



# A biológiai anyagmaradványok cselekvési szintű vizsgálata bűnügyekben II. A DNS-transzfer

## Analysis of biological traces given activity level propositions in criminal cases II. – DNA transfer

---

**Füredi Sándor**

Dr., PhD, genetikus szakértő  
Nemzeti Szakértői és Kutató Központ  
furedis@nszkk.gov.hu



---

### Absztrakt

**Cél:** A háromrészes tanulmány második részének célja, hogy magyar nyelven, konkrét példákon keresztül bemutassa a bűncselekményekkel kapcsolatba hozható biológiai anyagmaradványok (köztük a DNS) átkerülésének mechanizmusait, valamint a transzferet befolyásoló belső és külső tényezőket.

**Módszertan:** A tanulmány készítéséhez a nemzetközi szakirodalmat, szakmai ajánlásokat és adatbázisokat vetette össze a szerző.

**Megállapítások:** A bűnügyekben vizsgált biológiai anyagmaradványok cselekvési szintű igazságügyi valószínűsítő értékelése során számításba kell azt venni, hogy a forrásfelületről az anyagmaradványok (köztük a DNS) nemcsak közvetlenül, direkt módon, hanem más személyek, élőlények vagy tárgyak mint közvetítő vektorok révén, közvetett (indirekt) módon is átkerülhetnek a szakértői vizsgálat szempontjából kitüntetett célfelületre. A direkt és indirekt transzfer függhet a személyek vagy tárgyak nyomhagyói státusától, a forrás-, közvetítő és célfelületek típusától, a felületek közötti érintkezés módjától, sorrendjétől, időtartamától és gyakoriságától, valamint a biológiai anyag típusától, állapotától, mennyiségétől és minőségétől. A transzferet (T) külső tényezők is befolyásolják, melyek közül a legfontosabbak a biológiai anyagmaradványok megmaradására (persistence, Pe), elterjedtségére (prevalence, Pr)

---

A szerző a kéziratot magyar nyelven nyújtotta be. Benyújtás: 2025. 10. 30. Átdolgozás: 2026. 03. 10.  
Elfogadás: 2026. 03. 25.

és kimutathatóságára (recovery, R) vonatkozó körülmények. Ezen TPePrR-, a külföldi szakirodalomban használt rövidítéssel TPPR-adatokat célszerű úgy meghatározni és publikálni, hogy azok felhasználhatók legyenek más szakértők számára is. Ebben segítséget nyújtanak a TPPR-re vonatkozó publikációs adatbázisok, illetve a laboratóriumok kollaborációi. A TPPR-eredmények kompatibilitását a módszertani protokollok összehangolása, a kimutatási változékonysági faktorok használata, a korábban mások által elvégzett és publikált kísérletek megisméltése, valamint a kalibrációs vizsgálatokkal meghatározott korrekciós faktorok alkalmazása teremtheti meg Magyarországon is.

**Érték:** Magyar nyelven a szerző elsőként mutatja be ezt a szakterületet az igazságszolgáltatás szereplőinek, megteremtve a szakmai háttérrel és nyelvezettel a magyarországi alkalmazásban.

**Kulcsszavak:** igazságügyi genetikai vizsgálatok, cselekvési szintű értékelés, DNS-transzfer, TPPR

## Abstract

**Aim:** The second part of this three-part study aims to present – in Hungarian, through concrete examples – the mechanisms by which biological traces (including DNA) may be transferred in connection with crimes, as well as the internal and external factors influencing such transfer.

**Methodology:** For the preparation of this study, the author reviewed international literature, professional recommendations, and databases.

**Findings:** In the probabilistic, activity-level evaluation of biological traces in forensic casework, it must be considered that such traces (including DNA) can be transferred from a source surface not only directly but also indirectly – via intermediary persons, living beings, or objects – to the target surface of forensic interest. Both direct and indirect transfer depend on factors such as the shedder status of individuals or objects; the types of source, intermediary, and target surfaces; the manner, order, duration, and frequency of contact; and the type, condition, quantity, and quality of the biological material. Transfer (T) is further influenced by external factors, most notably those affecting the persistence (Pe), prevalence (Pr), and recovery (R) of biological traces. TPePrR (aka TPPR) data should be defined and published in a way that ensures their usability by other experts. Publication databases on TPPR and inter-laboratory collaborations support this goal. The compatibility of TPPR results in Hungary can be enhanced through harmonization of methodological protocols, usage of recovery variability factors, replication of previously published experiments, and the application of correction factors established by calibration studies.

**Value:** This is the first study to introduce this field in Hungarian to stakeholders in the justice system, providing both the professional framework and the terminology needed for domestic application.

**Keywords:** forensic genetic examinations, activity-level evaluation, DNA transfer, TPPER

## Bevezetés

„Minden érintkezés nyomot hagy.” A kriminalisztikában így szokták a legtöbbször megfogalmazni Edmond Locardnak, a forenzikus tudományok francia úttörőjének úgynevezett kicserélődési princípiumát. Locard, aki 1910-ben hozta létre a világ első bűnügyi laboratóriumát Lyonban, és akit a francia Sherlock Holmesnak hívtak a kortársai, valójában soha nem nevezte kicserélődési princípiumnak az elméletét. Annak ilyen megnevezése más szerzők által csak később terjedt el (Füszter, 2016). Locard ugyanakkor rendkívül pontosan és korát megelőzve – hiszen a mai modern kimutatási eszközök nyilvánvalóan még nem álltak rendelkezésére – azt állította, hogy minden cselekvés, annak intenzitásától függően eltérő mértékben, különböző nyomokat hagyhat hátra a bűncselekmény helyszínén, mely nyomok lehetnek lenyomatok (empreintes), anyagmaradványok (traces) vagy foltok (taches) (Locard, 1934). A DNS-vizsgálatok érzékenységének növekedésével Locard kicserélődési alapelveinek megvalósulását a DNS-tartalmú biológiai anyagmaradványok (BAM) esetében pikogramnyi ( $10^{-12}$  g) mennyiségi szintig lehet már vizsgálni, amely gyakorlatilag egyetlenegy sejt DNS-tartalma. Ugyanakkor a DNS pikogramnyi kimutathatósága több oknál fogva sem jelenti automatikusan annak személyazonosíthatóságát. Ezen okok közül e tanulmányban leírtak megértéséhez a legfontosabb a testi (nem ivari) kromoszómás DNS-t érintő egyik kimutatási korlát. Több személytől származó keverék minták esetében ugyanis a kisebbségben lévő (minor komponensű) személyi DNS a jelenlegi rutin laboratóriumi vizsgálati és biostatistikai módszerekkel csak abban az esetben azonosítható, ha az arányában a minta teljes DNS-tartalmának legalább 5%-át kiteszi. Férfi és nő biológiai anyagának egymáshoz kerülése/keveredése esetén ugyanakkor a férfi Y-kromoszómás DNS-e – mivel az a nőkben nincs jelen – a női DNS akár több ezerszeres túlsúlya esetén is még azonosítható. Számos anyagvizsgáló szakterület kutatási eredménye alapján nemcsak elméleti síkon, hanem empirikusan is visszaigazolható módon kijelenthető, hogy az érintkező felületek között az anyagok cseréje biztos; valójában annak mértéke, az anyagok megmaradása és

kimutathatósága igazából a kérdéses. A kimutatási érzékenység növekedésével a Locard-féle kicserélődési princípium kiterjeszhető azon felületekre is, amelyek között nincs közvetlen fizikai kontaktus, viszont anyagátvitel mégis történhet köztük, mely transzfertípusról a későbbiekben lesz szó.

Tanulmánysorozatomban első részében (Füredi, 2026) már kifejtésre került, hogy az alforrás- (elsősorban DNS) szinten a biológiai tulajdonságok típusával, intenzitásával, kimutathatóságával, népszerűségben megfigyelhető gyakoriságával, tipizálási műtermékekkel és a nyomhagyó személyek számával kapcsolatban; forrás- (azaz BAM) szinten az anyagmaradvány testvadász, szöveti vagy sejttípus (személyi) eredetével összefüggésben zajlanak a szakértői laboratóriumi vizsgálatok és értékelések. Cselekvési szinten a biológiai anyagmaradvány (főképpen a DNS) leképződésének, megmaradásának és átkerülésének térbeli és időbeli dinamikáját vesszük górcső alá. Az is bemutatásra került korábban, hogy a térbeli és időbeli dinamika két részre, az átkerülésre (transzfer) és a megmaradásra (perzisztencia) bontható. A biológiai anyagmaradvány átkerülésének és megmaradásának kimutathatóságát/visszanyerhetőségét (recovery) – amit együttesen TPR-nek jelöl a szakma – nagyban befolyásolhatja a nyomhordozó felületen már eleve meglévő háttér<sup>1</sup> (background), saját<sup>2</sup> (self), nem saját (non-self), idegen<sup>3</sup> (foreign) vagy ismeretlen<sup>4</sup> (unknown), összefoglaló néven az elterjedt (prevalent) DNS, illetve a vizsgált cselekvés után a bűnjeltárgyra, bűnjelmintára későbbiekben esetleg rákerülő anyagmaradvány. Amennyiben ez utóbbi a hivatali eljárás (például helyszíni szemle, szakértői vizsgálat) során történik, azt szűkebb értelemben felülszennyezésnek (kontaminációnak) tekintjük. A tanulmánysorozatomban első részében is említett elterjedt DNS-ek közös jellemzője az, hogy a szakértő elemzés általában nem erre a DNS-csoportra irányul, így hívhatjuk azokat nem cél-DNS-nek is. Erre kivétel lehet persze az az eset, amikor a nyomozó hatóság éppen a bűnjel (például ruházat, elkövetési eszköz) rendszeres használóját szeretné azonosítani, és így ekkor a szakértői vizsgálat célja pont a saját DNS analízise. Tekintettel arra, hogy a kontamináció a másik négy cselekvési szintű értékelési elemmel elentétben szerencsére nem általános jelenség, így a TPR és az elterjedt biológiai anyagmaradvány egy nagyobb, úgynevezett TPR-csoportba, mint a cselekvési szintű szakértői elemzést befolyásoló faktorok halmazába vonható össze.

Attól a pillanattól kezdve, hogy már az érintési nyomok DNS-e is alkalmassá vált a személyazonosításra (van Oorschot & Jones, 1997), a DNS-transzfer is

---

1 Háttér DNS: ismert személyhez vagy ismert cselekvéshez/transzferhez nem köthető DNS.

2 Saját DNS: a tárgy rendszeres használójának, viselőjének DNS-e.

3 Idegen DNS: ismeretlen eredetű, személyazonosításra alkalmas DNS.

4 Ismeretlen DNS: ismert személyhez nem köthető DNS, ami lehet beazonosítható ismeretlen személyé vagy nem azonosítható háttér DNS.

az igazságügyi szakértői kutatások fókuszába került. A biológiai anyagmaradványok átvitele számos módon jellemezhető és azt nagyon sok dolog befolyásolhatja, melyekről e tanulmányban esik bővebben szó. A transzferre – és ahhoz hasonlóan a megmaradásra, a DNS-háttérre és kimutathatóságra – vonatkozóan ugyan tehetők általános érvényűnek elfogadható kijelentések, viszont fontos azt hangsúlyozni, hogy ezek mind olyan tapasztalati és kísérletes eredményeken alapulnak, amelyek természetesen nem foglalják magukba és nem fedik le az összes vizsgálendő cselekvést befolyásoló, a nyomhagyó személyekre és az elemzett jelenség belső és külső körülményeire vonatkozó összes paramétert. Ennek megfelelően e tanulmányban tett megállapítások egy ügyben felmerülő adott cselekvés esetében nem feltétlenül érvényesek, így azokat ennek megfelelően kell kezelni a konkrét ügyben. A tanulmányban többször előfordulnak a biológiai anyag, biológiai anyagmaradvány, biológiai minta, DNS-nyom, valamint anyagtranszfer és DNS-transzfer kifejezések. Habár ezek szigorúan véve nem egy és ugyanazon dolgot jelentik, de mivel a leírtak megértése szempontjából ezek a különbségek nem lényegesek, ezért a szóismétlések elkerülése végett egymás szinonimájaként értendők. Szűkebb értelemben a szakma a DNS-nyom (trace DNA) kifejezést csak olyan kis mennyiségű biológiai anyagmaradványra használja, amelynek szöveti, testváladék vagy sejttípus eredete nincs beazonosítva.

## **A bűnügyekben felmerülő TPPR-problémák**

A cselekvési szintű igazságügyi genetikai szakértői vizsgálatok szükségességére számos, a média által is kiemelt, szakmai és esetleg laikus körökben nemzetközi visszhangot keltő bűnügy is felhívta a figyelmet. Ezekből szemléltetésképpen az adott TPPR-problémára vonatkozóan egy-egy külföldi és egy hazai esetet röviden ismertetek.

*Indirekt transzfer [biológiai anyag közvetítő vektor (tárgy, élőlény, közeg) általi átkerülése]*

Az Egyesült Királyság kontra David Butler ügyben a meggyilkolt sértett kezéről vett mintában kimutatható volt Butler DNS-profilja. Butler taxisofőrként dolgozott és orvosilag igazoltan intenzív bőrhámlásban szenvedett. A sértett olyan körömlakkot használt, ami vonzotta a port. A bíróság elfogadta a vádlott azon védekezését, hogy DNS-e egy utasának adott pénz közvetítésével került az áldozat kezére. Nyolc hónapnyi előzetes letartóztatás után Butlert a bíróság felmentette ([URL 1](#)).

### *Kontamináció (a bűncselekmény után, a bünyügyi eljárás során történő felülszennyeződés)*

Nagy-Britanniában Adam Scottot szexuális erőszakkal gyanúsították meg, mivel a sértett hüvelymintájában ondó, és Scott DNS-profilját is tartalmazó kevert genetikai profil került kimutatásra. Később kiderült, hogy az ondó a sértett barátjától származott, míg Scott nem ondó eredetű DNS-e pedig arról az újrafelhasznált műanyagáruról, amellyel korábban Scott referencia-mintáját vizsgálta ugyanazon laboratórium. Scottot több hónapos fogva tartás után szabadon engedték (Gill, 2014).

