

변사자 검안 및 시신공시소 운영 (개인훈련)

2019년 3월

행정안전부 국립과학수사연구원
(김 현 지)

차 례

[국외훈련 개요]	3
[훈련기관 개요]	4
[훈련결과보고서 요약]	6
서론	7
본론	11
가. 조지아수사국 법의학분야	11
나. 조지아수사국 법과학분야	16
1) Trace Evidence Division	16
2) Chemistry Division	23
3) Firearm Division	25
4) Forensic Biology(DNA) Division	28
5) Toxicology Division	35
6) Latent Print	40
다. 조지아수사국 조사부	46
결론 및 고찰	48
감정서양식	51
참고문헌	88

국외훈련개요

1. 훈련국 : 미국 (United States)
2. 훈련기관명 : 조지아수사국
(Georgia Bureau of Investigation)
3. 훈련분야 : 법과학분야
4. 훈련기간 : 2018.8.31.~2019.2.27.
(5개월 28일)

훈련기관개요

- 명칭: Georgia Bureau of Investigation (조지아범죄수사국)
- 주소: 121 Panthersville Rd. Decatur. Georgia, United States of America
- 홈페이지: <https://gbi.georgia.gov>
- 전화번호: 1-404-270-8266
- 연혁
 - 1937년 공공안전부(Department of Public Safety)가 설립되면서 조지아순찰대(Georgia Patro)과 범죄수사(Plainclothes) 부서가 신설되었음.
 - 1940년 범죄수사 부서는 조지아수사국(Georgia Bureau of Investigation)으로 이름이 변경되었음.
 - 1974년 조지아 총회에서 집행계혁법을 도입하고 통과되어 조지아수사국은 공공안전부에서 분리되어 독립적인 기관이 되었음.
 - 주립 수사국으로 다양한 분야에서 전문적으로 범죄수사에 앞장서고 있으며, 법원에서 증인으로서의 의무를 다하고 있음.
- 조직 (Forensic Science 내부조직)
 - Chemistry (법화학)
 - Firearms (총기)
 - Forensic Biology (DNA)
 - Latent Prints (지문, 족적 등)
 - Medical Examiners (법의학)
 - Operations Support (행정지원)
 - Quality System (인증)

Toxicology (독성학)

Trace Evidence (미세증거물)

- 위치 (1 Headquarter & 6 Regional local agencies)



Headquarter 전경



<Division of Forensic Science>



<Medical Examiner Annex>

훈련결과보고서 요약

훈 련 자	김현지	직 급	공업연구사
소 속	행정안전부 국립과학수사연구원 대구과학수사연구소		
훈 련 국	미국	훈련기간	2018.8.31.~2019.2.27. (5개월 28일)
훈련기관	Georgia Bureau of Investigation	훈련구분	단기
훈련목적	변사자 검안 및 시신공시소 운영	보고서매 수	매
내용요약	· 현장 검안 및 시신공시소 운영에 대한 근거 법규 연구 및 자료수집 · 변사자 현장 검안 관련 시료채취 및 분석의 표준화된 감 정업무 절차 수립 · 시신공시소 운영 절차방법 등의 국내 도입 방안 검토 단기 훈련을 수행한 미국 조지아수사국(GBI)은 조지아 주에 위치한 주립 기관으로 지난 2018년 6월 5일 부국장 (Assistant Director)과 법의학과장(Chief Medical Examiner)이 국립과학수사연구원에 방문하여 법과학 분야 인력·연구·장비 등의 기관 간 훈련 및 정보 교류에 합의하는 업무협약 (MOU)을 체결하였고, 조지아수사국은 현장검안 관련 근거 법규 및 운영절차 등의 제도가 잘 구축되어 있는 기관이며 검시관들은 하루에 20~30건의 현장 검안을 실시할 뿐만 아니라 2017년 11월에 시신을 보관하는 시신공시소의 시설을 확장하여 기존의 시신 수용 범위인 30구에서		

