNK ANALIZE U PRAVOSUDNOM SISTEMU

*U drugoj polovini 20-og veka dolazi do revolucionarnih otkrića na polju genetike i molekularne biologije. Opisana je struktura molekula DNK, objašnjena njegova uloga u nasleđivanju i napravljena korelacija sa mnogim oboljenjima. Kao nasledni faktori označene su sekvence DNK koje su nazvane genima. To su sekvence DNK koje direktno kodiraju za određeni protein koji ima neku od vrlo važnih funkcija u našem organizmu i važan je normalan rast i razvoj. Pokazano je takođe da postoje i delovi DNK molekula koji nemaju kodirajuću funkciju, i da se upravo u tim delovima(sekvencama) krije velika varijabilnost koja se razlikuje od jedne do druge individue. Identifikacijom tih sekvenci određenim naučnim metodama dobija se DNK-otisak. Prihvatanje i uvođenje teorije DNK-otiska u pravosudni sistem je proces koji je bio praćen brojnim kontroverzama. Ovaj rad će ukazati na neke od bitnih karakteristika molekula DNK koje su od značaja u forenzičkim analizama, metode identifikacije DNK sekvenci i izradu DNK otiska, i kroz nekoliko poznatih sudskih procesa biće ukazano na ogroman značaj ove metode u pravosudnom sistemu.*

**Ključne reči:** forenzika, DNK, pravo, sudski postupak, elektroforeza, RFLP, PCR

Forenzička nauka (forenzika) u najširem smislu reči podrazumeva primenu znanja i tehnologija iz različitih nauka u rešavanju pravnih pitanja. Koristi znanja i dostignuća iz hemije, fizike, biologije, medicine, psihologije, tehnologije, informatike itd, u cilju identifikacije i analize različitih tragova koji mogu biti iskorišćeni u sudskim postupcima protiv određenih lica. Naziv potiče od grčke reči **forensis**, što u bukvalnom prevodu znači „pred forumom“ ili „javno iznositi“. Implementacija forenzike u sistem prava i zakonodavstva predstavlja samo još jedan vrlo lep primer interakcije nauke i prava. Između nauke i prava postoji neraskidiva veza koja je uspostavljena davno.

## Šta je DNK ?

**Dezoksiribonukleinska kiselina(DNK)** je jedna od dve nukleinske kiseline u našem organizmu. Nukleinske kiseline je prvi izolovao Fridrih Mišer (Friedrich Miescher) iz ostataka ćelija na hirurškim zavojima. Dobile su naziv prema ćelijskom jedru(**nucleus**), jer je ustanovljeno da ih najviše ima u tim delovima ćelije. Prvi eksperimentalni dokaz da je DNK nosilac naslednih informacija objavljen je 1944 godine od strane američkog naučnika Osvalda Ejverija (Oswald Avery). Alfred Herši (Alfred Hershey) i Marta Čejs (Martha Chase) su 1952 godine pokazali da je dovoljno inficirati bakterijsku ćeliju viralnom DNK kako bi u njoj došlo do razvoja ogromnog broja virusa koji nakon liziranja bakterijske ćelije nastavljaju da se šire. Ovi ogleđi su pokazali da je informacija koju nosi DNK dovoljna za kompletni životni ciklus virusa. Najzad, 1953 godine, dr.Džejms Votson (James Watson), biohemičar, i diplomirani student sa Kembridža Frensis Krik (Francis Krick) su predstavili model sekundarne strukture DNK, a Rozalin Frenklin (Rosalin Franklin) je metodom X-zraka dobila difrakcione slike koje su ukazivale na spiralnu strukturu DNK. Votson i Krik su svoj model sekundarne strukture DNK objavili u časopisu *Nature*, i to samo na jednoj strani. A baš na toj, jednoj starni, nalazilo se revolucionarno otkriće koje je omogućilo strmoglavi razvoj molekularne biologije i genetike, za koje su inače pomenuti naučnici nagrađeni Nobelovom nagradom jednu deceniju kasnije.<sup>1</sup>

Deo molekula DNK koji je interesantan za forenzičku analizu čine ponovljene sekvence. To su hipervarijabilni regioni koji ne kodiraju za neki visokospecijalizovani funkcionalni protein, a koji su tokom dugog perioda evolucije pogodjeni brojnim mutacijama, i zbog toga su kod različitih osoba različite građe. Struktura kodirajućih regiona je tokom evolucije u mnogo većem stepenu konzervirana u odnosu na nekodirajuće regione. Osnovni razlog je taj što su mutacije u ovim regionima često letalne, ili sa teškim posledicama na normalan rast i razvoj. Ove sekvence su kod ogromnog broja ljudi identične građe, tako da je genetičke identifikacione markere u njima besmisleno tražiti. Marker se nalaze u ponovljenim sekvencama, koje se kod različitih osoba nalaze u različitom broju ponovaka. Marker koji se koriste u forenzici su :

- **tandemski ponovci** - dužine od 5-10 nukleotida koji mogu biti ponovljeni od nekoliko stotina do nekoliko miliona puta

---

<sup>1</sup> Nikola Tucić, Gordana Matić; O genima i ljudima; Beograd, 2005; pp (str 131-139)

Cyrl H.Wecht, John T.Rago; Forensic Science and Law; Boca Ration, 2006;pp (str 419-420)

- **mikrosateliti** - nizovi dužine 1-6 nukleotida koji se ponavljaju 10-100 puta
- **minisateliti** – nizovi dužine 8-100 nukleotida koji se ponavljaju 5-1000 puta

Verovatnoća da dve osobe koje nisu u krvnom srodstvu imaju identične minisatelite iznosi 1 : 4 000 000<sup>2</sup>, što samo svedoči kolika je varijabilnost ovih sekvenci. Genetički polimorfizam prisutan u ljudskoj populaciji je osnova forenzičko-genetičke identifikacije osoba.