### *Ismert személy DNS-ének elterjedtsége*

Olaszországban Amanda Knoxot korábbi lakótársnőjének, Meredith Kerchernek a meggyilkolásával vádolták meg és ítélték el. Az áldozatot az általa lakott lakásban egy késsel ölték meg. A feltételezett elkövetési eszköz nyelén kimutatható volt Knox DNS-profilja. Knoxot elítélték, ugyanakkor később bebizonyosodott, hogy azt a kést korábban legálisan használta, mikor korábban együtt lakott a későbbi áldozattal (Gill, 2016). 2019-ben végül az olaszországi Legfelsőbb Semmítőszék felmentette Knoxot.

### *Ismeretlen személy DNS-ének elterjedtsége és a háttér (személyhez és cselekvéshez nem köthető) DNS*

Egy ausztrál bevásárlóközpontban történt gyűjtogatás során a későbbi gyanúsítottat, Quistet látták beszaladni egy WC-fülkébe. A fülkéből több, égésyorsítót tartalmazó palack került elő, amelyeket a rendőrség mintavételre átvitt a bevásárlóközpontnak egy olyan helyére, ahol Quist 90 perccel korábban járt. A palackokon Quist és ismeretlen személyek DNS-profilja volt kimutatható. A büntetőeljáráásban vita tárgya volt egyrészt az, hogy az ismeretlen DNS egy alternatív elkövetőtől származott-e, vagy csak egyszerűen háttér DNS volt. Másrésztől kérdésként az is felmerült, hogy Quist tehette-e a palackokat a WC-fülkébe, vagy DNS-ének jelenléte a palackokon csak helyszíni kontamináció következménye volt. Quistet elítélték, azonban az ítéletet később megsemmisítették (Taylor et al., 2021).

### *Megmaradás (az időbeliség kérdésköre)*

A hollandiai Puttenben 1994-ben megerőszakoltak és megöltek egy fiatal nőt (Wagenaar, 2002). Testüregében és testének felszínén ondot találtak, amelynek

DNS-profilja 2008-ban találatot adott a holland nyilvántartásban egy férfival. A gyanúsított azt állította, hogy titkos szerelmi viszonyt folytatott az áldozattal, röviddel a bűncselekmény előtt kölcsönös beleegyezéssel szeretkeztek, de ő nem erőszakolta és nem ölte meg a nőt. A bíróság végül nem fogadta el ezt a védekezést és elítélte a vádlottat.

Egy Vas megyei településen az idős női sértettet a házában bántalmazták és megfojtották. A sértett egyik körme alatti kevert biológiai anyagmaradványban major (domináns) komponensként a sértett, minor komponensként a férfi gyanúsított DNS-profilja volt kimutatható. A gyanúsított tagadta, hogy felnőtt korában valaha is járt volna a sértett házában, ugyanakkor azt állította, hogy a bűncselekményt megelőző valamelyik napon az utcán elesett sértettet felsegítette, és ekkor kerülhetett a sértett körme alá a DNS-e. Bizonyítottság hiányában a Győri Ítéltábla az elsőfokú bíróság felmentő ítéletét helybenhagyta. Ennek a magyarországi emberölésnek egy cselekvési szintű Bayes-hálózatanalízise a későbbiekben, tanulmányosorozatomban harmadik részében bemutatásra kerül.

### *Terhelő DNS kimutatásának hiánya*

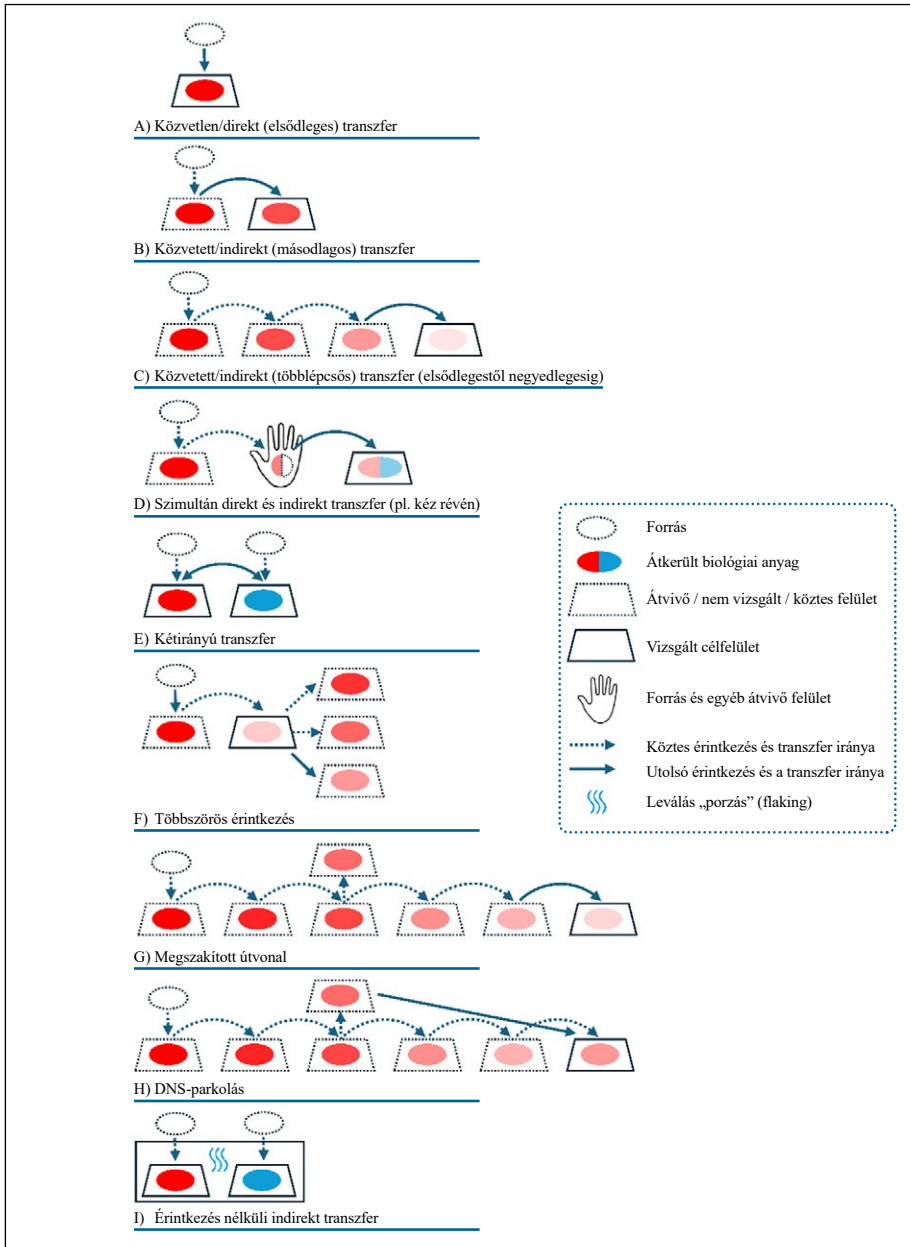
Elmondása szerint egy diáklányt az utcán megpróbált egy férfi egy furgonba lökve elrabolni Ausztráliában. Dulakodás közben mindketten hozzáérték egymás pólójához. A sértett által megjegyzett rendszám alapján azonosították egy gyanúsítottat, Drummondot, aki elismerte, hogy a furgonjával a bűncselekmény időpontjában arra járt, de tagadta a bűncselekményt. A DNS-vizsgálat nem mutatta ki egyik személy genetikai profilját sem a másik pólóján. A DNS-transzfer kimutathatatlanságára vonatkozó szakértői magyarázatot az esküdtszék elfogadta, és Drummondot elítélték. Később azonban kiderült, hogy a terhelő DNS-bizonyíték hiányára tett szakértői magyarázatot a bíróság félreértelmezte, amelynek alapján a vádlottat később felmentették (Taylor, 2016). Ennek az emberrablási kísérletnek a cselekvési szintű Bayes-hálózatelemzésével a tanulmányosorozatomban harmadik része részletesen foglalkozni.

## **A DNS-transzfer típusai**

A DNS-transzfer típusai az átvitel módjával jellemezhetők (van Oorschot et al., 2019).

# 1. számú ábra

## DNS-transzfer típusok



Forrás. A szerző saját szerkesztése.

Hangsúlyozni kell, hogy ezek a módok a valóság egy-egy leegyszerűsített vagy kísérleti modelljének felelnek meg. Egyrészt az átvívón és a célfelületen eleve lehet már a transzfer előtt is biológiai anyagmaradvány háttér, saját vagy idegen DNS formájában, másrészt a Locard-féle kicserélődési principium alapján a forrás, az átvívó és a célfelületek között a biológiai anyag átkerülése két irányban, azaz oda-vissza is történhet. Az 1. számú ábrán szereplő transzfer nyilak tehát csak a vizsgálni kívánt BAM átkerülésének irányát jelölik, a többi anyagátvitelt az egyes módozatokban érdektelennek vagy elhanyagolható mértékűnek tekintjük. Emellett azt is figyelembe kell venni, hogy a cselekvések során nemcsak egyféle típusú transzfer, hanem azok hibridjei vagy egymást követő kombinációi is előfordulhatnak. A biológiai anyag átkerülése alapvetően közvetlen (direkt) vagy közvetett (indirekt) lehet. A közvetlen transzfer során a személy (vagy egyed) saját biológiai anyaga egy lépésben, fizikai érintkezéssel vagy a testből való kiáramlással (például vérzés, ejakuláció, beszéd, köhögés, tüsszentés) kerül át egy másik felületre. A direkt transzfer mindig megköveteli a személy és a célfelület fizikai közelségét (1. számú ábra, A). Az indirekt transzfer a biológiai anyag közvetítő vektorok [ember, más élőlény, tárgy, közeg (folyadék, levegő, aeroszol)] útján történő átkerülését jelenti (1. számú ábra, B–I). Ebben az esetben az eredeti forrás és a vizsgált célfelület között sokkal nagyobb lehet a fizikai távolság. A közvetítő vektorok nem a szóban forgó biológiai anyag forrásai, ugyanakkor a vektorok is lehetnek BAM-források, ha rendelkeznek saját, idegen vagy háttér DNS-sel. Tipikusan ilyen közvetítő az emberi kéz. Egyetlen közvetítő vektor esetén másodlagos transferről beszélünk (1. számú ábra, B), a vektorok lineáris láncolata esetén pedig harmadlagos, negyedleges stb., azaz többlépcsős átvitelről (1. számú ábra, C). A forrás BAM mennyisége ilyenkor az átvívó és célfelületen általában fokozatosan csökken.

Az emberi kéz nagyon sokszor szimultán direkt és indirekt transzferben is részt vesz, mivel egy forrásfelületről más biológiai anyagát felvéve, azt átadhatja a saját DNS-ével együtt (1. számú ábra, D). A kétirányú transzfer tipikus példája a kézfogás, vagy két nyomhordozó tárgy érintkezése (1. számú ábra, E). Ilyenkor az egyik kézen vagy tárgyon lévő biológiai anyagmaradvány össz mennyisége csökkenhet, állandó maradhat vagy növekedhet az eredeti BAM mennyiségétől és az érintkezés jellegétől függően. Hosszú idejű, két percig tartó kézfogás után rögtön megvalósuló másodlagos transzfer kimutathatósága egy kísérletben kb. 80–90%-osnak bizonyult, a nyomhagyó (donor) személy DNS-e általában major komponensű volt, kb. ugyanilyen arányban (Cale et al., 2016). A forrás BAM mennyisége a forrástárgyon általában csökken. A többszörös érintkezés redukálja az indirekt módon átkerülő eredeti BAM mennyiségét a célfelületen (1. számú ábra, F), gondoljunk csak a törölgetésre, súrolásra, mint hétköznapi példára.

A többszörös érintkezés két érdekes típusa a megszakított útvonal és a DNS-parkolás (1. számú ábra, G és H). Ilyenkor a DNS-transzferben elágazás van egy számkra érdektelen, nem vizsgált vagy elérhetetlen irányba. Ilyen elágazás lehet egy másik személlyel vagy tárggyal való érintkezés, vagy közbeiktatott tisztítás, mosás (1. számú ábra, G). Ez nyilvánvalóan még tovább csökkenti a vizsgálni kívánt eredeti biológiai anyag mennyiségét a célfelületen. A DNS-parkolás (1. számú ábra, H) révén ugyanakkor ez az anyagmennyiség növekedhet is. Erre egy példa lehet az, ha A személy érintkezik B személlyel, és utána B személy biológiai anyagát hátrahagyja saját tárgyain. Egy idő után A személy újra megfog egy olyan tárgyat, amely megőrizte B személy DNS-ét, és utána megérinti a később vizsgálatra kerülő nyomhordozót, így megnövelve a célfelületen lévő, B személytől származó DNS mennyiségét.

A DNS-vizsgálatok érzékenységének növekedése lehetővé tette az érintkezés nélkül végbemenő indirekt transzfer kimutatását is. Ez különösen zárt térben (például bűnjelcsomagoláson belül) történő olyan anyagátvitelnél bír igazságügyi jelentőséggel, amikor a kiszáradt testváladékfoltokat, érintési nyomokat tartalmazó nyomhordozóról a mozgatás, rázkódás, gyűrődés hatására apró anyagszemcsék válnak le és jutnak át a bűnjeltárgy másik részére, vagy egybecsomagolt bűnjelre (1. számú ábra, I). Becsomagolt, egybecsomagolt bűnjeltárgyakból vett alacsony DNS-tartalmú minták esetében az ilyen típusú közvetett átvitel lehetőségével is számolni kell.