	현재 100구 이상을 보관할 수 있게 되었음. 또한, 신규 장비 도입을 통해 최신식 시설과 최첨단 장비를 갖추었을 뿐만 아니라 관련 법규 등 제도적 환경이 체계적으로 뒷받침된 기관이므로 시신공시소 운영제도 전반을 교육·훈련하는 데에 적합하다고 판단됨. - 국립과학수사연구원에서는 현재 서울 일부 지역에서 24시간 현장검안 업무를 수행하고 있으며 이를 전국으로 확대할 계획을 가지고 있으나, 관련 법규가 제대로 마련되어 있지 않아, 현장검안과 동시에 수행되어야 하는 혈액채취를 통한 알코올, 약독물, 미세증거물 분석 등이 원활히 이루어지지 않고 있음. 조지아수사국의 선진화된 현장검안 체계에 대한 체계적인 교육 훈련을 통해 근거 법규 마련 검토, 현장검안 관련 시료채취 및 분석 등과 연계된 표준화된 감정 업무 절차 수립을 할 수 있을 것으로 기대됨.
--	---

서론

단기 훈련을 수행한 미국 조지아수사국(GBI)은 조지아주에 위치한 주립 기관으로 총 1개의 본원과 6개의 지역연구소로 구성되어 있다. 이 중 단기 훈련을 수행한 곳은 주도인 애틀랜타에서 차로 약 20분정도의 거리에 위치하고 있는 본원(Headquarter)으로 조지아수사국은 현장검안 관련 근거 법규 및 운영절차 등의 제도가 잘 구축되어 있는 기관이며, 검사관들은 하루에 20~30건의 현장 검안을 실시할 뿐만 아니라 2017년 11월에 시신을 보관하는 시신공시소의 시설을 확장하여 기존의 시신 수용 범위인 30구에서 현재 100구 이상을 보관할 수 있게 신설하였다. 또한, 신규 장비 도입을 통해 최신식 시설과 최첨단 장비를 갖추었을 뿐만 아니라 관련 법규 등 제도적 환경이 체계적으로 뒷받침된 기관이다.

국립과학수사연구원에서는 현재 서울 일부 지역에서 24시간 현장검안 업무를 수행하고 있으며 이를 전국으로 확대할 계획을 가지고 있으나, 관련 법규가 제대로 마련되어 있지 않아, 현장검안과 동시에 수행되어야 하는 혈액채취를 통한 알코올, 약독물, 미세증거물 분석 등이 원활히 이루어지지 않고 있다. 반면, 조지아수사국은 선진화된 현장검안 체계와 근거 법규 등 제도적 환경이 뒷받침되므로 이에 관한 훈련을 통해 국립과학수사연구원에 체계적인 감정 업무 절차 수립을 할 수 있도록 기대한다.

국내에서는 변사자 발견 시 법의학 전문가가 아닌 검사, 경찰, 검안 의사가 1차 현장 검안을 하는데 근거법규가 마련되어 있지 않아 현장 검안과 동시에 수행되어야 하는 혈액 등의 채취를 통한 알코올, 약독물, 미세증거물 분석이 어려운 상황이다. 특히 시신은 민간 장례업체 영안 실로 옮겨 보관을 하다가 부검 등의 추가적인 정밀 검사가 필요한 경우 다시 시신을 민간장례업체 영안실에서 국립과학수사연구원이나 해당 지역 의과대학 법의학교실 등으로 옮기는 여러 단계를 거치고 있어 그 과정에서 시신 훼손, 증거물 유실 등의 위험성이 상존하고 있다. 따라서 이번 훈련을 통해 현장 검안 과정에서의 알코올·약독물·미세증거물 분석 체계 연구 및 실무 습득을 하고자 노력하였다.

법의학 선진 국가에서는 변사자가 발견된 현장에서부터 사망자 현장 조사가 이루어지고, 이후에는 시신을 민간이 아닌 법의학 연구시설 옆에 마련된 시신공시소로 옮긴 뒤, 법적인 절차나 필요에 따라 부검 여부가 결정되면, 시신공시소에서 바로 법의학 부검시설로 옮겨 사인규명을 위한 부검이 진행되기 때문에 변사자 발견 현장에서부터 부검에 이르는 과정에서 발생할 수 있는 시신의 훼손이나 관련 증거물의 유실을 방지하거나 최소화할 수 있는 체계를 구축해 시행하고 있는데 이는 조지아수사국의 시신공시소 운영과 상통된다.