DNK profiliranje je prvi put u forenzičku nauku uvedeno 1985 godine, i to od strane čuvenog engleskog naučnika **Aleka Džefrisa** (Alec Jeffris). Koristeći postojeća saznanja o varijabilnosti DNK i primenom nove DNK tehnologije, otkrio je da se izvesne sekvence DNK ponavljaju više puta i da je broj ponovaka različit kod različitih osoba. Prvi je započeo izradu DNK-otisaka i sa pravom se smatra ocem forenzičke genetike. Bio je glavni veštak u sudskom procesu u kojem je prvi put u istoriji pravosuđa korišćen DNK-otisak kao forenzički dokaz. To je bio, sada već čuveni slučaj, **Kolina Pičforka (Colin Pitchfork)**.<sup>3</sup>

### Slučaj Kolina Pičforka

22. novembra 1983 godine, u malom selu Narborou (Narborough) u blizini Leičesteršira (Leicestershire), pronađeno je telo petnaestogodišnjakinje Linde Men (Lynda Mann). Bila je silovana a potom zadavljena. Tri godine kasnije, 2. avgusta 1986 godine, nešto manje od jednog kilometra od mesta na kom je nađena Linda, pronađeno je telo Daun Ešvort ( Dawn Ashworth), takođe petnaestogodišnjakinje, čiji je nestanak prijavljen samo dva dana ranije. I ovde se radilo o silovanju i brutalnom ubistvu. Policija je privela osumnjičenog. Radilo se o sedamnaestogodišnjem Ričardu Baklendu (Richard Buckland) koji je prilikom saslušanja u policiji priznao ubistvo Daun Ešvort, ali je negirao savaku povezanost sa ubistvom Linde Men.

U međuvremenu je ser Alek Džefris otkrio i uveo u forenzičku nauku DNK-profiliranje. Uzorci semene tečnosti, pronađeni na telu Linde i Daun, su zajedno sa uzorkom krvi osumnjičenog poslali u laboratoriju ser Aleka na veštačenje. Primenom RFLP metode, dobijeni su DNK profili iz semene tečnosti i uzorka krvi osumnjičenog. Poređenjem profila je ustanovljeno da DNK izolovana iz uzoraka semene tečnosti pronađene na telu devojaka

---

<sup>2</sup> Radojica Maksimović, Uglješa Todorović; Kriminalistika-Tehnika; Policijska Akademija u Beogradu, 1995; str 454

<sup>3</sup> Colin Evans; The Casebook of Forensic Detection; New York, 1996; pp (str 60-63)

pripada istoj osobi, što je značilo da je ista osoba silovala i ubila obe devojke, ali nije ustanovljeno podudaranje sa DNK profilom dobijenim iz uzorka krvi osumnjičenog. Zaključak ser Aleka je bio da semena tečnost ne pripada Ričardu Baklendu. Na osnovu izveštaja ser Aleka, 21. Novembra 1986 godine Ričard Baklend je oslobođen optužbi. To je bio prvi slučaj u istoriji prava i forenzike da optuženi za teško krivično delo bude oslobođen na osnovu forenzičkog DNK-profiliranja.

Nakon oslobađanja, policija je pokrenula akciju sakupljanja DNK uzoraka, i za samo nekoliko dana sakupljeno je nekoliko hiljada uzoraka od gotovo svih muškaraca iz okoline.

1. Avgusta 1987 godine, u jednom lokalnu pabu u Leičesterširu, zaposleni iz lokalne pekare su sedeli, i ispijajući piće komentarisali ponašanje kolege Kolina Pičforka. Jan Keli (Ian Kelly) se tom prilikom požalio kako mu je Kolin tražio da umesto njega da svoj uzorak krvi.

Međutim, nije bio jedini. Ispostavilo se da je Kolin još jednom kolegi tražio istu uslugu, ponudivši mu pri tom 2000 funti. Kolin je rekao kako se plaši da da svoj uzorak krvi, jer već ima policijski dosije. Keli se sažalio i pristao na prevaru. Jedina žena koja je bila u tom društvu je slušala priču kolega, i postajala sve više sumnjičava. Poznavala je Kolina, i kao i svi zaposleni u pekari znala da je stalno spopadao žene, ali nije ni mislila da može biti ubica. Posle šest nedelja dvoumljenja rešila je da slučaj prijavi policiji.

19. Septembra 1987 godine, policija je najpre uhapsila Jana Kelija, a nešto kasnije u toku dana i Kolina Pičforka. Kolinu je uzet uzorak krvi i poslat na veštačenje Aleku Džefrisu. Ovog puta je potvrđeno poklapanje DNK profila. 22. Januara 1988 godine, Kolin Pičfork je osuđen na doživotnu robiju, a Jan Keli, zbog ometanja pravde na 18 meseci zatvora. Kolin Pičfork je, pored monstruoznih zločina koje je počinio, ostao upamćen i kao prva osoba koja je osuđena na osnovu DNK-otiska. Kompletan slučaj je opisan u knjizi „**Blooding**” Džozepa Vamboga (Joseph Wambough).<sup>4</sup>

Uspešnost celokupnog procesa DNK analize datog biološkog traga u potpunosti zavisi od poštovanja propisane procedure prikupljanja. Pošto biološki tragovi mogu biti od presudne važnosti kao dokazna sredstva u sudskim postupcima, prilikom prikupljanja bitno je primeniti odgovarajuće mere za otkrivanje, dokumentovanje, prikupljanje i čuvanje bioloških

---

<sup>4</sup> Joseph Wambaugh; *The Blooding*; New York, 1989

Detaljnije o knjizi pogledati na

"[http://www.epinions.com/review/Book\\_The\\_Blooding\\_Joseph\\_Wambaugh/content\\_127184965252?sb=1](http://www.epinions.com/review/Book_The_Blooding_Joseph_Wambaugh/content_127184965252?sb=1)"

tragova. Biološki tragovi se mogu naći na samom mestu zločina, na predmetima koji se dovode u vezu sa izvršenim krivičnim delom, kao i na osobama koje su učesnici događaja. Neke statističke analize pokazuju da se tragovi krvi mogu pronaći u oko 60% krivičnih dela sa smrtnim ishodom, i sličnom procentu krivičnih dela u kojima je došlo do fizičkog obračuna. Dlake se mogu pronaći u oko 6% provala i 10% pljački.<sup>5</sup> Najčešći biološki uzorci sa kojima se sreće forenzička DNK laboratorija su: uzorci krvi, semene tečnosti, pljuvačka, dlake, koža, zubi, kosti, mišićno tkivo, i različita druga tkiva i telesne tečnosti.