## A DNS-transzfert befolyásoló belső tényezők

A biológiai anyag átvitelére számos dolog bír hatással. A transzfert önmagában is nagyon sok belső tényező befolyásolja, és ezek mellett az időbeliség, a megmaradás (megőrződés), a háttéranyag, valamint a helyszíni vagy laboratóriumi kimutathatóság is meghatározó jelentőséggel bír. Az időbeliség szempontjából a cselekvési szintű szakértői értékelésnél figyelembe veendő idővonalat a következő négy részre oszthatjuk (Taylor & Kokshoorn, 2023):

- a (bűn)cselekményt (benne a vizsgált cselekvést) megelőző időszak,
- a (bűn)cselekmény (benne a vizsgált cselekvés) időtartama,
- a (bűn)cselekményt (benne a vizsgált cselekvést) követő időszak a hivatalos eljárás (általában a helyszíni szemle) kezdetéig,
- a helyszínt és a bűnjelreket érintő hivatalos eljárás, benne az igazságügyi vizsgálatok időtartama.

Könnyen belátható, hogy az elkövető által a bűncselekmény helyszínén és időpontjában, direkt transzfer útján hátrahagyott biológiai anyagmaradvány vizsgálata elősegítheti az elkövető személyazonosítását és jogerős elítélését. Ugyanakkor a bűnjelre vagy az érintett személyre történő közvetett átvitel – különösen a bűncselekményt megelőző vagy azt követő időszakban magvalósuló transzfer –, ártatlan személy gyanúba kerülésének kockázatát hordozhatja magában. Mindegyik esetben az egyik kulcskérdés, hogy a cselekvési szintű szakértői értékelésben döntő szerepet játszó, direkt vagy indirekt módon átkerült BAM vajon kimutatható marad-e bűnjelen vagy az érintett személyen/személyben a szakértői elemzésig.

Az átvitelt befolyásoló belső tényezők a következő öt nagy csoportba oszthatók: a nyomhagyó személy (élőlény) vagy tárgy nyomhagyási képessége (úgynevezett shedder status), a biológiai anyagmaradvány jellemzői, az átkerülés módja, a transzfer területe és felülete, valamint egyéb tényezők (például kézmosás, ruhamosás, cselekvések közötti cselekvések) (Taylor & Kokshoorn, 2023).

Az egyes személyek nyomhagyási képességében a személyen belül vagy személyek között jelentős különbségek lehetnek. A nyomhagyói státus azt jelenti, hogy a személy a többiekhez képest mennyi biológiai anyagmaradványt (például bőrhámsejtet, hám eredetű DNS-t, szőrképletet, korpát) hagy el, illetve beszéddel, köhögéssel vagy tüsszentéssel mennyi nyálaeroszol kerül a környezetébe. A nyomhagyási képesség lehet magas (erős), közepes vagy alacsony (gyenge). A magas szintű nyomhagyás a vizsgált személyek kevesebb mint harmadában volt csak kimutatható (Otten et al., 2019). A nyomhagyó képesség kísérletes, standard körülmények között mérhető, például steril tárgy (üveglap vagy imitált elkövetési eszköz) megérintése, megszorítása utáni mintavételezéssel és DNS-vizsgálattal (Otten et al., 2019). Az erős nyomhagyók az érintési nyomban átlagosan egy nagyságrenddel több DNS-t hagyhatnak hátra a gyenge nyomhagyókhöz képest (Otten et al., 2019). A nyomhagyói státus – személyen belül is – függhet az aktuális fiziológiás állapottól, a személyes higiénától, bőrbetegségtől, habitustól, nemtől, életkortól, korábbi cselekvéstől (például kézmosás, kesztyűviselés), háttér DNS-től (van Oorschot et al., 2019; Taylor & Kokshoorn, 2023). Kézfogás esetén az erősebb nyomhagyók nyomhagyása csökkentheti vagy megszüntetheti a közepes vagy alacsony mértékű nyomhagyók DNS-ének kimutathatóságát (Szkuta et al., 2017). Kísérletekkel igazolták, hogy az ujjakról, elsősorban az ujjvégekről több DNS kerülhet át a kéz tenyérfelületéhez viszonyítva (Oleiwi et al., 2015). A fiatalok és a férfiak nagyobb mértékű nyomhagyók lehetnek az idősebbekhez és a nőkhöz képest (Manoli et al., 2016). Sok esetben egy tárgyat utoljára használó vagy ruházatot utoljára viselő személy DNS-ének kimutathatósága azon múlik, hogy az előző

használó(k)hoz képest kisebb vagy nagyobb nyomhagyó képességgel rendelkezik-e. A nyomhagyás erőssége ugyanakkor (személyen belül is) a valóságban inkább folyamatos valószínűségi eloszlással modellezhető, mintsem egyetlen konkrét becsült (például átlag-) értékkel, mivel a személyen belül és a személyek között a legkülönbözőbb mértéket mutathatja. Fontos még megjegyezni, hogy egyes tárgyaknak is lehet magas vagy alacsony szintű anyagátviteli tulajdonsága (Fonneløp et al., 2015).

A DNS-átvitel mértéke természetesen az átkerülő biológiai anyag típusától, állapotától és a benne lévő DNS-mennyiségétől és minőségétől is függ. A biológiai minták DNS-tartalma még adott sejt- és szövettípuson belül is változhat, de közöttük azért kimutathatók szignifikáns különbségek (Taylor & Kokshorn, 2023; Gill et al., 2025a).

### 1. számú táblázat

*Az emberi eredetű biológiai minták DNS-tartalma*

Biológiai anyag típusa	DNS-tartalom (ng*)
Folyékony ondó (ml)	150 000–300 000
Ondó közöslés után vett hüvelytörleten	10–3000
Folyékony vér (ml)	20 000–40 000
Vérfolt (cm <sup>2</sup> )	250–500
Folyékony nyál (ml)	1000–10 000
Szájnyálkahártya-törlet	100–1500
Folyékony vizelet (ml)	1–20
Érintési nyom (egyszer használt csavarhúzó nyele)	0,2–5

\*ng: nanogramm (10<sup>-9</sup> gramm)

*Forrás.* A szerző saját szerkesztése.

A legmagasabb „DNS-sűrűségű” emberi testvialadék az ondó, ami nem meglepő, ha belegondolunk abba, hogy milyen utat kell bejárnia a spermiumoknak ahhoz, hogy megtermékenyíthessék a petesejtet. Ennek megfelelően az ondófolt a leghosszabb ideig (akár évszázadokig) vizsgálható testvialadékminta. A vér, a nyál, a vizelet és az érintési nyomok esetében – ebben a sorrendben – egy-két nagyságrenddel folyamatosan csökken a humán biológiai anyagok DNS-tartalma, és ennek megfelelően azok kimutathatósága is. A cselekvési szintű BAM-vizsgálatok kitüntetett biológiai anyagai a testvialadékok mellett a bőrhám eredetű minták (beleértve a korpát) és a szőrképletek. A testvialadékok közé lehet sorolni a verejtéket, a könnyet és a faggyút is, amelyek mind tartalmazhatnak DNS-t kimutatható mennyiségben.

Az érintési nyomok DNS-ének eredete változatos lehet. A kézről leválhatnak endogén (belső) és exogén (külső) eredetű sejttes elemek, sejt-komponensek, valamint sejtmentes (szabad) DNS is. Az endogén sejttes elemek egy kisebb csoportját a bőrhám sejt-maggal még rendelkező külső sejtjei, a keratinociták alkotják. Azonban az érintési nyomok endogén sejttes elemeit leginkább a sejt-maggal nem rendelkező korneociták, sejt-törmelékek és szabad sejt-magvak képezik. Az emberi bőr egy négyzetcentiméteréről óránként átlagosan kb. ezer sejt válik le, ami naponta a teljes testfelületre vetítve kb. egymilliárd sejtet jelent (Burrill et al., 2019). Ezen sejtek döntő többsége bomlott állapotú DNS-t tartalmazó korneocita, mivel a bőrhámsejtek DNS-e a bőrfelszín felé haladva már a testen belül degradálódik. A kéz exogén sejttes elemei emberi eredetű testvándékokból (például vér, nyál, ondó) származhatnak – beleértve a fagygyümöregysejteket is –, valamint a bőrön található nem emberi eredetű mikroorganizmusokból (mikrobiom). A bőr és a testüregek mikrobiomja egyén- és testtájék-specifikus is lehet, így a mikroorganizmusok elemzése mind a személyazonosításban, mind a cselekvési szintű értékelésben hasznos információt szolgáltathat az eljáró hatóság számára (Dimitriu et al., 2019). Az érintési nyomok DNS-ének nagyobb hányadát az endogén és exogén eredetű sejtmentes DNS képezi. A sejtmentes DNS fragmentálódási mintázata sejt- és szövetspecifikus lehet, ami alkalmassá teheti a DNS-forrás sejt-típusának valószínűsítését, és így kiemelkedő jelentőséggel bír a cselekvési szintű interpretáció során (Burrill et al., 2019). Az előbbieken leírtak alapján az érintési nyomok biológiai anyaga (DNS-e) tehát nem mindig csak bőrhám eredetű lehet, ennél fogva egyéb sejt- és szövetforrásokat is számításba kell venni az eredmények értékelése során, különösen akkor, ha az érintési nyom magas DNS-tartalmú. Egy vizsgálat megállapította, hogy a kézről vett minták 15%-ában nemcsak bőrhám eredetű emberi DNS volt kimutatható (Lacerenza et al., 2016). Ugyanakkor a tapasztalati adatok alapján kijelenthető, hogy a bűnügyekben vizsgálatra kerülő, érintési nyomként rögzített minták többsége nem tartalmaz klasszikus testvándékot (vér, nyál, ondó) jelentős mennyiségben.

A biológiai anyagmaradványnak nemcsak a típusa, hanem annak állapota is befolyásolhatja a DNS-transzfert. Folyékony/nedves testvándék a felületek érintkezése során sokkal nagyobb mennyiségben kerülhet át a szárazhoz képest. A folyékony vér szobahőmérsékleten kemény, sima felületen kb. 30–60 percen belül beszárad, és a testből való kikerülése után öt perc múlva már exponenciálisan csökken az indirekt átvitele a vizsgált felületre (van Oorschot et al., 2014a).

A DNS-transzfert befolyásoló belső tényezők harmadik csoportját az átkerülés módjai alkotják. A DNS-transzfer típusai az előző fejezetben már kifejtésre kerültek, részletezve az érintkezéssel, illetve a légi úton (vérzés, ejakuláció,

beszéd, „porzás”) történő átkerülés fajtáit. A transzfer függ az érintkező felületek között a kontaktus időtartamától, erősségétől és ismétlődésétől. A második érintkezés idejének növekedésével csökken az első használó DNS-ének detektálhatósága, emellett a közvetett átvitel kimutathatósága az eltelt idővel általában csökken. Többszörös érintkezés esetén általában az első kontaktussal kerül át a legtöbb biológiai anyag. Szimpla érintkezéssel a legkevesebb, szennymódással több, dörzslődéssel, súrlódással pedig a legtöbb biológiai anyag kerülhet át (van Oorschot et al., 2019).

A DNS-transzfert az érintkező felületek – a forrás- (primer, shedder) és a fogadó (szekunder) felület – típusa és területe is meghatározza. Porózus, szövetanyagú forrásfelületről kevesebb biológiai anyag kerülhet át a keményebb, sima (például műanyag) felülethez képest, de a porózus fogadó felület elősegíti a transzfert. Porózus felület az abszorpció miatt jobban megtart és jobban magához vonz folyékony testváladékot a sima felszínű anyagokhoz képest (Goray et al., 2010a; Goray et al., 2010b). Nagyobb felületről/re általában több biológiai anyag kerülhet át, de lehetnek kivételek, például az emberi kéz ujjai a tenyérhez képest (Oleiwi et al., 2015; McColl et al., 2017). Nagyobb tárgy különböző felületei különböző cselekvésben vagy cselekvő által lehetnek érintettek, ezért az ügyekben nagyon fontos azt tisztázni, hogy a cselekvési szintű szakértői értékelésbe a bűnjeltárgy mely részét (például egy balta nyelét vagy fejét) vonjuk be. Súrlódó felületek esetén a száraz biológiai anyagból relatíve nagyobb rész kerülhet át a nedveshez képest (Goray et al., 2010b). Érintési nyom az idő előrehaladtával kisebb mértékben kerülhet át egyik felületről a másikra. A felület típusa az érintési nyomok esetén is meghatározó, mivel több érintési DNS kerülhet át fára és textilre, mint üvegre, fémre vagy műanyagra (van Oorschot et al., 2019). A testváladékok mozgás, rázkódás, gyűrődés miatt történő leválásának („porzásának”) mértéke nemcsak a testváladék típusától, annak nedves vagy száraz állapotától, hanem a nyomhordozótól is függ (Verdon et al., 2013).

A biológiai anyag átvitelét a fent leírtakon kívül egyéb belső tényezők is befolyásolhatják. Egyes szerzők vizsgálatai alapján a kézmosás csökkentheti a kézmosás után a kézről direkt vagy indirekt módon átvitt sejtes és sejtmentes DNS mennyiségét, amely DNS-mennyiség a kézmosás után eltelt idővel növekszik. Ugyanakkor más kísérletek eredményei az előbbieket nem támasztották alá egyértelműen (van Oorschot et al., 2019). Mosógépes ruhamosás során a testváladékból vagy a hordásból származó DNS átkerülhet az együtt mosott másik, tiszta ruhára. A transzferben itt inkább a nedves ruhák közötti közvetlen érintkezés, mintsem a mosógép belső felszíne játszik kulcsszerepet (Voskoboinik et al., 2018). DNS-transzfer történhet még a szennyesartóban vagy a mosás utáni szárítás, vasalás során is (Ruan et al., 2018). A vizsgált cselekvést megelőzheti

és/vagy követheti olyan tevékenység, amely befolyással bírhat a szakértői elemzésben kitüntetett transzfer folyamatra. Ezeknek az úgynevezett cselekvések közötti cselekvéseknek egyik tipikus DNS-forrása és közvetítő vektora az emberi kéz, mivel a kézzel rövid időn belül nagyon sok érintés történhet saját és/vagy idegen testfelületre/tárgyra. Emiatt a forrásfelszín és a bűnyűgyben vizsgált nyomhordozó között a transzfer több lépcsős, és nemcsak szigorúan lineáris lehet (van Oorschot et al., 2015; Stella et al., 2017).