범죄수사 관련 증거물이 가지는 객관성과 신뢰성에 대한 중요성 대두됨에 따라 과학이 눈부시게 빠른 속도로 하루가 다르게 발전하여 우리 생활 전반에 큰 변화를 가져 오면서 형사재판 등 사법판결에서 과학적이고 객관적인 증거 확보에 대한 요구가 증가하고 있다. 따라서 법규에 기반한 체계적 법과학 환경 조성 및 객관적 증거확보 역량 강화를 통하여 국민의 신뢰를 확보할 필요가 있으며, 증거물 관리의 연속성을 확보하기 위한 시스템 구축 필요성 대두됨에 따라 변사 사건에서는 사망 현장

에서부터 부검에 이르는 과정 동안 시신 보관이 적절히 이루어져 변사자 관리의 일관성 및 연속성이 확보될 필요가 있다. 이에 시신공시소 설치 등의 시스템 구축이 무엇보다도 절실한 실정이며, 이를 위해서는 최신식 시설과 설비뿐만 아니라 관련 제도적 환경이 체계적으로 뒷받침된 기관에서 시신공시소 운영 절차·방법 등의 제반 제도에 대한 전반적인 연구가 필요하였다.

본 론

가. 조지아수사국 법의학분야

1) 부검

조지아수사국의 법의학분야에서는 조지아 사망 조사법에 따라 159개 카운티 중 153개 카운티에 대하여 사망 사건에서 검시관에 의한 완전한 법의학적 병리 서비스를 제공하고 있다. 조지아수사국의 수석법의학관은 GBI의 검시관 프로그램을 감독하고 또한 모든 조지아 검시관과 지역 검시관들을 위한 정책과 가이드라인을 수립하는데 도움을 준다.

부검은 본원(Decatur) 실험실과 지역연구소인 마콘(macon)과 사바나(Savannah)에서 GBI의 법의학관들이 수행한다. 본원의 법의학과 직원은 법의학관 11명, 사망조사 전문가 17명, 사진작가 1명, 기밀비서관 1명, 비서 1명, 품질관리관 1명, 속기사(transcriptions) 2명, 차장 1명으로 구성되어 있다. 본원의 법의학관 중 한 명은 소아병리학과 치명적 및 비치명적 소아부상 평가를 전문으로 하고 있다.

사바나와 마콘 지역연구소에는 의료 검사관 2명, 속기사/비서 1명, 사망 조사 전문가 4명이 있다.

사망 사건은 검시관, 부검시관, 법 집행관 등에 의해 조지아수사국 법의학연구소에 보고된다. 법의학연구소에서 부검 여부를 결정하며, 다음 중 하나 이상에 해당하는 사망자에 대하여 부검을 진행하게 된다.

- 살인, 자살 또는 의심스럽거나 알려지지 않은 상황에서 발생한 사망사건
- 통제된 물질의 불법 사용이나 화학 물질이나 독성 물질의 사용이나 남용에 기인한 사망사건
- 수감 중에 또는 사법경찰관의 구금 중에 발생한 사망사건
- 우발적인 사건이나 그에 따른 부상에 대한 사망사건
- 고용인에 대해 질병, 부상 또는 독성 물질에 의해 발생한 사망사건
- 일반 대중의 건강을 위협할 수도 있는 질병과 관련된 사망사건
- 모욕적인 방법으로 처리된 사건에 대한 유해

2) 부검 접수

부검 접수는 본원의 법의학연구소 접수실에서 24시간 접수한다. 부검이 결정된 사건은 사망자가 발생했거나 시신이 발견된 카운티가 제공한 운송 서비스를 통해 해당 실험실로 이송된다. 고인에 대한 검사에서 법의학자들은 사망 원인(cause)과 방법(manner)을 결정하는 것을 목표로 하고 있다. 원인은 사람이 죽은 이유나 의학적 사유-죽음에 책임이 있는 부상이나 질병이다. 매너는 그 사람이 어떻게 죽었는지 또는 그

원인이 된 상황을 말한다.

조지아 사망조사법(O.C.G.A. 45-16-20)은 시신이 발견되거나 사망이 발생한 카운티의 검사관이나 카운티의 검사관에게 통지하고, 이 주에서 발생하는 모든 사망에 대해 다음 기준을 충족하는 검사관의 조사를 하도록 규정하고 있다.