Glavni problemi pri prikupljanju, čuvanju i transportu bioloških tragova su moguća degradacija i kontaminacija. Do degradacije može doći usled delovanja hemijskih, fizičkih i bioloških faktora. Usled delovanja bilo kog od navedenih faktora većina bioloških tragova može promeniti svoj oblik, agregatno stanje, boju i niz drugih osobina čime postaju nepodobni za analizu. Pod kontaminiranim uzorkom se podrazumeva biološki materijal lica koje nije učestvovalo u izvršenju krivičnog dela, deponovan preko biološkog traga u toku prikupljanja, čuvanja ili analiziranja tog traga. DNK molekul je veoma stabilan, ali kada su u pitanju forenzički uzorci, potrebno je mogućnost degradacije svesti na minimum, čuvanjem pod odgovarajućim uslovima. Prilikom čuvanja se vodi računa da uzorak bude u suvom stanju, upakovan adekvatno kako ne bi došlo do buđanja i međusobnog kontakta. U biološkim tragovima molekuli DNK se mogu čuvati na sobnoj temperaturi, u hladnim sobama na +4 stepena, kao i na temperaturama od -20 stepeni do +80 stepeni.

Postoje dva tipa DNK profila:

- **Referentni DNK profili**
  - DNK profil osumnjičenog
  - DNK profil okrivljenog
  - DNK profil oštećenog
- **DNK profil tragova**
  - DNK profil dobijen iz biološkog traga (krv, pljuvačka, sperma, kosti, meko tkivo)

Metode koje se koriste za u forenzičkoj DNK analizi su sledeće:

---

<sup>5</sup> Cyril H. Wecht, John T. Rago; Forensic Science and Law; Boca Ration, 2006; pp (str 422)

## Elektroforeza

DNK gel elektroforeza je tehnika koja omogućava razdvajanje molekula DNK iz smeše na osnovu veličine. Pod dejstvom električnog polja molekuli DNK koji su nanešeni u gelu putuju i razdvajaju se na osnovu veličine (manji molekuli se manje “zapliću” u gel i putuju dalje, dok se veći fragmenti kreću sporije). Kako su molekuli DNK negativno naelektrisani, u gelu se kreću ka anodi. Nakon bojenja (najčešće se koristi bromofenol plava) gela moguće je identifikovati fragmente i doći do brojnih zaključaka. Uzorak izolovane DNK se stavlja u PCR uređaj i nakon reakcije amplifikacije, dobijeni proizvodi se analiziraju nekom od sledećih metoda.<sup>6</sup>

### RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism)

1978 godine naučnici Kan i Docy su prvi upotrebili **restriktione enzime** kako bi pokazali da je DNK polimorfna. Restriktioni enzimi prepoznaju specifična mesta na molekulu DNK (restriktiona mesta), i na tim mestima seku lanac DNK molekula. Tako se dobijaju DNK fragmenti-**restriktioni fragmenti**, koji su različite dužine kod različitih osoba. Na ovoj različitosti u dužini restriktionih fragmenata se bazira RFLP analiza.

RFLP (polimorfizam dužine restriktionih fragmenata)<sup>7</sup> analizom se seče lanac DNK-a pomoću restriktionih enzima u kraće fragmente koji se lakše razdvajaju pri elektroforezi u želatinu od agaroze. Razdvojeni fragmenti se na želatinu vide kao kratke horizontalne crtice koje se pomoću tehnike Southern Blot prebace sa želatina na najlon membranu. Ovaj DNK uzorak se zatim tretira sa DNK uzorkom koji je obeležen radioaktivnim materijalom i koji se veže na unapred utvrđenu DNK sekvencu. Suvišan radioaktivno obeležen DNK molekul se spre. Rentgenski film se stavi ispod najlon membrane i na taj način se snimi celokupni uzorak i ono što je najbitnije jasno je vidljiv onaj deo DNK-a molekula koji je bio obeležen radioaktivnim DNK molekulom. Krajnji produkt je film sa jasno vidljivim horizontalnim crticama koje nazivamo DNK profilom.

---

<sup>6</sup> S.Trenkovski, R.Cmiljanić, T.Smiljaković, G.Marinkov, Lj.Stojanović; Osnovi teorije elektroforeze i mogućnosti primene; Institut za stočarstvo, Beograd-Zemun, 2006.

<sup>7</sup> Stuart H.James, Jon J.Nordby; Forensic Science-An Introduction to Scientific and Investigative Techniques; Boca Ration,2006; pp (str 236)

Cirył H.Wecht, John T.Rago; Forensic Science and Law; Boca Ration, 2006; pp (str 423)

### PCR (Polymerase Chain Reaction)

1983 godine Kary Mullis je izumeo PCR metodu<sup>8</sup>, i za ovo otkriće dobio Nobelovu nagradu iz oblasti hemije 1995 godine. Metoda se zasniva na umnožavanju sekvence DNK, koja može biti jedan gen ili deo gena, u veliki broj identičnih kopija.

DNK se zagreva do temperature na kojoj dolazi do rasplitanja heliksa (denaturacije), nakon čega se pri hladjenju na molekule vezuju prajmeri, kratki fragmenti DNK koji su dizajnirani tako da ograniče deo molekula koji želimo da amplifikujemo. Dejstvom enzima Taq polimeraze na povišenoj temperaturi dolazi do ugradnje slobodnih nukleotida u komplementarni lanac između prajmera i efikasno, stvaranja novog lanca DNK. Nakon obavljene reakcije ciklus se ponavlja. Nakon 25-30 ciklusa količina DNK je dovoljna za analize. Primena PCR omogućava analizu genetskog materijala iz samo jedne ćelije, pa čak i iz degradiranih uzoraka sakupljenih na mestu zločina.

Kombinovanje metode PCR-a i RFLP analize je bilo od velikog značaja u mnogim slučajevima.

### People vs Buss, Illinois 1999g.<sup>9</sup>

15. Avgusta pronađeno je telo dečaka u plitkom grobu prekrivenom iverom. Forenzičari su utvrdili da se radi o Kristoferu Mejeru (Christopher Meyer), i da je dečak preminuo samo dan ranije od višestrukih uboda nanetih hladnim oružijem.