## **Az átkerült biológiai anyagmaradvány megmaradását befolyásoló tényezők**

Az átkerült biológiai anyagmaradvány (közte a DNS) kimutathatóságát annak megmaradása (megőrződése), más (háttér, saját, idegen, ismeretlen) biológiai anyag jelenléte és elterjedtsége, valamint a mintavétel és a laboratóriumi vizsgálatok hatékonysága befolyásolja. Az élettelen biológiai anyag és benne a DNS mélyfagyasztás hiányában káros környezeti behatások nélkül is önmagában bomlást szenved, melyet a negatív környezeti körülmények (UV- vagy radioaktív sugárzás, hő, nedvesség, kemikáliák, mikrobák, állatok) felgyorsítanak. Az olyan fizikai behatások, mint az utólagos (akár sorozatos) érintés, érintkezés ugyanazon vagy másik személlyel vagy tárggyal, a törölgetés, tisztítás, ázás, mosás mind csökkenteni az eredeti biológiai anyagmaradvány mennyiségét. Az időbeliség nemcsak a transzferben, hanem a megmaradásban is fontos tényező, de nem pusztán önmagában, hanem az anyagmaradványt ért belső és külső károsító hatások száma és időtartama miatt. A hivatali eljárás során is behatások érhetik a biológiai anyagot a helyszínen történő tevékenységek, a mintavétel, a csomagolás, a tárolás, valamint a genetikai elemzést megelőző más szakértői vizsgálatok következtében.

A szakemberek között nincs abban egyértelmű konszenzus, hogy másodlagos átvitel után a BAM mennyi ideig marad meg és marad kimutatható különböző tárgyakon és felületeken. A biológiai anyagmaradványok és az örökítő anyag (DNS, RNS) megmaradását számos kontextusból, konkrét ügyekből nyert tapasztalati adatok és kísérletes eredmények felhasználásával lehet vizsgálni. A tárgyakon, ruházaton, testfelszínen vagy testüregben való megmaradás elemezhető káros környezeti behatás mellett vagy anélkül, ideiglenes vagy utólagos kontaktus/használat mellett vagy annak hiányában. Annak ellenére, hogy még az előbbieken említett kontextusokon belül is gyakorlatilag nem lehet általános érvényű állításokat megfogalmazni a biológiai anyag megmaradására vonatkozóan, az alábbiakban megemlítek néhány olyan konkrét tapasztalati

vagy kísérletes eredményt, melyek igazságügyi szempontból fontosnak és iránymutatónak tekinthetők.

Megmaradás tárgyon, káros környezeti behatás nélkül:

- Beszáradt vér vagy nyál évek, évtizedek múlva is alkalmas maradhat DNS-vizsgálatok sikeres elvégzésére, habár az idő múlásával a DNS magas fokú bomlást szenvedhet (szerző szakmai tapasztalata).
- Laboratóriumban védett felületre kikent szájtörlet szobahőn hat hét után is vizsgálható maradt (Raymond et al., 2008).
- Ondófolttól száz év után is, archivált ujjlenyomat évekig alkalmas lehet rutinmódszer alapú DNS-profil kimutatásra (Mameli et al., 2019; Romano et al., 2019).
- Vér- és ondófolttól mRNS-e<sup>5</sup> és miRNS-e<sup>6</sup> ideális esetben akár hat hónapig is vizsgálható marad, a miRNS-nek jobb a megőrződése (Mayes et al., 2019).

Megmaradás tárgyon, káros környezeti behatás mellett:

- Ablak külsejére kent szájtörletből két hét után már nem lehetett DNS-profil kimutatni (Raymond et al., 2008). Ez az eredmény azt is jelenti, hogy a bűncselekményt röviddel követő helyszínelés során érdemes külső behatolási pontokról is mintát rögzíteni, mert ott az érdektelen DNS-háttér (például végtelen DNS) megmaradása kisebb valószínűségű a beltéri nyomokhoz képest.
- Vízben ázott vérfolt és érintési nyom napokig alkalmas lehet DNS-vizsgálatra (Meixner et al., 2020).
- Mosógéppel történő mosás után még van esély a vér- és ondófolttól kimutatására (van Oorschot et al., 2021).
- Háztartási takarítás és klórmentes tisztítószerek használata után maradhat kimutatható DNS (a DNS-profil keverék összetételi arányának megváltozása mellett), viszont a klórtartalmú tisztítószerek hatékonyak a DNS eltávolításában (van den Berge et al., 2019).

Megmaradás testfelszínen, testüregben utólagos behatás nélkül:

- Fojtogató DNS-profilja 48 óra után is detektálható volt a holttest nyakáról (Wiegand & Kleiber, 1997). Ez az eredmény azt is jelenti, hogy a bűncselekményt röviddel követő helyszínelés során érdemes testfelszín mintát rögzíteni a holttest azon területéről, ahol feltételezhető a direkt kontaktus az elkövetővel.
- Holttest szájüregében 48–96 óráig még van esély a spermium kimutatására (Nittis et al., 2016).

---

5 mRNS: messenger (hírvivő) RNS. Egyszálú ribonukleinsav, amely az örökletes genetikai információt közvetíti a sejtek genetikai információit tároló DNS molekulából a fehérjeszintézis helyszínére, a riboszómákhoz.

6 miRNS: mikro-RNS, rövid egyszálú nemkódoló RNS, amely a fehérjeszintézis szabályozásában vesz részt.

Megmaradás testfelszínen, testüregben utólagos behatás mellett:

- Kültéren hagyott hajon lévő vér szöveti eredete három hónap múltán, ondó szöveti eredete egy hét után még igazolható volt (Caccia et al., 2021).
- Kézfogás után nyolc órával a másik személy DNS-ének átvitele már nem volt megfigyelhető, a másik személy DNS-e egyébként csak minor komponensként volt kimutatható (Szkuta et al., 2018).
- Egy másik kézfogásos kísérletben egyperces kézfogás után két órával az egyik személy által két percig használt tiszta csavarhúzó az esetek 54%-ában már nem lehetett kimutatni a másik személy DNS-ét, és azt is csak többnyire nem major kevert komponensként (Gill et al., 2025a).
- Élő személyek direkt kontaktusa után a bőrről hamar eltűnik a másik személy DNS-e, de a bőrön és a kontaktált bőrfelületet fedő ruházaton ritka esetekben még 24 óra után is kimutatható volt (Bowman et., 2018).
- Megnyalt nyakon lévő idegen nyál az esetek 60%-ában kimutatható maradt egy nap után (Graham & Rutty, 2008).
- Nők által megkarmolt férfiak testi kromoszómás DNS-e 24 óra múltán már nem volt kimutatható a nők körme alatt (URL2).
- A spermiumsejtek kimutathatósága a testüregekben két nap után már jelentősen csökken, de a méhnyaknál még 12 nap után is jelen lehet (Morrison, 1972).
- Közösülés után 48 órán belül a hüvelyből vett minták 14%-ban kimutatható volt spermium akkor is, amikor a nők ejakulációt nem tapasztaltak (Astrup et al., 2012).
- Ejakuláció nélkül hüvelybe történő pénisz vagy ujj penetráció után három nappal férfi Y-kromoszómás DNS-profil még kimutatható volt (Gregory, 2024).
- Közösülés után 5–12 órás intervallumban a partner DNS-ének kimutathatósága a péniszen 90%-os volt (Farmen et al., 2012).
- Férfi/nő pár intenzív csókolózása után egy órával a nő szájában még gyengén kimutatható volt a férfi Y-kromoszómás DNS-e (Kamodyová et al., 2013).

Megmaradás tárgyon utólagos használat nélkül:

- Kézfogás után közvetlenül használt saját késen egy hét elteltével is kimutatható volt a másik személy profilja (Meakin et al., 2017).

Megmaradás tárgyon utólagos használat mellett:

- Sorozatos érintés/érintkezés során a forrásfelületen az eredeti biológiai anyagmaradvány mennyisége folyamatosan csökken, de a vizsgált felületre újabb maradvány rákerülhet (van Oorschot et al., 2019).

- Másik személy által órákig, napokig vagy hetekig használt vagy magánál tartott legkülönbözőbb tárgyakon (például hordpánt, kesztyű, kulcs, pendrive, pénztárca, rüzs) tárgytól függően még kimutatható volt az eredeti tulajdonos teljes DNS-profilja (nagy általánosságban 79%-ban porózus, 39%-ban sima felszínű tárgyakról) (van Oorschot et al., 2014b).
- Pénztárca egy hétig tartó utólagos használata után az esetek többségében (80–100%) mindkét személy DNS-profilja kevertként kimutatható volt (Raymond et al., 2009).
- Betöréshez is használható szerszámokon (csavarhúzó, pajszer) a betörési cselekvést imitáló második használó DNS-profilja gyakrabban volt kimutatható ahhoz képest, mint amikor a második személy csak rendeltetésszerűen (kevésbé intenzíven) használta a szerszámokat (Pfeifer & Wiegand, 2017).
- Két órányi használat után a vizsgált tárgyakon (karkötő, karóra, kesztyű, kulcs, nyaklánc, sapka, PC-egér, toll) a második használó major komponensként volt kimutatható (55%), de az első használó az esetek döntő többségében (99%) még detektálható volt (Oldoni et al., 2016).
- Imitált elkövető által hosszabb ideig magánál tartott, korábban más személy által használt kesztyűben történő elkövetés során a vétlen személy DNS-e csak alacsony gyakorisággal (1%) és csak minor komponensként volt detektálható a kesztyűvel megérintett vizsgálati felszínen (Tanzhaus et al., 2021).
- Egy másik kísérletben az imitált elkövető csak rövid ideig (öt perc) használta a vétlen személy kesztyűjét. Ebben az esetben a vétlen DNS másodlagos transzferének kimutathatósága nagyobb arányú volt (32%), habár ezek a vétlen személyek mind magas nyomhagyói státusúak voltak (Otten et al., 2019). Egy másik kesztyűs kísérlet szintén hasonló eredményre (22%) vezetett (Carrara et al., 2023).
- Ha az imitált elkövető egy kísérletben új, tiszta kesztyűt viselt, akkor megnövekedett az elkövetési eszköz (csavarhúzó, pajszer) korábbi, vétlen használójának azonosíthatósága ahhoz képest, mintha az elkövető pusztán kézzel fogta volna meg a tárgyat. Ugyanakkor intenzív használat során az új kesztyűről átkerülhet az imitált elkövető DNS-e is a betörési eszközre. A gumi nyélen jobban kimutatható maradt az első használó DNS-e a műanyaghoz, a fémhez és a fához képest (Pfeifer & Wiegand, 2017).
- Egy betörést imitáló másik kísérletben megállapításra került, hogy egy tiszta csavarhúzó két személy általi rövid idejű (öt és két perc) használata után a második használó fizikailag eltávolítja az első használó DNS-ének nagy részét (kb. 75%-át). Az első használó DNS-e az esetek 14%-ában nem volt kimutatható, és egyszemélyi vagy major komponensként is szintén ritkán (9%) (Gill et al., 2025a).

Ideiglenes használó biológiai anyagának megmaradása:

- A terhelt részéről egy tipikus védekezés lehet az, hogy ő csak a bűncselekmény előtt érintette meg/viselte azt a tárgyat (ti. annak csak ideiglenes használója volt), amit aztán a tényleges elkövető használt, például balesetet okozó, a gyanúsított által ideiglenesen bérelt vagy kölcsönkért gépjármű; a gyanúsított által korábban ideiglenesen használt/viselt elkövetési eszköz, ruházat (van Oorschot et al., 2019). Ezek az esetek egyelőre még kevésbé vizsgáltak a cselekvési szintű szakértői értékelés szempontjából.

## **Az átkerült biológiai anyagmaradvány elterjedtségét befolyásoló tényezők**

A tanulmány bevezetésében említésre került a többszemélyi eredetű, kevert biológiai minták személyazonosításának a minor DNS-komponens korlátozott detektálhatóságából fakadó korlátja. Ebből következően a helyszínen, a vizsgált bűnjeltárgyon már eleve ott lévő, a cselekvés közben vagy utólag rákerülő háttér, saját, idegen vagy ismeretlen [összefoglaló néven elterjedt (prevalent)] BAM negatívan befolyásolhatja az elemezni kívánt cselekvéshez tartozó DNS-transzfer kimutathatóságát. Használati tárgyakon, viselt ruházaton nagyon sokszor már a bűncselekményt megelőzően is található biológiai anyag. Ennek az elterjedt DNS-nek – melyet DNS-háttérnek is hívhatunk – a mennyiségi elemzése viszonylag egyszerűen kivitelezhető a helyszínen, vagy az ügy bűnjelének ilyen célból történő DNS-vizsgálatával. Ezzel az elemzéssel a bűncselekmény-, cselekvés- vagy bűnjeltípusokra DNS-elterjedtségi adatbázis lenne felállítható. Ennek ellenére e tanulmány írásakor ilyen típusú publikus központi adatbázis még nem létezik. Egy konkrét (például gyanúsított vagy vétlen) személy DNS-ének elterjedtségére vonatkozó analízis már bonyolultabb, mivel egyrészt természetesen ismernünk kell az érintett személy DNS-profilját, másrészt a szakértői vizsgálat során vagy azt megelőzően már gondolnunk kell az alábbi négy mintavételi és -vizsgálati lehetőség valamelyikére (Taylor & Kokshoorn, 2023):

- mintavétel ugyanazon bűnjelről, a cselekvésben nem érintett területről vagy a vizsgált szennyeződés környékéről, például szexuális bűncselekményben a sértett ruházatának nem inkrimináló felületéről;
- mintavétel a kérdéses bűnjellel érintkező másik tárgyról, például ruhák közé rejtett fegyver esetében a ruhákról;
- mintavétel hasonló tárgyról, például a helyszínen feltalált nem elkövetési késről;
- mintavétel a helyszínről, például ha a terhelt azt állítja, hogy korábban legálisan járt már a helyszínen.