- As a result of violence 폭력의 결과
 - By suicide or casualty 자살이나 상해
 - Suddenly when in apparent good health 건강 상태가 좋을 때 급사
 - When unattended by a physician 의사가 없는 경우
- ※ No person shall be deemed to have died unattended when the death occurred while the person was a patient of a hospice licensed under Article 9 of Chapter 7 of Title 31 of the Georgia Code. 조지아 법 제31장 제7장 제9조에 따라 허가된 호스피스 환자인 동안 사망자가 발생한 경우, 그 어떤 사람도 혼자 죽은 것으로 간주되지 않는다.
- In any suspicious or unusual manner, with particular attention to those persons 16 years of age and under 16세 이하의 의심스럽거나 특이한 방식으로 사망한 경우
 - After birth but before seven years of age if the death is unexpected or unexplained 태어나서 일곱 살이 되기 전에, 그 죽음이 예상치 못한 것이거나 설명할 수 없는 경우
 - As a result of an execution carried out pursuant to the

imposition of the death penalty under Article 2 of Chapter 10 of Title 17 제17권 제10조 제2항의 사형집행에 의하여 집행된 결과

- When an inmate of a state hospital or a state, county, or city penal institution 주립 병원 또는 주, 군, 시 형무소의 수감자가 있는 경우, 또는
- After having been admitted to a hospital in an unconscious state and without regaining consciousness within 24 hours of admission. 입원 후 24시간 이내에 의식을 회복하지 않고 무의식 상태에서 병원에 입원한 경우

3) 사망방식

1. 살인 - 다른 사람의 행동에 의한 사망

※ 참고: 언론을 포함한 많은 사람들은 살인(homicide)과 살해(murder)이라는 용어를 혼동한다. 살해(murder)는 다른 사람에 의해 인간의 생명을 불법적으로 빼앗는 범죄 혐의다. 검사관이 사망 방식을 살인으로 결정한 후, 법 집행부는 사망을 초래한 사람을 살인죄로 형사 고발할 만한 사유가 있는지 여부를 판단하기 위해 사망을 조사한다. 모든 살해는 살인인 반면 모든 살인이 살해인 것은 아니다. 만약 집주인이 목숨이 걱정돼 침입자를 죽이거나 사법경찰관이 직무상 사람을 죽인다면 둘 다 살인으로 간주되지만 반드시 살해라고 볼 수는 없다.

- 2. 자연사 - 질병이나 암이나 심장마비와 같은 사망
- 3. 우연사 - 의도하지 않은 사망
- 4. 자살 - 의도적으로 자해하는 사망
- 5. 미상 - 의학적 증거가 거의 없거나 아예 없는 사망

나. 조지아수사국 법과학분야

1) Trace Evidence Division

1. Trace Evidence (미세증거)

미세증거는 일반적으로 현미경으로 관찰되고 사람, 장소, 물체가 서로 접촉할 때 쉽게 교환되는 물질을 포함한다. 이러한 유형의 증거에는 머리카락, 섬유질, 유리, 페인트 그리고 플라스틱이 포함된다. 미지시료를 검사하여 대조시료와 동일한지 여부를 결정한다.

2. Fractured Materials (Physical Matches) 분리된 물질

부서지거나 찢기거나 분리된 품목을 물리적으로 맞춰봄에 따라 단일 품목인지 여부를 검사할 수 있다. 이런 유형의 검사는 증거가 특정 출처에서 나왔는지 여부를 판단할 수 있다.

3. Identification of Unknown Materials (General Materials)

이 분석은 알려지지 않은 약물, 독극물, 생물학적 또는 생물학적 유해물질로 의심받는 자료의 식별을 제공한다.

4. Gunshot Primer Residue 총기 잔여물

용의자의 손에서 채취한 재질은, 사출 프라이머 잔류물의 입자가 있는지 검사한다.

<섬유 및 직물>

섬유는 개인적인 접촉과 투쟁과 관련된 사건에서 중요한 증거가 될 수 있다. 섬유와 직물 증거는 범죄 사건에서의 연관성에 대한 강력한 증거를 제공할 수 있다. 세계의 다양한 섬유소재를 구성하는 개별 현미경 섬유가 사람에서 사람, 장소로 옮겨질 수 있어 누군가가 어떤 환경에 처해 있었는지를 알 수 있다. 그러한 사건의 예로는 살인, 폭행, 성범죄 등이 있다. 이러한 경우, 피의자와 피해자의 의복 사이에 교차 전이가 발생할 수 있다. 섬유 전달은 사람과 환경(예: 카펫, 덮개 또는 침구) 간에 발생할 수 있다. 뺑소니 피해자와 차량 사이의 충격력은 직물 인상, 섬유, 실 또는 전체 의류를 차량에 남길 수 있다. 깨진 창문으로 진입하는 침입자는 들쭉날쭉한 유리나 스크린 가장자리에 섬유를 남길 수 있다. 범죄현장의 로프와 경계는 용의자로부터 수집된 알려진 샘플과 비교될 수 있다. 이러한 섬유는 스테레오, 밝은필드, 편광, 형광 및 비교 현미경, 용해점 결정, 푸리에 변환 적외선 현미경 분석(FTIR) 및 마이크로스펙트로포토미터(MSP)를 포함하는 엄격한 프로토콜을 사용하여 GBI 범죄 실험실에서 발생한 것으로 의심되는 출처와 비교된다. 두 출처 사이에 섬유를 결합한 것은 그들이 접촉하고 있었다는 것을 나타낸다. 카펫과 덮개 섬유는 그렇게 인식될 수 있고 범죄를 재구성하거나 용의자를 찾는 데 수사관에게 도움이 될 수 있는 정보를 제공할 수 있다.