Osumnjičeni je brzo uhvaćen. Pretresom njegovog automobila, u prtljažniku je pronađena proteza sa tragovima krvi, na podu prtljažnika je takođe bilo krvi, a u kontejneru pored hotela u kome je odseo su pronađene čizme kojih se otarasio, a na kojima je takođe bila krv. Tragovi krvi su takođe pronađeni i na mestu zločina.

DNK ekspert u ovom slučaju je bio Vilijam Frenk (William Frank), iz forenzičke državne policije Ilinoisa. RFLP i PCR metodom Frenk je testirao uzorke krvi iz prtljažnika, tragove krvi pronađene na grobu, potom iz dečakovog femura i dečakovog inhalatora. Kako je svaka od metoda

---

<sup>8</sup> Stuart H. James, Jon J. Nordby; Forensic Science-An Introduction to Scientific and Investigative Techniques; Boca Ration, 2006; pp (str 231-237)

Terrence F. Kiely; Forensic Evidence: Science and the Criminal Law-second edition; Boca Ration, 2005; pp (str 436-438)

<sup>9</sup> Terrence F. Kiely; Forensic Evidence: Science and the Criminal Law-second edition; Boca Ration, 2005; pp (str 437-438).

specifična na svoj način, dobijena su dva DNK profila, po jedan u svakoj metodi.

PCR metodom Frenk je testirao uzorak krvi iz prtljažnika, sa groba i dečakovog inhalatora. Poređenjem DNK profila utvrđeno je da se poklapaju, na taj način je pokazano da je dečak bio u prtljažniku optuženog. Učestalost javljanja takvog profila je 1:19.000 Kavkazijanaca.<sup>10</sup>

Međutim, dobijeni uzorci nisu bili dovoljni za RFLP analizu, pa je Frenk koristio uzorke krvi dečakovih roditelja. Nakon analize, zaključio je da krv pronađena na grobu i u prtljažniku optuženog pripada detetu Mike i Džejsma Mejera. Izračunao je da je verovatnoća da par Kavkazijanaca dobije dete sa identičnim DNK profilom iznosi 1: 38 miliona.

Uporednom analizom RFLP i PCR-DNK profila, Frenk je zaključio da je verovatnoća nalaženja Kavkazijanca sa identičnim profilima 1:419 miliona. Optuženi je osuđen na smrtnu kaznu.

### STR (Short Tandem Repeat)

STR<sup>11</sup> se nasleđuju kombinacijom ovih genetskih elemenata oba roditelja. Krvni srodnici imaju sličan, ali ne i isti profil. Jedini slučaj kada je DNK profil STR dve jedinice identičan je u slučaju jednojajčanih blizanaca. Poređenjem dovoljnog broja STR lokusa i brojanjem ponovaka unutar specifične sekvence moguće je stvoriti jedinstveni genetski profil individue. Trenutno je poznato oko 10.000 STR sekvenci u humanom genomu.

U Americi se STR profiliranje vrši na **13 STR lokusa** koji predstavljaju standard za profiliranje a koji su propisani od strane FBI-a. Svaki dobijeni STR profil se čuva u sistemu nazvanom **CODIS**. CODIS (kombinovani DNK indeks sistem) je softver za poređenje DNK profila na lokalnom, državnom i nacionalnom nivou. Značajno je ubrzao razmenu podataka između forenzičkih laboratorija koje su geografski udaljene. 1993 godine je FBI započeo razvoj CODIS DNK baze podataka a 1998 je definisan standard od 13 STR lokusa za profiliranje i skladištenje u CODIS sistem. Prva DNK baza podataka osnovana je u Virdžiniji 1988 godine. Do

---

<sup>10</sup> Kavkazijanci-pripadnici bele ljudske rase

<sup>11</sup> Terrence F.Kiely; Forensic Evidence: Science and the Criminal Law-second edition; Boca Ration,2005; pp (str 438-440).

Stuart H.James, Jon J.Nordby; Forensic Science-An Introduction to Scientific and Investigative Techniques; Boca Ration,2006; pp (str 238-240).



2004 godine, na nivou čitave Amerike sakupljeno je oko 1,6 miliona DNK profila, prosečno oko 30.000-40.000 novih DNK profila svakog meseca.<sup>12</sup>

U Velikoj Britaniji je predložen projekat stvaranja baze DNK profila cele populacije-**NDNAD** (UK National DNA Database). Britanski sistem koristi 10 STR lokusa za profiliranje. Današnja britanska baza je najveća na svetu i sadrži preko 4,5 miliona uzoraka, kako osudjenika, tako i nevinih ljudi koji su bili sumnjičeni. Britanski pravni sistem dozvoljava zadržavanje uzoraka DNK ljudi koji su optuženi i oslobođeni krivice za određeno krivično delo. Problem leži u pravu države da skladišti uzorke DNK nevinih ljudi, zbog povrede prava na privatnost.

Najozbiljniji problem predstavlja korišćenje uzoraka u druge svrhe sem identifikacije. DNK sadrži informacije o mogućim zdravstvenim problemima, fizičkim i mentalnim predispozicijama itd, što su podaci koji se vrlo lako mogu zloupotrebiti (recimo od strane poslodavaca ili osiguravajućih društava). Osim ovih problema postavlja se i pitanje greške. Ako je diskriminativnost metoda DNK profilisanja oko 1 u milijardu, uz primenu baze podataka od stotinu miliona ljudi ovakva tačnost više ne izgleda toliko velika, jer za navedenu hipotetičku bazu podataka podrazumeva grešku u otprilike 1% slučajeva.

Još jedan zanimljiv problem u primeni baza podataka je primećen u Sjedinjenim Državama. Naime, u nekoliko slučajeva je utvrđeno delimično preklapanje DNK profila kriminalaca koji su na služenju kazne sa uzorcima sa mesta novih zločina. U ovom slučaju ne može biti reč o istom počinocu, ali je statistički vrlo verovatno da je u pitanju član porodice osudjenika. Etički problem je u sledećem – ako se, počinivši zločin, osudjenik odrekao prava na svoju privatnost (pri čemu je i njegov uzorak DNK deponovan u bazi), da li država ima pravo da zahteva uzorke DNK članovima njegove uže ili šire porodice i time ugrožava njihova prava. Ovo pitanje još nije rešeno i predmet je intenzivnih debata.