Az anyagmaradvány-háttér nemcsak a vizsgált cselekvés előtt, hanem a cselekvés során is rákerülhet nem saját BAM formájában a szakértői elemzés tárgyára. Legtipikusabb ilyen átvivő vektor az emberi kéz, de bármilyen, elterjedt DNS-t hordozó, kontaktáló felület szerepet játszhat ebben, például elkövetési eszköz, elkövetés idején viselt ruházat. Sok esetben a szakértői vizsgálat célfelületére még az elemzett cselekvés után is odakerülhet elterjedt DNS, mivel a cselekvésben érintett vagy más személyek, tárgyak utólag érintkezhetnek a célfelülettel. Például a lakásbetörést felfedező vértlen személy megérintheti a betörő által a helyszínen megfogott tárgyakat; a sértett vagy az elkövető tovább használhatja, hordhatja az elkövetéskor használt eszközt, vagy az akkor viselt ruhát. A vizsgált cselekvés utáni DNS-háttér átkerülésének a speciális esete a DNS-parkolás, amikor is a cselekvés során átkerülő BAM megőrződik egy ideig azon a tárgyon, amelyről később átkerül a célfelületre. A helyszínen történő tevékenységek során a felülszennyeződés (kontamináció) néha elkerülhetetlen, hiszen például életmentéskor, tűzoltáskor az eljáró szerveknek nem fő prioritása a felülszennyeződés megakadályozása. Ettől eltekintve ugyanakkor a szakma szabályainak megfelelően végzett helyszínelői és szakértői munka esetén a POI-személyek<sup>7</sup> biológiai anyagával vagy DNS-ével történő kontamináció, illetve annak téves nem kimutatása nagyon valószínűtlen. Az eljáró szakemberek ugyanis megfelelő védőruházatban dolgoznak, a bűnjelek csomagolása, szállítása, tárolása, mintavételezése és laboratóriumi vizsgálata kontrollált körülmények között zajlik, valamint úgynevezett kizárási (eliminációs) DNS-profil adatbázis áll a szakértők rendelkezésére az esetleges kontamináció kiszűrésére. Ebből természetszerűleg az is következik, hogyha az elemzett cselekvésben érintett vagy a helyszínnel/bűnjellel kapcsolatba kerülő személyek DNS-profilja nem áll rendelkezésre, akkor e személyek esetleges kontaminációja nem lesz felismerhető, és DNS-ük elterjedt DNS-ként kerülhet detektálásra.

Ahogy a biológiai anyag megmaradására, úgy annak elterjedtségére sem lehet minden körülmény között érvényes általános kijelentéseket tenni azon kívül, hogy a Földön vagy a világűrben az emberi tevékenységek közelében humán eredetű anyagmaradvány bárhol és bármikor előfordulhat. Ennek ellenére a megőrződéshez hasonlóan szakmai tapasztalati adatok és kísérletes eredmények konkrét esetekben itt is már elérhetők, amelyek közül néhányat az alábbiakban felsorolok:

- A háttér DNS jelenlétével mindig számolni kell a helyszínen, a boncteremben, a hivatali helyiségekben, a laboratóriumokban, a műszereken/eszközökön, a védőruházatokon is (Burill et al., 2019).

---

7 POI-személy: Person Of Interest, itt a vizsgált cselekvésben, nyomhagyásban vagy felülszennyezésben direkt vagy indirekt módon potenciálisan érintett, ismert DNS-profilú személy.

- Kézről vett minták 79–88%-ában kimutatható volt idegen DNS (főleg minor komponensként), és az érintési nyomok többsége (79–100%) tartalmazott idegen DNS-t (itt is főleg minor alkotóelemként) (van Oorschot et al., 2019).
- Öt évnél fiatalabb kisgyermek testén idegen DNS ritkán volt detektálható (Graham et al., 2014).
- Párkapcsolatban élők nyakán kimutatható volt idegen DNS (58%-ban, főleg minor komponensként) (Graham & Rutty, 2008).
- Több vizsgálat és bűnügyek eredményei alapján a körömminták 5–41%-ában volt idegen DNS detektálható (legtöbbször minor komponensként) (van Oorschot et al., 2019).
- A személyes tárgyakon lévő idegen DNS leggyakrabban a használójuk kezéről kerül oda, de annak forrása sokszor nehezen határozható meg (másik személy, másik személy használati tárgya, másik környezet?) (van Oorschot et al., 2019).
- Gyermek alsóruházatán a családtagok (főként az anya) DNS-e volt detektálható (52%-ban) még a háztartási mosás és szárítás után is (Noël et al., 2016).
- Tiszta ruha (póló, harisnya) egy napi hordása után már kimutatható volt a viselő DNS-e (főként major komponensként). Minor komponens általában a családtag vagy a partner DNS-e volt (Stouder et al., 2001).
- Gépjármű vezető oldalán az állandó sofőr DNS-profilja mindig kimutatható volt (leggyakrabban egyszemélyi vagy major komponensként), ugyanakkor a közelmúltban szállított utas DNS-e néha a vezető oldalon is detektálható volt (van Oorschot et al., 2021).
- Irodarész rendszeres és ideiglenes használójára a fentihez hasonló eredményeket kaptak, illetve idegen személyek (kollégák, családtagok, ismeretlenek) DNS-profiljai is megjelentek (Goray et al., 2020).
- Nem használt tisztasági betét, tamponon összehasonlításra alkalmas férfi DNS nem volt kimutatható (Albani et al., 2018).
- Felső ruházat belső és külső részén is kimutatható volt a viselő DNS-e (legnagyobb mennyiségben a belső gallér és mandzsetta részen). Külső részen a saját DNS minor komponensű is lehet az idegen (például kolléga, családtag) mellett (van Oorschot et al., 2021).
- Női alsónadrág belső részén férfi DNS a szexuális partnertől vagy a férfi lakótárustól származhat inkább, mintsem más szociális kontaktusból (Murphy et al., 2020).
- Férfiak alsónadrágjának 44%-án kimutatható volt a nyálban nagy mennyiségben megtalálható amiláz enzim (Breathnach & Moore, 2013).
- Gyerekek arcán több idegen DNS lehet testük más részéhez képest (Graham et al., 2014).

- A kézen nyál, haj, elemi szál gyakran, vér, ondó, hüvelyváladék ritkábban volt detektálható (Douglas et al., 2023).
- Férfiak kezéről vett mintákban több DNS volt kimutatható a nőkéhez képest, és a saját DNS aránya is magasabb volt (Lacerenza et al., 2016).
- Köröm alatt 6–17% arányban idegen DNS-t tartalmazó keverék volt azonosítható (Woollacott et al., 2025).
- Szexuális életet nem élő nők és férfiak nemi szervéről vett mintákban idegen DNS csak ritkán volt kimutatható (0–2%), de nők esetében nyál, férfiak esetében nyál és ondó megtalálható volt (16–33%-ban) (Woollacott et al., 2025).
- Hüvelyminták 21%-ában férfi DNS detektálható volt, mely szinte kizárólag a szexuális partnertől származott (Dawney & Sheppard, 2023).
- Egy vizsgálat szerint a haj ruházaton való elterjedtségét nem befolyásolja a hajszál típusa (például festett vagy festetlen, hagymás vagy hagyma nélküli), viszont az érdekesebb szövetanyagon több hajszál volt megtalálható, mint a simán (Taylor & Kokshoorn, 2023).

## Az átkerült biológiai anyagmaradvány kimutathatóságát befolyásoló tényezők

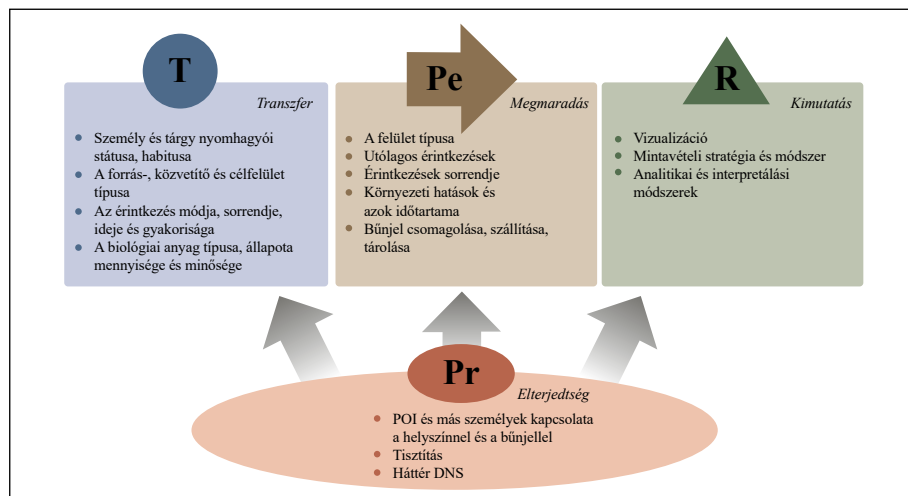
Az igazságügyi szakértői vizsgálatok és a tárgyi bizonyítás szempontjából csak azok a bűnjelek számítanak, amelyek elemzése hasznos információval szolgálhat az eljáró hatóság számára. Ha a vád vagy a védelem az érintett személyek és tárgyak vonatkozásában olyan cselekvési állítást tesz, amely ugyan direkt vagy indirekt biológiai anyagátvitellel járna együtt, de ez a transzfer nem mutatható ki, akkor a szakértői vizsgálat nem tudja kellő mértékben alátámasztani a vád vagy a védelem erre irányuló állítását. Ugyanakkor a bizonyíték hiánya nem feltétlenül a hiány bizonyítéka. Ugyanis amennyiben a transzfer kimutathatatlansága valószínű tényezőkkel magyarázható, akkor az nem zárja ki az anyagátvitelt okozó cselekvés megtörténtét. A transzfer kimutathatatlansága azonban általában annak a cselekvési állításnak kedvez, ami nem feltételez detektálható transzfert, vagy az alternatív cselekvéshez képest csak kisebb mértékben. Többek között ez vezetett végül a korábban említett Drummond-ügyben a felmentő ítélethez.

Az eddigiekben leírt, TPP-re vonatkozó jelenségek, ügyp tapasztalati adatok és kísérletes eredmények a biológiai anyagmaradványok és a DNS/RNS kimutathatóságának azon keretei között érvényesek, melyeket az alkalmazott módszertan határoz meg. Az alkalmazott módszerek egyes elemei, mint a látens biológiai anyag vizualizációja, a mintavételi stratégia, a mintavétel, a laboratóriumi vizsgálat, az eredményértékelés és interpretáció módozatai, külön-külön és együttesen

is megszabják a BAM átkerülésének, megmaradásának és elterjedtségének kimutathatóságát. A detektálási érzékenység növekedésével egyre több transzferesemény igazolható genetikai vizsgálattal, azonban az (al)forrás- és cselekvési szintű szakértői értékelést a háttér DNS gyakoribb kimutatása komplexebbé teheti. A TPPR-valószínűségek meghatározásakor az alkalmazott módszertant – amely a publikációkban sajnos néha nincs teljeskörűen dokumentálva – figyelembe kell venni, és más laboratóriumoknak esetlegesen kalibrációs vagy korrekciós faktorokat kell alkalmazniuk, amikor a publikációkból vett TPPR-gyakoriságokat a saját ügyeikhez szeretnék felhasználni (Taylor & Kokshoorn, 2023; Taylor et al., 2025). A Nemzetközi Igazságügyi Genetikai Társaság (ISFG) szakmai grémiuma a DNS mennyiségi meghatározásához használandó korrekciós faktor megállapításához az elkövetkezőkben az USA Nemzeti Szabványügyi és Technológiai Intézete (NIST) által készített humán DNS kvantifikálási standard (NIST SRM 2372a) alkalmazását javasolja univerzálisan (Gill et al., 2026). A NIST referencia DNS-standard koncentrációjának meghatározásával a laboratóriumok meg tudják állapítani, hogy a saját DNS-mennyiségi meghatározásuk mennyivel tér el a standard elvárt értékétől, amely eltérés kifejezhető a korrekciós faktorial (Gill et al., 2026). A kollaborációban végzett kísérletek ebből a szempontból is rendkívül hasznosak lehetnek (Steensma et al., 2017; Kokshoorn et al., 2018; Szkuta et al., 2019; Gill et al., 2025a). E témakör lezárásaként a TPPR-faktorokat befolyásoló tényezőket a 2. számú ábrán foglaltam össze.

## 2. számú ábra

A TPPR-faktorokat befolyásoló tényezők



*Forrás.* A szerző saját szerkesztése.

## **TPPR-re irányuló kísérletek megtervezése, az eredmények megosztása, és a TPPR-adatbázisok**

A biológiai anyagmaradványok átvitelére, megmaradására, elterjedtségére és kimutatására vonatkozó információk egyik fő forrása az ügyekből nyert tapasztalati adatok. A szakértői vizsgálatok során azonban az ügyekben elemzett cselekvések és annak körülményei legtöbbször feltételezések és nem alapigazságok, így a TPPR-re tett megállapítások – különösen a transzferre vonatkozóan – bizonytalansági vagy szubjektív elemeket is hordozhatnak magukban. A bizonytalan vagy szubjektív elemek kiküszöbölésének legjobb módja a körülmények megtervezett kísérletek elvégzése. Ezeknek a kísérleteknek fő célja a transzfermechanizmusok fizikai, kémiai vagy biológiai alapjainak megismerése, vagy a TPPR-valószínűségek megállapítása (Taylor & Kokshoorn, 2023). A mechanizmusok feltárása általában szigorúan kontrollált körülmények között, egy-egy konkrét szituáció ismétlésével történik. Tekintettel arra, hogy itt a legtöbb paraméter (például a személyek, a biológiai anyagmaradvány és a nyomhordozó típusa, az érintkezés módja, ideje, sorrendje) állandó, ezért ezek a kísérletek a valós cselekvési helyzeteket és körülményeket nem mindig tudják teljeskörűen imitálni. A TPPR-valószínűségek meghatározásakor a szimulációs vagy rekonstrukciós kísérletek során általában a teljes cselekvést több önkéntes résztvevő segítségével, kevésbé kontrollált körülmények között sokszor ismétlik, amely viszont azzal a hátránnyal jár, hogy a TPPR-t befolyásoló tényezőket nem mindig lehet pontosan jellemezni. A transzfer mechanizmusok alapos feltárásához néha nem életszerű cselekvések és körülmények szükségesek, melyeket azonban a szimulációs vagy rekonstrukciós kísérletek esetében célszerű elkerülni. Ugyanakkor a kétféle kísérlettípus egymást kiegészítve teljes képet adhat a TPPR-mechanizmusokról és azok valószínűségeiről.