시중의 모든 다른 종류의 섬유에 친숙하고 어떤 것이 가장 많이 사용되고 어떤 것이 드문지를 아는 것이 법의학 섬유 감정인의 일이다. 섬유 시장이 끊임없이 변화하고 있기 때문에 이것은 종종 힘든 일이지만, 이러한 유형의 정보는 법정 증언 중에 섬유 매치가 얼마나 중요한지를 논의할 때 매우 중요하다.

섬유에 대한 분석은 1980년대 초 애틀랜타에서 살해된 아동 실종 사건

을 포함한 몇몇 고위층 사건을 해결하는 데 큰 역할을 했다. 희생자들에게서 발견된 녹색 카펫 섬유는 나중에 유죄 판결을 받은 살인범 웨인 윌리엄스의 집에서 발견된 카펫과 연관되었다. 그 섬유들은 조사관들에게 그런 스타일의 카펫을 구입한 고객들에 대한 정보를 제공한 제조업자로 추적되었다. 섬유 감정인은 또한 옷이 잘렸는지 찢어졌는지 여부를 결정하기 위해 검사를 수행한다. 이것은 그 행위가 합의된 것인지 아니면 강요된 것인지에 대한 의문이 있는 성폭행 사건에서 중요해진다.

<프랙처 매치>

찢어지거나, 부서지거나, 분리되는 모든 재료는 한 번에 두 개 이상의 조각이 한 조각이었는지 여부를 확인하기 위해 검사할 수 있다.

모든 종류의 재료는 독특한 방식으로 분리되며, 그 조각들은 서로 긍정적으로 매칭될 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 균열매치가 가능한지 여부를 결정하기 위해 제출된 증거를 등급 및 개별 특성에 대해 검사한다. 이는 표면 특성뿐만 아니라 골절의 단면 위상에 초점을 맞추어 진정한 3차원 비교가 된다. 각 골절은 이러한 특징의 고유한 집합과 그 구성에 따라 파단되는 고유한 방식을 갖는다. 분석가가 검사할 수 있는 재료의 예로는 플라스틱, 유리, 금속, 테이프, 목재, 종이, 직물 등이 있다.

다른 장소에서 수거한 조각은 별도로 포장해야 하며, 파손된 표면이 더 이상 손상되지 않도록 주의해야 한다. 부서진 물건의 모든 것을 제출하도록 해야 한다. 다른 유형의 추적 증거가 있을 수 있는 파손된 품목을 교차하지 않도록 주의해야 한다.

<일반 물질>

이러한 유형의 검사는 재료의 식별 또는 분류에 제한된다. 문제의 물질은 출처가 의심되는 물질과 비교되지 않는다.

이 범주에 포함되는 재료의 예로는 은행 보안 염료 팩, 소화기 잔여물, 금속, 화장품 및 건축 자재 등이 있다. 이 목록은 모두 포함된 것은 아니지만 이전 섹션에서 명시적으로 논의되지 않은 자료를 포함한다.

<유리>

유리에도 다른 종류의 감정물처럼 같은 의뢰 방식이 적용되며, 모든 유형의 범죄 수사에 중요한 정보를 제공하는 데 사용될 수 있다. 유리 감정인은 이 실험의 여부를 결정할 수 있다.

유리 샘플은 다양한 물리적, 광학 및 원소 특성을 관찰함으로써 동일한 출처로부터 유래되었을 수 있다.

유리의 물리적 및 광학적 특성은 초광도, 입체파 및 밝은 영역/극체 광 현미경을 사용하여 확인할 수 있다. 안경의 굴절률과 밀도도 결정된다. 유리에 존재하는 화학 원소를 확인하고 비교하기 위해 유리의 구성 분석도 수행한다. 유리 분석가는 조각이 재조립된 후 방사상 균열의 굴절 특성을 조사하여 유리 조각의 파손에 사용되는 힘의 방향을 결정할 수도 있다.