### **Mitohondrijalna DNK (mDNK)**

Najveća količina DNK se nalazi u jedru i čini jedarnu (nuklearnu) DNK-nDNK. Izvesna količina DNK molekula se nalazi u mitohondrijama-mDNK. Između ova dva molekula DNK postoje izvesne razlike: mDNK je značajno kraća, sastoji se samo od kodirajućih regiona, ima značajno manji broj gena (svega 37), i ima mnogo veću stopu mutacije. mDNK se nasleđuje

---

<sup>12</sup> James E.Girard; Criminalistics-Forensic Science and Crime; Sudbury,2008; pp (str 376-380)

samo od majke-**uniparentalno**.<sup>13</sup> Zbog toga će svi potomci po majčinoj liniji imati identičan mDNK profil.

Osnovne prednosti upotrebe mDNK u forenzičkoj analizi su:

- U ćeliji postoji na hiljade mitohondrija iz kojih se može izolovati mDNK, dok je jedro samo jedno
- mDNK može biti izolovana iz degradiranih bioloških tragova, kao što je recimo dlaka bez korena (poznato je da se nDNK nalazi samo u jedru).
- Može biti korišćena u slučajevima kada su kao donori uzorka za poređenje dostupni samo rođaci (po majčinoj liniji)

Metoda forenzičke mDNK analize je na sudu prvi put upotrebljena Septembra 1996 godine u slučaju Paula Veira.

#### **State of Tennessee vs Paul Ware<sup>14</sup>**

Forenzički dokaz u obliku mDNK je prvi put sudiji i poroti predöćen u slučaju protiv dvadesetsedmogodišnjeg Paula Veira. Bez ovog dokaza, postojali su samo indirektni dokazi koji su optuženog sumnjičili za silovanje i ubistvo četvorogodišnje devojčice. To je bilo svedočenje bejbisiterke koja je pronašla Paula pijanog, kako spava pored ubijene devojčice. Tokom autopsije, na telu žrtve nije pronađena sperma, ali je u grlu pronađeno nekoliko crvenih dlaka. Uzorci crvenih dlaka su pronađeni i na devojčicinom krevetu, gde se silovanje i odigralo. Na odeći osumnjičenog su pronađeni tragovi krvi koji su pripadali žrtvi.

Optuženom je uzet uzorak krvi i pljuvačke, i zajedno sa uzorcima dlaka kompletan biološki materijal je poslat na veštačenje u forenzičku laboratoriju. Izolovana je mDNK iz svakog uzorka i urađeni su mDNK profili. Poređenjem je ustanovljeno da mDNK profil dobijen iz krvi i pljuvačke optuženog odgovara mDNK profilu dobijenom iz dlaka. Ovo je bio ključni dokaz koji je presudio ubici.

---

<sup>13</sup> U trenutku fertilizacije jajeta i spermatozoida, dolazi do spajanja membrana i razmene materijala. Iz spermatozoida u jaje ulazi „samo“ njegov genetički materijal dok mitohondrije bivaju razorene enzimom ubikvitinom, koji potiče iz jajeta. Tako da jaje obezbeđuje sve ostalo što je potrebno za razvoj zigota.

<sup>14</sup> Pogledati na

"<http://www.promega.com/~media/Files/Resources/Profiles%20In%20DNA/103/Mitochondrial%20DNA%20State%20of%20Tennessee%20v%20Paul%20Ware.ashx>"

### Implementacija u pravosudni sistem

Od prvog trenutka kada su forenzički DNK dokazi dospeli u sudnicu javio se niz problema. Prvi je bio kako objasniti sudiji i poroti šta je DNK, zašto je ovaj molekul bitan u procesu identifikacije osoba i kolika je pouzdanost primenjenih analitičkih metoda. Sudijama, porotnicima, i advokatima je dostavljena velika količina naučnih radova iz genetike, molekularne biologije, biohemije... U početku je vođena debata da li treba sudije i porotnike iscrpljivati brojnim biološkim procesima, matematičkim formulama, hemijskim jednačinama... Zaključak je bio da je tako nešto neophodno, tako da su svi prionuli na posao. Međutim, to je dovelo do novih debata. Sada su na udaru bili eksperti, njihova reputacija i iskustvo, kao i naučna osnova i pouzdanost primenjenih analitičkih metoda.

Pravni akt kojim je potvrđena validnost forenzičkih DNK analiza u cilju identifikacije osoba je izveštaj Komiteta za primenu DNK metode u kriminalistici Američke akademije nauka (National Research Council Committee) iz 1992 godine ( **NRC 1992**). U uvodnom članku stoji:

*„Preporučujemo da se upotreba DNK analiza u forenzičke svrhe, uključujući civilne i kriminalne slučajeve, nastavi dok se radi na izvesnim promenama i poboljšanjima ovog izveštaja. Nema potrebe za moratorijumom o upotrebi rezultata DNK profiliranja u cilju istrage, niti u sudskim procesima”*.<sup>15</sup>

Izveštaj je sastavljen na osnovu rezultata brojnih naučnih istraživanja molekula DNK, analitičkih metoda, kao i statističkih metoda izračunavanja frekvence javljanja određenog DNK profila u populaciji, i verovatnoće podudaranja uzoraka. U izveštaju se jasno ističe da su primenjene analitičke metode pouzdane i da je njihova upotreba opravdana. Izveštaj sadrži i brojne stavke o pravilnom rukovanju i sakupljanju uzoraka, strogih protokola izvođenja metoda, prezentovanja tokom sudskih procesa... Neke od stavki su:

- Da se jasno definišu okolnosti pod kojima metode DNK profiliranja mogu biti primenjene kako bi rezultati bili validni i pouzdani.
- Formulisanje i strogo pridržavanje rigoroznih protokola.
- Osnivanje Nacionalnog Komiteta koji će oceniti nove naučne i tehnološke metode u DNK profiliranja.
- Mehanizmi akreditacije laboratorija.
- Finansiranje istraživanja, edukacije i razvoj novih metoda.