A kísérleti körülmények, az alkalmazott analitikai és statisztikai módszerek és eredmények rögzítését, valamint az adatok megosztását teljeskörűen, minden részletre kiterjedően kell elvégezni annak érdekében, hogy el lehessen dönteni, hogy abból mennyi adat és milyen ügyhöz használható fel úgy, hogy minden szakember egyformán értelmezze a kísérlet eredményét. A transzferre vonatkozó kísérletek megtervezésénél, dokumentálásánál és publikálásánál legalább a 2. számú táblázatban szereplő paramétereket és kritériumokat kell figyelembe venni (Gosch & Courts, 2019).

## 2. számú táblázat

A TPPR-faktorok vizsgálatát célzó kísérletekben elemzett paraméterek és azok kritériumai

Paraméter	Kritérium
Kísérletbe bevont személyek	Száma Részvétel feltételei Jellemzők – Kor – Nem – Bőr állapota Megelőző tevékenységek – Kézmosás, kesztyűhordás, testmozgás, érintkezés más személyekkel stb.
Vizsgált anyagmaradvány	Típusa, állapota, mennyisége, minősége Helye, megjelenése Összetétele
Kísérletbe bevont tárgyak	Jellemzők – Felület típusa – Anyaga Háttér anyagmaradvány – Ha volt tisztítás, akkor annak módja és kontrollja – Korábbi érintkezési scenáriók
Transzfer lépései	Érintkezés ideje, száma, területe Érintkezés módja, intenzitása
Időtartam	Hol volt jelentős időtartamú (transzfer előtt, közben, után)? Környezeti körülmények: – Fény, sugárzás – Hőmérséklet – Páratartalom – Mikrobiális behatások – Potenciális kontamináció Tárolás, csomagolás, szállítás körülményei
Kimutatás	Mintavétel stratégiája, módja, eszköze, területe Anyagmaradványtípus-meghatározás módszere (elővizsgálatok, RNS-analízis) Kivonás, tisztítás módszere Sokszorozás és detektálás módszere
DNS és DNS-profil	Minőség (hiányok, műtermékek, degradáció, gátlás) Mennyiség, intenzitás Összehasonlításra alkalmasság Összetétel – Hozzájáruló személyek száma – Major és minor komponens – Keveredési arány ( $M_x$ ) Referencia személyekkel való összehasonlítás – Relatív hozzájárulás (teljes vagy részleges, arány) – Statisztikai alapú azonosítás módszere (például kvalitatív vagy kvantitatív LR <sup>8</sup> -statisztika)

*Forrás.* A szerző saját szerkesztése.

Az arra alkalmas eredményeket – beleértve a nyers adatokat és az interpretációkat – lehetőleg szakmailag ellenőrzött tudományos munkák (például szakdolgozat, doktori disszertáció, szakcikk) formájában, vagy azok mellékletében célszerű megosztani. Fontos még az olyan információkat is közölni, amelyek egyébként részünkről nem kerültek felhasználásra, de esetleg a későbbiekben

8 LR: valószínűségi hányados (likelihood ratio), a vád és a védelem állításának elfogadása esetén a bizonyíték megfigyelési/kimutatási valószínűségeinek a hányadosa.

számunkra vagy mások számára hasznosak lehetnek. Az adatok és eredmények korrekt értelmezéséhez azok megnevezésének és jelentésének egyértelműnek kell lenniük. A kísérletsorozatban az egységes változók használata megkönnyíti az átláthatóságot és a későbbi számítógépes vagy esetlegesen mesterséges intelligencia alapú feldolgozást. Ezt szolgálhatja az eredmények olyan standardizált táblázatokban történő rögzítése is, ahol az egyes megfigyelések soraiban a megfigyelésekhez tartozó változók különálló oszlopokban kerülnek feltüntetésre (Taylor & Kokshoorn, 2023), lásd 3. számú táblázat.

### 3. számú táblázat

A TPPR-faktorok vizsgálatát célzó kísérletek eredménytáblázat sablonja

	Változó 1 (pl. átkerült_össz_DND_ng)	Változó 2 (pl. nyomhordozó)
Megfigyelés 1	20	üveg
Megfigyelés 2	30	műanyag

Forrás. A szerző saját szerkesztése.

Adatvédelmi okok miatt az érintettek beleegyezése nélkül a DNS-profil eredmények tételes publikálására nincs lehetőség. Ugyanakkor a nem személyspecifikus DNS-eredmények [mennyiség, intenzitás, keveredési arány, relatív személyi hozzájárulás ( $M_x$ )] megosztása már elegendő lehet a megfelelő cselekvési szintű következtetés levonásához, vagy valószínűség meghatározásához a többi szakértő részére. A Nemzetközi Igazságügyi Genetikai Társaság (ISFG) korábban említett szakmai grémiuma a közelmúltban kiadott egy szerkesztőségi útmutatót arra nézve, hogy milyen követelményeknek kell megfelelniük azoknak a kéziratoknak, amelyeket a DNS-transzfer és kimutatás (TR) témakörében a *Forensic Science International: Genetics* folyóiratban szeretnének publikálni a szakemberek (Gill et al., 2026). Ezek a minimális követelmények a következők:

- Egyedi mintaazonosító használata.
- Ismert minta/DNS-donor azonosító használata.
- Minta/DNS-donor DNS-ének részaránya ( $M_x$ ) a kevert mintában.
- A minták DNS-mennyiségi értékei.
- Minta/DNS-donor DNS-ének abszolút mennyisége a kevert mintában.
- A kitisztított DNS-minta térfogata ( $E_v$ ).
- Alforrásszintű valószínűségi hányados (LR-) értékek a minta/DNS-donor személyekre vonatkozóan.
- Táblázatos formában az alábbi adatok:
  - ha) A DNS mennyiségi meghatározás és a DNS-profil megállapítás módszertanára és az alkalmazott statisztikai genetikai szoftverre vonatkozó információk.

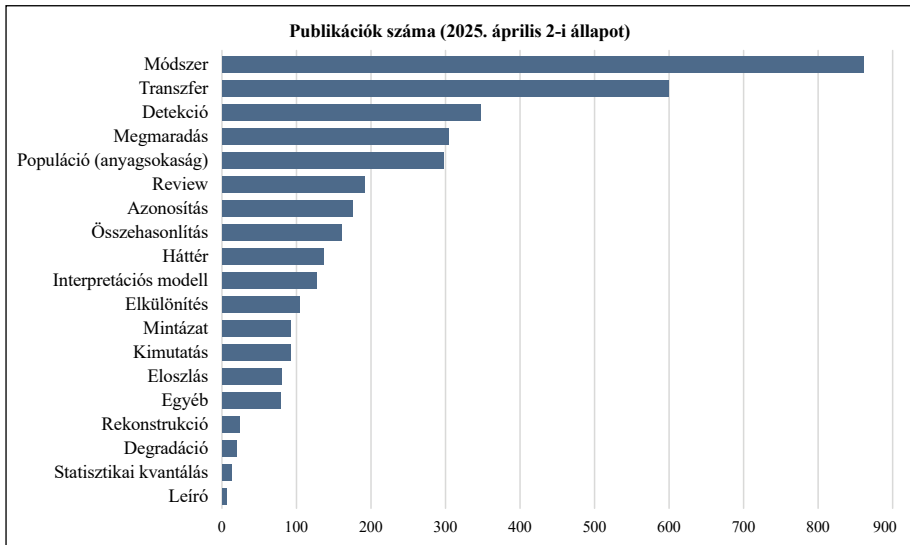
- hb) Az LR-számításhoz meghatározott állítások (propozíciók).
- hc) A DNS mennyiségi meghatározásához használt kalibrációs DNS-standard leírása. A NIST DNS-mennyiségi standardhoz képest meghatározott, az adott laboratóriumra érvényes DNS-kvantálási korrekciós faktor és annak 95%-os megbízhatósági tartományai.
- hd) A laboratórium által a publikálni kívánt kísérlethez specifikusan használt NIST DNS-mennyiségi standard és komponenseinek (NIST SRM 2372a) leírása.

Mindezekon túl a kéziratnak tartalmaznia kell a publikálni kívánt kísérletek érdemi értékeléséhez és reprodukálásához szükséges, a mintavétel módjára, eszközére és területére, valamint a minták tárolására és DNS-kinyerésére vonatkozó információkat is.

E tanulmány írásának időpontjában három nagyszabású, TPPR-re vonatkozó publikus adatbázis érhető el a szakemberek és az érdeklődő laikusok számára. A kanadai Quebeci Egyetemi Hálózat Trois-Rivières székhelyű egyetemének (UCTR) munkatársai a 2010-es évek végén létrehoztak és azóta folyamatosan bővítenek egy, gyakorlatilag az összes érintett igazságügyi szakterületet lefedő tematikus publikációs TPPR-adatbázist (Cadola et al., 2021; URL3). Ez az úgynevezett TTADB (Transfer Traces Activity DataBase) a 2025. augusztus 11-i állapota szerint 3614 db publikáció listájából áll, melyek a címükben szereplő szavakra, a vizsgált anyag fajtájára és a tanulmány típusára szűrhetők. A referenciák a szokásos adatokon túl a publikációhoz tartozó kulcsszavakat, az absztraktot és a publikáció linkjét is tartalmazzák. 24 (+ egyéb) fajta vizsgálati anyagra vannak indexálva a publikációk, a legtöbb tanulmány a DNS-, a lőpor-, a testvázadék-, a textilszál- és a festékanyagokat elemezte (Füredi, 2026). A publikációk 18 (+ egyéb) tanulmánytípusba lettek besorolva, melyek közül a legtöbb munka a módszertannal, a transzferrel, a detekcióval, a megmaradással és a populációval (anyagsokasággal, elterjedtséggel) foglalkozott (lásd 4. számú ábra).

#### 4. számú ábra

A TTADB publikációs adatbázisban összegyűjtött tanulmányok típusai



Forrás. A szerző saját szerkesztése.

A németországi Kielben működő Schleswig-Holstein Egyetemi Kórház Igazságügyi Orvostani Intézetének munkatársai a kanadai szakemberekhez hasonlóan a 2010-es évek végén ugyancsak egy publikációs adatbázist hoztak létre, két jelentős különbséggel. Egyrészt az adatbázis kizárólagosan a biológiai anyagmaradványok (elsősorban a DNS) TPPR-jére vonatkozó tanulmányok adatait tartalmazza (Gosch & Courts, 2019), másrészt a publikációknak kb. a fele – a 2025. május 3-i állapot szerint –, 311 db cikk tartalom szerint is teljeskörűen fel lett dolgozva, és az adatok összetett keresésre, szűrésre alkalmas módon MS Excel és Access adatbázis fájlokba vannak rendezve (URL4). Az ingyenes, de regisztrációköteles Dropbox tárhelyen elérhető DNA-TrAC adatbázistáblázat egy-egy sora egy-egy publikációt foglal magába. A táblázat első négy oszlopa a tanulmányok alapadatait, az 5–12. oszlopok a vizsgálat célját és beállítását, a 13–29. oszlopok a transzfer szcenárióját, a 30–38. oszlopok a vizsgálati módszertant, a 39–44. oszlopok pedig az eredményekre vonatkozó adatokat tartalmazzák (lásd 4. számú táblázat).

#### 4. számú táblázat

A DNA-TrAC publikációs adatbázisban lévő adatok típusai

1	2	3	4	5
Szerző(k)	Év	Cím	Folyóirat	Publikáció tárgya
6	7	8	9	10
Cselekvés kontextusa	Kategória	Specifikációk	Vizsgált változók	Ellenőrzés szigorúsága
11	12	13	14	15
Személyek száma	Replikációk száma / személy / feltétel	Nukleinsav	Testi eredet	Nyomhagyó jellemzői
16	17	18	19	20
Nyomhagyói státus kritériumai	Korábbi tevékenységek	Érintkezés leírása	Elsődleges / forrás nyomhordozó típusa	Elsődleges / forrás nyomhordozó anyaga
21	22	23	24	25
Nyomhagyás / lera-kódás	Időtartam (kondíciók)	Másodlagos nyomhordozó típusa	Másodlagos nyomhordozó anyaga	Másodlagos érintkezés típusa
26	27	28	29	30
További transzfer	Háttér DNS a célfeületen	Mintavétel ideje	Megmaradás (kondíciók)	Mintavétel módszere
31	32	33	34	35
Mintavétel területe	Tisztítás	DNS-kvantálás	DNS-tipizálás nyers adatai	DNS-tipizálás
36	37	38	39	40
Referencia minták	Profil interpretáció és keverék analízis	RNS-adat interpretáció	DNS-mennyiség	Profilminőség
41	42	43	44	
Összehasonlítás paraméterei	Eredmények összefoglalása	Szerző(k) részéről felmerülő kérdések	Figyelemfelhívások	

*Forrás.* A szerző saját szerkesztése.

A DNA-TrAC adatbázishoz összegyűjtött publikációk fele a kézirat írásának időpontjában még feldolgozásra vár, melyhez akár már mesterséges intelligencia segítsége is igénybe vehető lenne. A teljesen feldolgozott adatbázis egy nagyszerű adatforrás lehetne egy cselekvési szinten értékeléseket és elemzéseket végrehajtó mesterséges intelligencia betanításához is.