유리는 종종 강도, 살인, 폭행, 뺑소니 범죄에서 증거로 마주친다. 실험실에서 유리를 검사하면 다음과 같은 사실이 드러날 수 있다.

- 미지의 파편이 유리 어느 쪽에서 유리 파편을 깨기 위해 힘을 가했는지(힘의 방향)에서 비롯되었는지 여부
- 부서진 조각이 한 번에 한 조각이었는지 여부(추정 일치)

<총탄 잔여물>

화기가 방출되는 동안, 무기에서 나오는 가스가 총상 잔여물(GSR)을 저격범의 손 피부, 저격자의 옷, 그리고 사격자와 가까운 곳에 위치한 다른 물체에 침전시킨다. 이 기체 잔여물 구름에는 주로 프라이머 잔여물로 구성된 입자가 포함된다. 프라이머 구성은 탄약 종류와 제조사에 따라 다를 수 있지만, 프라이머의 가장 일반적인 성분은 납 스타일프나이트, 질산 바륨, 황화 안티몬이었다. 미량 원소(납, 바륨, 안티몬)의 잔여물 분석 및 특성화는 용의자가 발사했을 때 총격을 가했거나 취급했거나, 또는 무기 근처에 있었는지를 나타내는 데 사용된다.

총탄 잔여 키트는 키트의 지시에 따라 처리하고 테이프로 밀봉해야 한다. 샘플링된 사람이나 물건의 이름은 제출 당시 개봉할 필요가 없도록 포장 외부에 적어야 한다. 범죄 실험실이 승인한 GSR 키트만 허용된다.

<헤어 분석>

범행 현장에서 수집한 헤어는 사건 용의자를 개발하려 할 때 증거자에 대한 수사 정보를 제공할 수 있다. 보통 사람은 자연스럽게 하루에 100여 개의 털을 흘리게 되는데, 이를 통해 범인의 머리카락이 범행 현장에서 발견되거나 피해자의 옷으로 옮겨질 가능성도 있다. 성폭행 시 머리카락이 치골 지역에서 치골 지역으로 옮겨지거나, 악랄한 저항 시 강제로 이탈될 수 있다. 현미경과 세밀한 검사로 머리카락은 그 기원에 대한 세부사항을 드러낼 수 있다. 검사를 통해 머리카락이 동물인지 인간인지 알 수 있다. 모발이 인간의 기원이면 증거자의 인종과 그 모발이 유래한 신체 부위가 결정될 수 있다.

현미경 검사는 또한 머리카락이 잘렸는지, 뽑혔는지, 자연스럽게 흘렸는지, 산 사람에서 유래했는지, 머리카락이 표백, 착색 또는 영구파 같은

인공적인 치료를 받았는지 여부를 결정할 수 있다. 질병으로 인한 피해나 화재에 대한 노출도 감지할 수 있다. 이 모든 정보는 범죄 가해자에 대해 아무것도 모를 때 수사관들에게 중요할 수 있다.

만약 어떤 대상이 이미 확인되었고, 의심스러운 털을 용의자와 비교하는 것이 바람직하다면, 그 대상의 알려진 머리카락은 현미경적인 비교를 수행하도록 요구될 것이다. 알려진 머리카락과 조사된 털을 비교하는 것은 질문 받은 머리카락이 특정 사람(피해자와 대상자 사이의 지원 접촉)에서 비롯되었을 수 있다는 결론을 내릴 수 있다. 또한 수사에 의미 있는 머리카락은 제외할 수 있다. 즉, 희생자에게서 발견된 머리카락은 피해자 자신의 머리카락과 같다. 뿌리에 압록체가 있는 경우 중요한 일치 털은 핵 DNA 분석을 위해 생물학 섹션으로 보내질 것이다. 만약 압록체가 존재하지 않는다면, 일치하는 머리카락은 미토콘드리아 DNA 분석을 위해 FBI 협력 연구소로 보내질 것이다.

머리카락의 전달은 개인과 물체 사이의 접촉과 연관성을 증명할 수 있다. 요약하자면, 모발에 대한 실험실 검사 결과 다음과 같은 것이 드러날 수 있다.

- 근원지가 인간인지 동물인지
- 인종
- 본체 부위
- 인공 치료
- 모발의 상태(예: 강제 이탈, 파손, 화상, 환원)
- Wig 섬유
- 특정 개인에서 유래했을 수 있는지 여부.