---

<sup>15</sup> National Research Council – The Evaluation of Forensic DNA Evidence

- Finansijska podrška za veštake

Mnogi protokoli su usvojeni ali kontroverze nisu prestale. Izveštaj je žestoko kritikovan (Balazs 1993; Develin, Risch, Roeder 1993; Kaye 1993; Morton, Collins, Bazals 1993; Collins i Morton 1994). Najviše kritika je bilo upućeno na račun populacione genetike, statističkih računica i rukovanja biološkim tragovima. Advokati odbrane su poroti često servirali sledeći koncept: data je mogućnost da određeni uzorak, to jest sekvenca ima šansu 1 prema 5 miliona da se nađe kod neke druge osobe. Branilac bi onda naveo primer da u zemlji od recimo 60 miliona ljudi, bi se našlo 12 osoba koja bi imale istu sekvencu. To bi dalje značilo da je od 12 osoba jedna kriva. Ovakva manipulacija dokaza je lažna jer se polazi od toga da se osoba od DNK interesa nasumice bira iz populacije od 60 miliona. Međutim, porotnici moraju da shvate da pored genetskog profila, osumnjičeni ima i neke druge fizičke veze sa žrtvom (otisak prstiju, oružje kojim je ubistvo urađeno, nepostojanje alibija, itd.). Lažna ideja ili igranje dokaza da upostavljanje veze od 1 prema 5 miliona automatski znači nevinost od 1 prema 5 miliona je poznata kao advokatska laž (prosecutor's fallacy).

Zato je NRC 1994 godine izdao drugi izveštaj (NRC II), u kojem su ispravljeni svi nedostaci i razjašnjene sve nedoumice iz NRC I, pogotovu one koje su se ticale populacione genetike i statističkih proračuna. Jasno je istaknuto, da se statističke analize sprovode po formulama koje su akreditovane od vodećih svetskih populacionih genetičara, matematičara i statističara, da su široko prihvaćene u naučnoj sferi i da je njihova upotreba u potpunosti validna i opravdana.

### **Značaj za pravosudni sistem**

Koliki je značaj forenzičkih dokaza u pravosudnom sistemu svedoči podatak da se od sredine 90-ih godina prošlog veka nijedan sudski proces ne može zamisliti bez njih. Krucijalni su u procesu rekonstrukcije događaja i utvrđivanja činjenične istine.

Tokom suđenja nastoji se da se utvrdi tačan sled događaja koji je doveo do krivičnog dela. Država ima jednu verziju onoga što se desilo dok optuženi ima svoju (drugačiju) verziju. Sudski postupak je pokušaj da se ubedi porota u ispravnost jedne ili druge verzije događaja.

Tokom svakog sudskog postupka prezentuje se veliki broj dokaza kako bi porotnici došli do svoje verzije istine koja bi trebalo da se poklapa sa jedinom i pravom. Sve veći broj dokaza dolazi u obliku forenzičkih. Interakcija između forenzike i prava pokazala se kao novo, moćno oružje u potrazi za istinom i pravdom. Istina je osnova naše slobode. To je „*liberum iudicium*“, govorio je Sv. Tomas koji je istinu video kao osnivača slobode.

Rečima u Jevandelju „*veritas liberabit vos*“, *istina oslobađa*, izražena je, osim religiozne misterije, i duboka filozofska i politička realnost-istina i sloboda su intimno povezane vrednosti, ne mogu postojati odvojeno jedna od druge<sup>16</sup>.

Forenzički dokazi, posebno DNK-otisak, obezbeđuju sigurniji put do pronalazjenja istine. Primenom metode DNK-otiska, ispostavilo se da su u mnogim slučajevima osumnjičene pogrešne osobe. Kada je metoda primenjena u ponovljenim suđenjima, u kojima su presude već donešene, rezultati su bili šokantni-osuđene su nevine osobe, što je u kontradiktornosti sa svakim moralnim i pravnim načelom. Od primene metode DNK-otiska oslobođeno je 163 osuđenih, nedužnih muškaraca i žena. 1992 godine, na osnovu DNK-dokaza je prvi put poništena smrtna presuda. Tokom narednih godina još 15 osoba je oslobođeno od smrtne presude, a u 42 slučajeva je poništena presuda za (ne)počinjeno ubistvo, pri čemu se više od polovine osuđenih suočavalo sa smrtnom kaznom<sup>17</sup>.

### Slučaj Kirka Bludsvorta (Kirk Nobel Bloodsworth)

25. Jula 1984 godine, malu poluseosku zajednicu Fontana Viliđ (Fontana Village), lociranu svega par kilometara od Baltimora, pogodila je strašna vest. Policija je u šumi pronašla telo devetogodišnje Daun Hamilton (Dawn Hamilton). Devojčica je brutalno silovana i ubijena. To je bio dan kada je život Kirka Bludsvorta počeo da se pretvara u noćnu moru. Kirk Bludsvort je bio pošten čovek i radnik, nikada nije imao problema sa zakonom. Odrastao je u poznatoj porodici splavara iz Istern Šora (Eastern Shore), koja je više od 150 godina držala industriju riba. Bludsvortu su vera, porodica i posao bili sve u životu.<sup>18</sup>

Par nedelja pre ubistva Vanda Bludsvort (Wanda Bloodsworth) je napustila Kirka i otišla da živi sa svojom sestrom u Iseksu (Essex). Rešen da spasi brak i povrati ženu, Kirk je 3. Jula autostopom otišao kod svoje snaje i ostao sa njom i svojom ženom nekoliko nedelja. Međutim stvari nisu išle na bolje, svađe i rasprave su bile svakodnevna pojava.