Az előbbieken említett két adatbázis gyakorlatilag felöleli az igazságügyi TP-PR-témakörben megjelent összes publikációt, ugyanakkor ezek az adatbázisok nyers eredményadatokat nem tartalmaznak. Az Európai Forenzikus Intézetek Hálózata (ENFSI) a 2020-as években 23 laboratórium bevonásával elindított egy nagyszabású, laboratóriumok közötti kísérletes projektet (REcovery ACTivity; ReAct) (Gill et al., 2025a). E ReAct projekt I. fázisában három, betörést szimuláló kísérletsorozatban gyűjtötték össze a TPPER-re vonatkozó adatokat. A laborok az alapkísérletben egy tiszta csavarhúzó rövid idejű használata során vizsgálták a közvetlen DNS-átvitelt és annak kimutathatóságát. A másik két kísérletsorozatban kézfogás utáni vagy másik személy (mint imitált elkövető) általi

utólagos használat után elemezték a direkt és indirekt transzfert. Az összesen több mint 2700 DNS-mennyiségi és -profil eredmény minden adata (természetesen a konkrét DNS-profilok nélkül) az anonimizált laboratóriumok szerinti bontásban is elérhető a ReAct-project honlapján (URL5). A vizsgált indirekt transzferes cselekvések statisztikai interpretálásához a kutatásban részt vevők a kísérletben részt vevő személyekre és a háttér DNS-re vonatkozóan meghatározták a TPPR-valószínűségeket, felállították a megfelelő LR-képleteket és megalkották a Bayes-hálókat. Ezek felhasználásával a szerzők létrehoztak egy online számolóprogramot is (URL6). Ha a felhasználó ezen a felületen betölti a ReAct-projekt valamelyik laborvizsgálati adatsorát, akkor saját – esetleg konkrét kísérletre vagy ügyre vonatkozó – eredményadatok (POI-személy és ismeretlen nyomhagyó DNS-mennyisége, detektálási intenzitási küszöbérték) megadásával a betörést szimuláló, indirekt transzfert is feltételező cselekvési szituációkra az LR-statisztikai analízis elvégezhető. A ReAct-projekt egyik vezető kutatója, Peter Gill személyes közlése alapján a projekt lehetőséget biztosít arra is, hogy újabb laboratóriumok saját kísérleti eredményeikkel kiegészítsék a már meglévő adatbázist. Ennek révén ezek a laborok képesek lehetnek saját adataik felhasználásával elvégezni a statisztikai számításokat a rendelkezésre álló számolóprogrammal. A ReAct-projekt II. fázisa a laborfüggetlen transzfer és megmaradás (TP), illetve a laborfüggő kimutatás (R) valószínűségeinek finomhangolására, és azoknak különböző változókra (például nyomhordozó anyaga, használat időtartama, nyomhagyói státus) történő skálázására fog irányulni (Gill et al., 2025b).

## Összefoglalás

A bűnügyekben a biológiai anyagmaradványok biokémiai, genetikai, vagy egyéb vizsgálatokkal történő alforrás- és forrásszintű azonosítása és a személyazonosság megállapítása csak akkor bír jelentőséggel az eljáró hatóság számára, ha az bizonyító vagy cáfoló erővel bír a feltételezett illegális cselekvésre vonatkozóan. Az igazságügyi genetikai szakértői vizsgálati eredmények cselekvési szintű valószínűsítő interpretációját alapvetően az elemzett biológiai anyagmaradványok (főképpen a DNS) közvetlen vagy közvetett átkerülésére, megmaradására, elterjedtségére és visszanyerhetőségére (TPPR) vonatkozó ismeretek folyamatos bővülése tette és teszi lehetővé. Amennyiben a vádnak és a védelemnek a bűnügyben vitatott cselekvési állításához tartozó megfigyelt TPPR-gyakoriságok egymástól eltérnek, akkor a genetikai bizonyítéokra számolt kimutatási valószínűségi hányados (LR) érték alátámaszthatja a vád vagy

a védelem feltevését, így segítve az eljáró hatóság munkáját a bűncselekmény eseményeinek rekonstruálásában.

A bűnügyekben vizsgált biológiai anyagmaradványok cselekvési szintű igazságügyi valószínűsítő értékelése során számításba kell azt venni, hogy a forrás-felületről az anyagmaradványok (köztük a DNS) nemcsak közvetlenül, direkt módon, hanem más személyek, élőlények vagy tárgyak mint közvetítő vektorok révén, közvetett (indirekt) módon is átkerülhetnek a szakértői vizsgálat szempontjából kitüntetett célfelületre. A direkt és indirekt transzfer függhet a személyek vagy tárgyak nyomhagyói státusától, a forrás-, közvetítő és célfelületek típusától, a felületek közötti érintkezés módjától, sorrendjétől, időtartamától és gyakoriságától, valamint a biológiai anyag típusától, állapotától, mennyiségétől és minőségétől. A transzfert külső tényezők is befolyásolják, melyek közül a legfontosabbak a biológiai anyagmaradványok megmaradására, elterjedtségére és kimutathatóságára vonatkozó körülmények. A biológiai anyagmaradványok TPPR-jére nem tehetők általános, minden körülmény között érvényes állítások, azonban a TPPR-faktorok a körülmények ismeretében vagy azok feltételezésekor jól jellemezhetők a kísérletekből vagy bűncselekmények szakértői vizsgálatából nyert adatok felhasználásával. A magas vagy alacsony biológiai anyagmaradvány tartalom nem feltétlenül egyértelmű bizonyítéka a BAM közvetlen vagy közvetett átkerülésének, ugyanakkor elsősorban érintési nyomoknál a célszemély DNS-ének nagyobb mennyiségű és arányú jelenléte a célszemély DNS-ének direkt és/vagy ismétlődő átkerülését támaszthatja alá nagyobb mértékben (Gill et al., 2025a). A TPPR-adatokat célszerű úgy meghatározni és publikálni, hogy azok felhasználhatók legyenek más szakértők számára is. Ebben segítséget nyújtanak a TPPR-re vonatkozó publikációs adatbázisok, illetve a laboratóriumok kollaborációban elvégzett kísérletei. A TPPR-eredmények kompatibilitását a módszertani protokollok összehangolása, a kimutatási változékonysági faktorok használata, a korábban mások által elvégzett és publikált kísérletek megismétlése, valamint a kalibrációs vizsgálatokkal meghatározott korrekciós faktorok alkalmazása teremtheti meg Magyarországon is.

## Felhasznált irodalom

---

- Albani, P. P., Patel, J., Fleming, R. I. (2018). DNA on feminine sanitary products. *Forensic Science International*, 293, 24–26. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.10.010>
- Astrup, B. S., Thomsen, J. L., Lauritsen, J., Ravn, P. (2012). Detection of spermatozoa following consensual sexual intercourse, *Forensic Science International*, 221(1–3), 137–141. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2012.04.024>

- Bowman, Z. E., Mosse, K. S. A., Sungaila, A. M., van Oorschot, R. A. H., Hartman, D. (2018). Detection of offender DNA following skin-to-skin contact with a victim. *Forensic Science International: Genetics*, 37, 252–259. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.09.005>
- Breathnach, M., Moore, E. (2013). Oral intercourse or secondary transfer? A Bayesian approach of salivary amylase and foreign DNA findings. *Forensic Science International*, 229(1–3), 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.03.029>
- Burrill, J., Daniel, B., Frascione, N. (2019). A review of trace “Touch DNA” deposits: Variability factors and an exploration of cellular composition. *Forensic Science International: Genetics*, 39, 8–18. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.11.019>
- Caccia, G., Cappella, A., Castoldi, E., Marino, A., Colloca, D., Amadasi, A., Caccianiga, M., Lago, G., Cattaneo, C. (2021). Blood and sperm traces on human hair. A study on preservation and detection after 3-month outdoor exposure, *Science & Justice*, 61(6), 657–666. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2021.08.001>
- Cadola, L., Charest, M., Lavallée, C., & Crispino, F. (2021). The occurrence and genesis of transfer traces in forensic science: a structured knowledge database. *Canadian Society of Forensic Science Journal*, 54(2), 86–100. <https://doi.org/10.1080/00085030.2021.1890941>
- Cale, C. M., Earll, M. E., Latham, K. E., Bush, G. L. (2016). Could Secondary DNA Transfer Falsely Place Someone at the Scene of a Crime? *Journal of Forensic Sciences*, 61(1), 196–203. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12894>
- Carrara, L., Hicks, T., Samie, L., Taroni, F., Castella, V. (2023). DNA transfer when using gloves in burglary simulations. *Forensic Science International: Genetics*, 63, 102823. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2022.102823>
- Dawnay, N., Sheppard, K. (2023). From crime scene to courtroom: A review of the current bioanalytical evidence workflows used in rape and sexual assault investigations in the United Kingdom. *Science & Justice*, 63(2), 206–228. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2022.12.006>
- Dimitriu, P. A., Iker, B., Malik, K., Leung, H., Mohn, W. W., Hillebrand, G. G. (2019). New Insights into the Intrinsic and Extrinsic Factors That Shape the Human Skin Microbiome. *mBio*, 10(4), e00839–19. <https://doi.org/10.1128/mbio.00839-19>
- Douglas, H., Fraser, I., Davidson, G., Murphy, C., Gorman, M. L., Boyce, M., Doole, S. (2023). Assessing the background levels of body fluids on hands. *Science & Justice*, 63(4), 493–499. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2023.04.015>
- Farmen, R. K. B., Haukeli, I., Ruoff, P., Frøyland, E. S. (2012). Assessing the presence of female DNA on post-coital penile swabs: Relevance to the investigation of sexual assault. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 19(7), 386–389. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2012.02.029>
- Fonneløp, A., E., Egeland, T., Gill, P. (2015). Secondary and subsequent DNA transfer during criminal investigation. *Forensic Science International: Genetics*, 17, 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2015.05.009>
- Füredi, S. (2026). A biológiai anyagmaradványok cselekvési szintű vizsgálata bűnügyekben I. - A DNS-azonosítás szintet lép. *Belügyi Szemle*, 74(4), 909-949.

- Füszter, B. E. (2016). Edmond Locard — “Father of the Crime Lab”. *Magyar Rendészet*, 16(2), 21–26. <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/magyrend/article/view/2574/1842>
- Gill, P. (2014). *Misleading DNA Evidence: Reasons for Miscarriages of Justice*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-01382-5>
- Gill, P. (2016). Analysis and implications of the miscarriages of justice of Amanda Knox and Raffaele Sollecito. *Forensic Science International: Genetics* 23, 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2016.02.015>
- Gill, P., Fonneløp, A., E., Hicks, T., Xenophontos, S., Cariolou, M., van Oorschot, R., Buckel, I., Sukser, V., Papić, S., Merkaš, S., Kostic, A., Pereira, A. M., Teutsch, C., Forsberg, C., Haas, C., Petkovski, E., Hass, F., Masek, J., Stosic, J., Lee, J. S., Syn C. K-C, Groombridge, L., Trimborn, M., Hadjivassiliou, M., Breathnach, M., Novackova, J., Parson, W., Hatzler-Grubwieser, P., Pietikäinen, S., Joas, S., Willuweit, S., Grethe, S., Milićević, T., Hasselqvist, T., Kallupurackal, V., Stenzl, V., Jansson, S., Glocker, I., Brunck, S., Nyhagen, K., Linglem, A. B. D., Autere, H., Thornbury, D., Pedersen, N., Fox, S., Moore, D., Escott, G., Petersen, C. B., Larsen, H. J., Giles, R., Allen, P. S., Prieto, L., Ramirez, E., de Yuso, I. M., Bastisch, I. (2025a). The ReAct project: Analysis of data from 23 different laboratories to characterise DNA recovery given two sets of activity level propositions. *Forensic Science International: Genetics*, 76, 103222. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2025.103222>
- Gill, P., Hicks, T., Carracedo, A. (2025b). The ReAct project: Bayesian networks for assessing the value of the results given activity level propositions. *Forensic Science International: Genetics*, 76, 103223. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2025.103223>
- Gill, P., Hicks, T., Kokshoorn, B., van Oorschot, R. A. H., Taylor D., Parson, W. (2026). Minimum FSI: Genetics requirements for publishing data on DNA transfer and recovery, given activities. *Forensic Science International: Genetics*, 80, 103330. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2025.103330>
- Goaray, M., Eken, E., Mitchell, R. J., van Oorschot, R. A. H. (2010a). Secondary DNA transfer of biological substances under varying test conditions. *Forensic Science International: Genetics*, 4(2), 62–67. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2009.05.001>
- Goaray, M., Eken, E., Mitchell, R. J., van Oorschot, R. A. H. (2010b). Investigation of secondary DNA transfer of skin cells under controlled test conditions. *Legal Medicine*, 12(3), 117–120. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2010.01.003>
- Goaray, M., Kokshoorn, B., Steensma, K., Szkuta, B., van Oorschot, R. A. H. (2020). DNA detection of a temporary and original user of an office space. *Forensic Science International: Genetics*, 4, 102203. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2019.102203>
- Gosch, A., Courts, C. (2019). On DNA transfer: The lack and difficulty of systematic research and how to do it better. *Forensic Science International: Genetics*, 40, 24–36. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2019.01.012>
- Graham, E. A. M., Ruttly, G. N. (2008). Investigation into “Normal” Background DNA on Adult Necks: Implications for DNA Profiling of Manual Strangulation Victims. *Journal of Forensic Sciences*, 53, 1074–1082. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00800.x>