헤어는 현미경적 비교와 DNA 기술을 통해 의심스러운 출처와 연관될 수 있다. 다음 기준을 이용하여 모발 증거의 분석 허용 여부를 결정한

다.

1. 추적증거 부분은 다른 DNA의 잠재적 출처(예: 혈액, 정액, 침)가 소진된 경우 모발 증거를 분석한다.

아니면

2. 추적증거 부분은 DNA의 다른 출처(예: 혈액, 정액 또는 침)가 다루지 않는 사건의 중요한 측면을 다루는 경우 모발 증거를 분석할 것이다.

머리카락 비교를 요청할 때, 추적 증거 섹션에 의한 현미경적 비교를 위해 알려진 머리 및 치골 머리 표준은 피험자와 피해자 모두에게 제출되어야 한다. 기증자로 의심되는 머리카락과 현미경으로 식별하기 위해 현미경적인 비교가 수행될 것이다. 현미경으로 일치하고 적합한 털들은 법의학 생물학 섹션에 의해 수행된 핵 DNA 검사를 받게 될 것이다. 핵 DNA 테스트에 적합하지 않거나 핵 DNA 프로파일을 제공하지 않는 머리카락은 미토콘드리아 DNA 테스트를 위해 FBI 협력 연구소로 보내질 예정이다.

2) Chemistry Division

법화학과에서는 주로 약성분에 대해 화학적 테스트를 수행하여 그것이 주 또는 연방 마약법에 위반되는지 확인하는 것이다. 또한, 화재 현장에서 수집한 증거 분석에 대해서도 책임을 진다. 본원의 경우 화재 잔류물에 대한 감정은 시행하고 있지 않으며, 사바나 지역연구소에서 화재 잔류물에 대한 감정을 시행하고 있다. 이 규율은 지속적인 수사 필요성에 대한 정보를 제공하고, 법원과 다른 국가 기관에 사실상의 약물 정보를 제공하며, OPA와 연계하여 약물 남용과 동향에 대한 정보를 제공한다.

법화학과에서는 주로 가스크로마토그래피(GC)와 가스크로마토그래피-질량분석기(GC-MS)를 이용하여 약물 및 독물에 대한 성분 분석을 수행하고 있으며, 실험실에는 실원들의 독립된 공간이 있으며, 각각의 독립된 실험대에서 증거물 등록 및 채취가 이루어진다. 실험대에는 증거물의 바코드를 찍을 수 있는 컴퓨터와 마약의 경우 무게를 측정할 수 있는 전자저울이 있으며, 이는 컴퓨터와 연결되어 무게 측정 후 자동으로 시스템에 등록되도록 설치되어 있다.

<감정물 의뢰방법>

1. Syringe Contents Evidence 주사기 내용물

조지아수사국 법화학과에서는 주사기나 바늘을 제외한 주사기에 든 내용물만을 증거물로 채택한다.

(1) 액체 주사기 내용물을 깨끗한 거즈나 면볼(cotton ball)에 분사한다. 거즈나 면볼은 비닐봉지에 넣어 보관하며, 이를 증거물봉투에 넣어 의

뢰하여야 한다.

(2) 액체 주사기 내용물을 누출 방지 용기에 분사한다. 예로는 나사 뚜껑이 있는 병 또는 소변 샘플 컵이 있다. 혈액 채취 튜브를 사용하지 마십시오. 소변시료 컵을 사용할 경우 물체가 소변이 아님을 나타내는 증거봉투와 제출양식에 라벨을 부착해야 한다.

(3) 주사기에 잔여물만 들어 있는 경우, 플런저를 사용하여 약간의 알코올을 주사기에 넣어 녹인 후 위에 언급한 두 가지 방법 중 하나를 사용하여 주사기를 분사한다.

2. Marijuana Evidence 마리화나

조지아 수사국 법화학과에서는 법화학과장이나 지역연구소과장의 승인 없이 대마초로 의심되는 잎이 많은 물질을 정기적으로 시험하지 않는다. 또한, 2017년 3월 13일부터, 사전 승인이 없는 한 100파운드 이상의 잎을 증거물로 받지 않으므로, 이와 같은 경우 기관에서 스스로 GAI 연구소에서 무게를 재어 의뢰한다.

(1) 기관들은 공인 대마초 검사원 과정에 법 집행 요원을 파견하여 대마초 의심 검체를 검사하는 적절한 방법에 대한 교육을 받도록 권장하고 있다.