25. jula, ujutru, desetogodišnji Kris Šipli (Chris Shipley) i njegov osmogodišnji drug Džeki Poling (Jackie Poling) su bili na pecanju. Džeki je slučajno ulovio kornjaču i toliko je bio srećan da je ponudio slučajnom prolazniku da mu pokaže svoj ulov. Dečaci su, kasnije tog dana, čoveka

---

<sup>16</sup> Cirył H. Wecht, John T. Rago; Forensic Science and Law; Boca Ration, 2006; pp (str 36)

<sup>17</sup> Cirył H. Wecht, John T. Rago; Forensic Science and Law; Boca Ration, 2006; pp (str 37)

<sup>18</sup> Cirył H. Wecht, John T. Rago; Forensic Science and Law; Boca Ration, 2006; pp (str 39-44)  
Colin Evans; The Casebook of Forensic Detection; New York, 1996; pp (str 63-65)

opisali kao visokog, mršavog, sa brkovima i plavom, kovrdžavom kosom, nosio je šorc i sportsku, bodi majicu. Čovek je pristao da pogleda kornjaču i krenuo sa dečacima. Ubrzo se pojavila devetogodišnja Daun Hamilton, koju je tetka poslala da pronade rođaku Lisu. Prišla je dečacima i pitala da nisu možda videdli Lisu. Dečaci su odgovorili da nisu vidli Lisu i nastavili da pecaju. Istog trenutka čovek je ponudio Daun da joj pomogne da pronade Lisu. Devojčica se zahvalila i njih dvoje su krenuli ka šumi. Žena koja je bila udaljena svega par metara je čula kako je muškarac govori devojčici da se Lisa skriva u šumi jer su se njih dvoje igrali žmurke, i potom je čula kako Daun doziva Lisu. To je bio poslednji put da je bilo ko čuo Daunin glas.

Pet sati kasnije policija je pronašla devojčicino telo. Bilo je polugolo, licem okrenuto ka zemlji, lobanja je bila smrskana, otisak u obliku riblje kosti je bio po sredini vrata što je istražitelje navelo da zaključe da je ubica nosio patike za tenis. Fizički dokazi borbe i opiranja žrtve su bili evidentni. Pantalone i donji veš su visili na grani obližnjeg drveta, žrtva je bila napastvovana i štapom koji je pronađen u telu. Na mestu zločina su još pronađena i dva porozna kamena u blizini tela, omča muškog kaiša, omot žvakaće gume i otisak stopala.

Stanovništvo je bilo u šoku. Sve lokalne radio i tv-stanice su izveštavale o stravičnom događaju. Na osnovu iskaza dečaka policija je napravila skicu osumnjičenog, koja je objavljena u svim novinama. Otvorene su specijalne telefonske linije za dojave, i do 3. Avgusta bilo je 286 poziva. Jedan poziv je bio posebno zanimljiv. Bio je to poziv anonimne ženske osobe koja je rekla da skica veoma liči na nekog ko se zove Kirk i koji radi u jednoj lokalnoj prodavnici nameštaja. Policija nije gubila vreme. Odgovarajući na pitanja detektiva, vlasnica radnje je bila poprilično iznenađena. Rekla je da nikada nije imala boljeg radnika od Kirka Bludsvorta. Analizom snimaka koje su zabeležile kamere u radnji zaključeno je da je

Kirk veče pre ubistva radio 12-to časovnu smenu i da je po rasporedu 25. Jula imao slobodan dan. Vlasnica je takođe rekla da je početkom Avgusta Kirk došao na posao i rekao da je bolestan i da se nikada više nije vratio. 8. Avgusta je policija privela Kirka na saslušanje. Pre samog saslušanja detektivi su konsultovali biheviorističku jedinicu FBI-a. Savetovano im je da se prostorija u kojoj će Kirk biti ispitivan isprazni, i da se na stolu pred osumnjičenim stavi nekoliko predmeta koji liče na ključne dokaze sa mesta zločina. Cilj je bio da se isprovocira Kirkova reakcija. Pred Bludsvortom su stavljene pantalone i donji veš, i kamen koji je imao na sebi crvene mrlje. Međutim, Kirk nije pokazao nikakvu posebnu reakciju. Rekao je da nije siguran šta je tačno radio 25. Jula, ali je čvrsto negirao svaku povezanost sa ubistvom i naglasio je da nikada nije bio u Fontana Vilidžu. Pre nego što je pušten iz stanice, Kirk je fotografisan. Sledećeg dana, u

pratnji roditelja, dčaci su dovedeni u stanicu i pokazana im je Kirkova slika. Džeki nije prepoznao Kirka, dok je Kris rekao da bi to mogao da bude čovek koji je otišao sa žrtvom u šumu, ali da mu je kosa isuviše crvena. Policiji je to bilo dovoljno, tako da je 9. Avgusta 1984 godine Kirk Bludsvort uhapšen i optužen za silovanje i ubistvo Daun Hamilton.

Dok je odvođen iz stanice, Kirk je dobio savet od jednog policajca da sakrije lice od novinara i kamera. Govoreći da ne želi da se krije jer ništa loše nije uradio, Kirk je samouvereno išetao iz stanice. Tek kasnije je shvatio koliko veliku grešku je načinio. Naime, policija je obavestila svedoke da je osumnjičeni uhapšen, ali da ne gledaju emisije na tv-u sve dok ne budu bili pozvani u policiju. Niko od svedoka nije poslušao uputstva iz policije.

13. avgusta Džeki i Kris su u pratnji roditelja dovedeni u stanicu na prepoznavanje. U sobi za prepoznavanje je bilo šest osoba na liniji, Kirk je bio broj 6. Džeki je prepoznao broj 3, dok je Kris bio veoma nervozan i nije ništa izgovorio. Na suđenju je detektiv Kejpl (Capel) svedočio da je, kada se oslobodio straha i nerveze, dečak rekao da jw sve vreme znao da je ubica broj 6 ali da se plašio da progovori jer bi mogao da mu prepozna glas. Mesec dana kasnije majka je dovela Džekija u stanicu i rekla da je dečak bio veoma uplašen na prepoznavanju, ali da je kod kuće rekao da je ubica broj 6. Na suđenju Džeki nije prepoznao Kirka Bludsvorta, Kris jeste, kao i žena koja je poslednja videla devojkicu živu. Još pet svedoka je na suđenju potvrdilo da su videli Kirka Bludsvorta kako 25. Jula odvodi devojkicu u šumu.

Forenzički testovi koji su urađeni na biološkim tragovima pronađenim na žrtvinom donjem vešu nisi bili dovoljno osetljivi i pouzdani za identifikaciju. Bez ikakvih dokaza koji bi ga fizički povezali sa mestom zločina, i nasuprot brojnih svedoka koji su potvrdili Kirkov alibi, porota je nakon dvočasovnog većanja proglasila Kirka Bludsvorta krivim za ubistvo Daun Hamilton. 8. Marta 1985 godine Baltimorski Okružni sudija J. William Hankel je izrekao smrtnu kaznu. Kirk je dobio i ponovljeno suđenje jer je pokazano na izvesne propuste u policijskoj istrazi. Postojalo je još nekoliko osumnjičenih čija umešanost u ubistvo nije bila dovoljno ispitana. Međutim, jedino što je dobio na ovom suđenju bilo je preimenovanje smrtne kazne u kaznu doživotne robije.