- Graham, E. A. M., Watkins, W. J., Dunstan, F. Maguire, S., Nuttall, D., Swinfield, C. E. Ruty, G. N., Kemp, A. M. (2014). Defining background DNA levels found on the skin of children aged 0–5 years. *Int J Legal Med* 128, 251–258. <https://doi.org/10.1007/s00414-013-0906-8>
- Gregory, B. M. (2024). Investigation and Detection Methods for Digital and Penile Penetration Without Ejaculation. Master's Thesis, Ceder Crest College, Allentown, PA, USA
- Kamodyová, N., Durdiaková, J., Celec, P., Sedláčková, T., Repiská, G., Sviežená, B., Minárik, G. (2013). Prevalence and persistence of male DNA identified in mixed saliva samples after intense kissing. *Forensic Science International: Genetics*, 7(1), 124–128. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2012.07.007>
- Kokshoorn, B., Aarts, L. H. J., Ansell, R., Connolly, E., Drotz, W., Kloosterman, A. D., McKenna, L. G., Szkuta, B., van Oorschot, R. A. H. (2018). Sharing data on DNA transfer, persistence, prevalence and recovery: Arguments for harmonization and standardization, *Forensic Science International: Genetics*, 37, 260–269. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.09.006>
- Lacerenza, D., Aneli, S., Omedei, M., Gino, S., Pasino, S., Berchialla, P., Robino, C. (2016). A molecular exploration of human DNA/RNA co-extracted from the palmar surface of the hands and fingers. *Forensic Science International: Genetics*, 22, 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2016.01.012>
- Locard, E. (1930). The analysis of dust traces. Part I. *Am. J. Police Sci.* 1(3), 276. <https://doi.org/10.2307/1147154>
- Mameli, A., Scudiero, C. M., Delogu, G., Ghiani, M. E. (2019). Successful analysis of a 100 years old semen stain generating a complete DNA STR profile. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 61, 78–81. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2018.11.008>
- Manoli, P., Antoniou, A., Bashiardes, E., Xenophontos, S., Photiades, M., Stribley, V., Mylona, M., Demetriou, C., Cariolou, M. A. (2016). Sex-specific age association with primary DNA transfer. *Int J Legal Med* 130, 103–112. <https://doi.org/10.1007/s00414-015-1291-2>
- Mayes, C., Houston, R., Seashols-Williams, S., LaRue, B., Hughes-Stamm, S. (2019). The stability and persistence of blood and semen mRNA and miRNA targets for body fluid identification in environmentally challenged and laundered samples. *Legal Medicine*, 38, 45–50. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2019.03.007>
- McColl, D. L., Harvey, M. L., van Oorschot, R. A. H. (2017). DNA transfer by different parts of a hand. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 6, e29–e31. <https://doi.org/10.1016/j.fsigs.2017.09.014>
- Meakin, G. E., Butcher, E. V., van Oorschot, R. A. H., Morgan, R. M. (2017). Trace DNA evidence dynamics: An investigation into the deposition and persistence of directly- and indirectly-transferred DNA on regularly-used knives. *Forensic Science International: Genetics*, 29, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2017.03.016>
- Meixner, E., Kallapurackal, V., Kratzer, A., Voegeli, P., Thali M. J., Bolliger S. A. (2020). Persistence and detection of touch DNA and blood stain DNA on pig skin exposed to water. *Forensic Sci Med Pathol* 16, 243–251. <https://doi.org/10.1007/s12024-020-00234-3>

- Morrison, A. I. (1972). Persistence of spermatozoa in the vagina and cervix. *Br. J. Vener. Dis.*, 48, 141–143. <https://doi.org/10.1136/sti.48.2.141>
- Murphy, C., Kenna, J., Flanagan, L., Lee Gorman, M., Boland, C. and Ryan, J. (2020). A Study of the Background Levels of Male DNA on Underpants Worn by Females. *J Forensic Sci*, 65, 399–405. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14198>
- Nittis, M., Franco, M., Cochrane, C. (2016). New oral cut-off time limits in NSW. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 44, 92–97. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2016.09.006>
- Noël, S., Lagacé, K., Rogic, A., Granger, D., Bourgoïn, S., Jolicoeur, C., Séguin, D. (2016). DNA transfer during laundering may yield complete genetic profiles. *Forensic Science International: Genetics*, 23, 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2016.05.004>
- Olewi, A. A., Morris, M. R., Schmerer, W. M., Sutton, R. (2015). The relative DNA-shedding propensity of the palm and finger surfaces. *Science & Justice*, 55(5), 329–334. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2015.04.003>
- Oldoni, F., Castella, V., Hall, D. (2016). Shedding light on the relative DNA contribution of two persons handling the same object. *Forensic Science International: Genetics*, 24, 148–157. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2016.07.002>
- Otten, L., Banken, S., Schürenkamp, M., Schulze-Johann, K., Sibbing, U., Pfeiffer, H., Venne-  
mann, M. (2019). Secondary DNA transfer by working gloves. *Forensic Science International: Genetics*, 43, 102126. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2019.07.005>
- Pfeifer, C. M., Wiegand, P. (2017). Persistence of touch DNA on burglary-related tools. *Int J Legal Med* 131, 941–953. <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1551-4>
- Raymond, J. J., Walsh, S. J., van Oorschot, R. A. H., Gunn, P. R., Evans, L., Roux, C. (2008). Assessing trace DNA evidence from a residential burglary: Abundance, transfer and persistence. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 1(1), 442–443. <https://doi.org/10.1016/j.fsigs.2007.10.040>
- Raymond, J. J., van Oorschot, R. A. H., Walsh, S. J., Roux, C., Gunn, P. R. (2009). Trace DNA and street robbery: A criminalistic approach to DNA evidence. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 2(1), 544–546. <https://doi.org/10.1016/j.fsigs.2009.08.073>
- Romano, C. G., Mangiaracina, R., Donato, L., D’Angelo, R., Scimone, C., Sidoti, A. (2019). Aged fingerprints for DNA profile: First report of successful typing. *Forensic Science International*, 302, 109905. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.109905>
- Ruan, T., Barash, M., Gunn, P., Bruce, D. (2018). Investigation of DNA transfer onto clothing during regular daily activities. *Int J Legal Med* 132, 1035–1042. <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1736-x>
- Steensma, K., Ansell, R., Clarisse, L., Connolly, E., Kloosterman, A. D., McKenna, L. G., van Oorschot, R. A. H., Szkuta, B., Kokshoorn, B. (2017). An inter-laboratory comparison study on transfer, persistence and recovery of DNA from cable ties. *Forensic Science International: Genetics*, 31, 95–104. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2017.08.015>

- Stella, C. J., Mitchell, R. J., van Oorschot, R. A. H. (2017). Hand activities during robberies—Relevance to consideration of DNA transfer and detection. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 6, e3–e5. <https://doi.org/10.1016/j.fsigs.2017.09.002>
- Stouder, S. L., Reubush, K. J., Hobson, D. L., Smith, J. L. (2001) Trace evidence scrapings: a valuable source of DNA? *Forensic Science Communications* 4(4). <https://www.ojp.gov/ncjrs/virtual-library/abstracts/trace-evidence-scrapings-valuable-source-dna>
- Szkuta, B., Ballantyne, K. N., van Oorschot, R. A. H. (2017) Transfer and persistence of DNA on the hands and the influence of activities performed. *Forensic Science International: Genetics*, 28, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2017.01.006>
- Szkuta, B., Ballantyne, K. N., Kokshoorn, B., van Oorschot, R. A. H. (2018). Transfer and persistence of non-self DNA on hands over time: Using empirical data to evaluate DNA evidence given activity level propositions, *Forensic Science International: Genetics*, 33, 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2017.11.017>
- Szkuta, B., Ansell, R., Boiso, L., Connolly, E., Kloosterman, A. D., Kokshoorn, B., McKenna, L. G., Steensma, K., van Oorschot, R. A. H. (2019). Assessment of the transfer, persistence, prevalence and recovery of DNA traces from clothing: An inter-laboratory study on worn upper garments. *Forensic Science International: Genetics*, 42, 56–68. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2019.06.011>
- Tanzhaus, K., Reiß, M. T., Zaspel, T. (2021). “I’ve never been at the crime scene!” — gloves as carriers for secondary DNA transfer. *Int J Legal Med* 135, 1385–1393. <https://doi.org/10.1007/s00414-021-02597-w>
- Taylor, D. (2016). The evaluation of exclusionary DNA results: a discussion of issues in R v. Drummond. *Law, Probability and Risk*, 15(3), 175–197. <https://doi.org/10.1093/lpr/mgw004>
- Taylor, D., Volgin, L., Kokshoorn, B., Champod, C. (2021). The importance of considering common sources of unknown DNA when evaluating findings given activity level propositions. *Forensic Science International: Genetics*, 53, 102518. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2021.102518>
- Taylor, D. & Kokshoorn, B. (2023). *Forensic DNA Trace Evidence Interpretation: Activity Level Propositions and Likelihood Ratios* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.4324/9781003273189>
- Taylor, D., Volgin, L., Gill, P., Kokshoorn, B. (2025). Accounting for inter-laboratory DNA recovery data variability when performing evaluations given activities. *Forensic Science International: Genetics*, 78, 103283. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2025.103283>
- van den Berge, M., Wagner, S., Meijers, E., Kokshoorn, B., Kloosterman, A., van der Scheer, M., Sijen, T. (2019). Minimizing hand-to-glove DNA contamination. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 7(1), 19–20. <https://doi.org/10.1016/j.fsigs.2019.09.009>
- van Oorschot, R. & Jones, M. (1997). DNA fingerprints from fingerprints. *Nature*, 387, 767. <https://doi.org/10.1038/42838>
- van Oorschot, R. A. H., McArdle, R., Goodwin, W. H., Ballantyne, K. N. (2014a). DNA transfer: The role of temperature and drying time. *Legal Medicine*, 16(3), 161–163. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2014.01.005>

- van Oorschot, R. A. H., Glavich, G., Mitchell, R. J. (2014b). Persistence of DNA deposited by the original user on objects after subsequent use by a second person. *Forensic Science International: Genetics*, 8(1), 219–225. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2013.10.005>
- van Oorschot, R. A. H., McColl, D. L., Alderton, J. E., Harvey, M. L., Mitchell, R. J., Szkuta, B. (2015). Activities between activities of focus—Relevant when assessing DNA transfer probabilities. *Forensic Science International: Genetics Supplement Series*, 5, e75–e77. <https://doi.org/10.1016/j.fsigss.2015.09.031>
- van Oorschot, R. A. H., Szkuta, B., Meakin, G. E., Kokshoorn, B., & Goray, M. (2019). DNA transfer in forensic science: A review. *Forensic Science International: Genetics*, 38, 140–166. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2018.10.014>
- van Oorschot, R. A. H., Meakin, G. E., Kokshoorn, B., Goray, M., & Szkuta, B. (2021). DNA Transfer in Forensic Science: Recent Progress towards Meeting Challenges. *Genes*, 12(11), 1766. <https://doi.org/10.3390/genes12111766>
- Verdon, T. J., Mitchell, R. J., van Oorschot, R. A. H. (2013). The influence of substrate on DNA transfer and extraction efficiency. *Forensic Science International: Genetics*, 7(1), 167–175. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2012.09.004>
- Voskoboinik, L., Amiel, M., Reshef, A., Gafny, Barash, M. (2018). Laundry in a washing machine as a mediator of secondary and tertiary DNA transfer. *Int J Legal Med* 132, 373–378. <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1617-3>
- Wagenaar, W. (2002). False confessions after repeated interrogation: The Putten murder case. *European Review* 10(4), 519–537. <https://doi.org/10.1017/S106279870200042X>
- Wiegand, P., Kleiber, M. (1997) DNA typing of epithelial cells after strangulation, *Int. J. Legal Med.* 110(4) 181–183. <https://doi.org/10.1007/s004140050063>
- Woollacott, C., Goray, M., van Oorschot, R. A. H., Taylor, D. (2025). The Transfer, Prevalence, Persistence, and Recovery of DNA from Body Areas in Forensic Science: A Review. *Forensic Sciences*, 5(1), 9. <https://doi.org/10.3390/forensicsci5010009>

## A cikkben szereplő online hivatkozások

---

URL1: *Making Sense of Forensic Genetics*.

<https://senseaboutscience.org/wp-content/uploads/2017/01/making-sense-of-forensic-genetics.pdf>

URL2: *Forensic analysis of fingernail debris after a scratch experiment and its applications in violence against women investigation. PhD thesis.* [https://amsdottorato.unibo.it/id/eprint/9419/1/Tesi\\_Alessandra\\_Iuvaro.pdf](https://amsdottorato.unibo.it/id/eprint/9419/1/Tesi_Alessandra_Iuvaro.pdf)

URL3: *Transfer Traces Activity DataBase (TTADB)*. [https://cieqwebdirect.uqtr.ca/fmi/webd/OD\\_CIEQ\\_CRIMINALISTIQUE](https://cieqwebdirect.uqtr.ca/fmi/webd/OD_CIEQ_CRIMINALISTIQUE)

URL4: *DNA-TrAC*. <https://www.dropbox.com/scl/fo/mm79o3fo3u5orqlyo07b5/ABzqmqMS-t2a6GYzHrvMudQ?+dl=0&rlkey=4gr99upxh0ekn93mpgfdcu5xf&e=2>

URL5: *ENFSI REcovery ACTivity program*. <https://sites.google.com/view/altrap/enfsi-react-project>

URL6: *Shiny React test version 2.0*. [https://activitylevel.shinyapps.io/Shiny\\_React\\_v2/](https://activitylevel.shinyapps.io/Shiny_React_v2/)

## A cikk APA szabály szerinti hivatkozása

---

Füredi S. (2026). A biológiai anyagmaradványok cselekvési szintű vizsgálata bűnügyekben II. A DNS-transzfer. *Belügyi Szemle*, 74(5), 1319–1368. <https://doi.org/10.38146/BSZ-AJIA.2026.v74.i5.pp1331-1368>

## Nyilatkozatok

---

### Összeférhetetlenség

A szerző nem jelentett összeférhetetlenséget.

### Finanszírozás

A szerző nem kapott pénzügyi támogatást a kutatáshoz, a szerzőséghez és/vagy a cikk publikálásához.

### Etikai nyilatkozat

Az adatokat kérésre rendelkezésre bocsátják.

### Nyílt hozzáférésről szóló tájékoztatás

Jelen cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY NC-ND 2.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje feltüntetésre kerülnek.

### Levelező szerző

A cikk levelező szerzője Füredi Sándor, aki a [furedis@nszkk.gov.hu](mailto:furedis@nszkk.gov.hu) e-mail címen érhető el.