Za vreme izdržavanje kazne bilo je brojnih pokušaja silovanja i prebijanja. Nije imao ništa drugo sem vremena i mudro ga je koristio. Napisao je oko 3 000 pisama i poslao ih velikom broju ljudi u nadi da će ga neko saslušati. Bio je strastveni čitalac, i jednog dana je primio knjigu „Blooding" Džozepa Vamboga. Čitajući knjigu pronašao je dosta sličnosti sa svojim slučajem. Naoružan novim informacijama, i pre svega novim advokatom Robertom Morinom (Robert E. Morin), 1992 godine dobio je sudsku dozvolu da se ponovo uradi veštačenje bioloških tragova pronađenih na odeći i donjem vešu žrtve. Aprila 1992 godine, pantalone, donji veš i

uzorak krvi Kirka Bludsvorta je poslat na veštačenje dr.Edvardu Blejku (Edward Blake) koji je bio član Udruženja forenzičara. Primenjena analitička DNK metoda je bila RFLP analiza. Analizom DNK-profila dobijenog iz krvi osuđenog i DNK-profila iz semene tečnosti pronađene na žrtvi, zaključeno je da podudaranje ne postoji. Kada je analizirana DNK iz ostalih dokaza podudaranja takođe nije bilo. Pošto je uradio još jedno kontrolno testiranje, i dobio identične rezultate, dr.Edvard Blejk je zaključio da semena tečnost pronađena na donjem vešu žrtve ne pripada Kirku Bludsvortu. Nakon što je FBI usvojio izveštaj dr.Edvarda Blejka, državni tužilac Baltimorskog okruga Sandra O'Connor je povukla optužbe protiv Kirka Bludsvorta. Javno izvinjenje nije ponudila, i još je izjavila:

„Ne postoji dovoljno dokaza za njegovu osudu. Da je u periodu od 1984-1987 postojala DNK analiza nikada ne bi bio osuđen.”<sup>19</sup>

28. Juna 1993 godine Okružni sud u Baltimoru je oslobodio Kirka Bludsvorta svih optužbi i pušten je na slobodu. 22. Decembra 1993 godine primio je javno izvinjenje od guvernera Merilenda. Ne prođe ni dan a da se Kirk ne zapita kako su dve različite porote mogle da osude nevinog čoveka. Borio se, ali ne i izborio sa bolom, gledajući oca kako stari i troši životnu uštedevinu na advokate i sudske troškove. Još gore, nije imao priliku da kao slobodan čovek razgovara sa svojom majkom koja je umrla tri meseca pre njegovog oslobađanja.

Slučaj Kirka Bludsvorta je samo jedan od mnogih slučajeva u kojima je pogrešna sudska presuda bitno promenila tok života ljudi. Osnovni razlog pogrešnih sudskih presuda je svakako bio nedostatak adekvatnih i pouzdanih (forenzičkih) dokaza koji bi optuženog nedvosmisleno, fizički povezali sa mestom zločina ili samom žrtvom. Danas su informacije o DNK molekulu i metodama forenzičke DNK analize su dostupne širokoj javnosti, na žalost i pripadnicima kriminogene sredine, tako da sve češće dolazi do podmetanja DNK tragova.

### ***Lažni DNK dokazi***

Vrednost DNK dokaza je uzdrmana kad su uzeti za primer slučajevi kriminalaca koji bi doturili na mesto zločina lažan genetski materijal. U jednom od gorih slučajeva krivci su stavljali tuđi genetski materijal čak i u svoje telo. Doktor Šniberger iz Kanade je silovao jednu od svojih pacijentkinja 1992 godine koja je prethodno bila pod jakim sedativima te se nije ničega sećala, ali je u njenom donjem vešu nađena njegova sperma. Doktor je dobrovoljno testiran tri različita puta i nikad nije uspostavljena

---

<sup>19</sup> Colin Evans; The Casebook of Forensic Detection; New York,1996; pp (str 64)



veza između DNK sekvenci njegove sperme pronađene u donjem vešu i DNK sekvence dobijene analizom uzorka krvi koji je od njega uzet. Na kraju se ispostavilo da je u svojoj ruci, hirurškim putem ugradio gumeni jastučić napunjen tuđom krvlju i antikoagulantima. U mnogim sudskim postupcima DNK-otisak jeste dovoljan dokaz, međutim u situacijama, kao što je opisana, ipak treba sagledati mnogo širu sliku. Treba utvrditi motiv, uraditi psihološki profil, proveriti alibi, saslušati svedoke, potražiti otiske ( stopala, prstiju), tragove borbe i opiranja (eventualne povrede i ogrebotine na telu osumnjičenog). Sve su to fragmenti jednog kompleksnog mozaika, koji može biti sastavljen samo efikasnom kooperacijom forenzičara, istražitelja i sudstva.

---

Marko Andrejević,  
Final year student of the Faculty of Biology, Belgrade

## **SIGNIFICANCE OF FORENSIC DNA ANALYSIS IN THE CRIMIAL JUSTICE SYSTEM**

*Revolutionary discoveries in genetics and molecular biology were made in the second half of the 20-th century. During that period, secondary structure of dna was described, it's role in inheritance was explained and the correlation with many diseases was made. Genes were identified as DNA sequences that are carriers of hereditary traits. Those sequences encode directly for a specific protein that has some of the important functions in our body, and is important for normal growth and development. It was also shown that there are regions of DNA which have no-coding function, and which have great variability that varies between individuals. DNA fingerprint is generated by identifying those sequences with certain scientific methods. Process of introducing and accepting the theory of DNA fingerprintig in the criminal justice system was followed by a number of controversis. This text will lead to some important features of DNA molercul that are important in forensic analysis. It will also point out to some methodes of DNA sequence identification and development of DNA fingerprint. Several famouse court cases will be mentioned to emphasize the immense importance of this method for the justice system.*

**Key words:** *forensic, DNA, law, trial, electrophoresis, RFLP, PCR*