(2) 대마초 유전자와 관련된 탈염된 줄기, 섬유질, 씨앗 등은 검사하지 않는다.

(3) 싱싱한 식물에 대해서는 어떤 뿌리나 흙, 바인딩, 기타 비식물성 물질을 제거한 뒤 무게를 잰다.

3) Firearm Division 총기류

총기류 및 톨마크 규율은 조사자들에게 유용할 수 있는 많은 서비스를 제공하는 다재다능하고 잘 갖춰진 유닛이다. 화기와 톨마크 검사관은 모든 법 집행 요원들에게 신뢰할 수 있는 과학적 지원을 제공하는 데 전념하고 있다. 화기 또는 기타 도구를 사용하는 형사 사건의 조사 및 재판 준비 단계 모두에서 서비스가 제공된다. 제출된 증거를 조사함으로써 총기류 및 톨마크 감정인은 다음을 수행할 수 있다.

- 총알이 특정 화기에서 발사되었는지 여부를 판단한다.
- 카트리지 케이스가 특정 화기에서 발사되었는지 여부 판단
- 화기가 제출되지 않았을 때 탄환 또는 카트리지 케이스가 발사된 화기의 종류 결정
- 화기의 작동가능성 판단
- 용의자의 소지품에서 발견된 도구가 범죄 현장에서 압수한 증거 자료의 절단, 굵기, 캐내기 또는 꼬집기 위해 사용되었는지 여부 확인
- 일련번호가 지워진 화기 또는 기타 금속 물체의 원래 일련 번호 결정
- 희생자의 옷이나 다른 증거에 화약이 있는지 확인
- 화기가 발사될 당시 화기의 주둥이부터 목표물까지의 거리

1. 기본적인 총기 비교

리플링은 권총과 소총의 통에 잘리거나 충격받은 나선형 홈의 연속이다. 리핑의 상승된 부분은 랜드로 알려져 있고, 움푹 들어간 부분은 홈으로 알려져 있다. 총알이 통을 통과할 때 빠른 회전을 시키는 것이 목적이다. 이 스피ンは 비행 중 탄알이 넘어지는 경향을 줄임으로써 정확

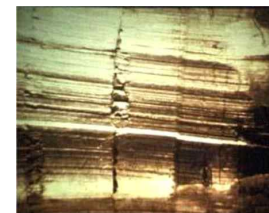
도와 거리를 향상시키는 데 도움이 된다.

총알이 총기의 통을 따라 내려가면, 단단한 통의 리핑이 부드러운 탄환의 베어링 표면에 리핑을 새기거나 할퀴게 된다. 총알이 총에서 발사되면 총알에는 총과 같은 리핑 특성을 지니게 되는 것이다. 총기 제조업체마다 리핑 특성이 다를 수 있기 때문에 법화기 검사관은 탄환 위의 땅과 흙을 조사하여 특정 탄환을 쏜 총기의 종류를 결정할 수 있다. 감정인은 땅과 흙의 너비, 숫자, 그리고 비틀림의 방향을 조사한다. 예를 들어, 한 제조자가 만든 9mm 권총은 6개의 랜드와 홈이 있는 특성이 있다면, 다른 제조자의 9mm는 6개의 랜드와 왼쪽으로 꼬이는 홈이 있는 특성을 나타낼 수 있다. 또한 랜드와 홈의 폭은 다를 수 있다.

각각의 통에는 총알에 독특한 자국을 남길 제조 공정에 의해 결함이 남아 있기 때문에, 감정인은 범죄 현장에서 회수된 총알이 용의자로부터 발사되었는지 또는 희생자가 발사된 것인지 판단할 수 있다.

2. 비교과정

비교 과정의 첫 번째 단계는 실험실의 물탱크에 화기를 발사하는 것이다. 두 번째 단계는 비교 현미경을 사용하여 희생자나 범죄 현장에서 회수된 탄환과 시험 탄환을 비교하는 것이다.



Bullets



Cartridge Cases

왼쪽 사진은 비교현미경을 사용하여 보는 분할 화면 이미지를 보여 준다. 사진 오른쪽에는 용의자의 화기에서 물탱크로 발사된 시험탄이 그려져 있으며, 왼쪽에는 범행 현장에서 회수된 총알이 그려져 있다. 각 탄환에 있는 자국이나 획은 두 발의 총알이 같은 화기에서 발사되었음을 나타낸다.

총기는 카트리지 케이스에도 독특한 흔적을 남긴다. 범행 현장에 남겨진 카트리지 사건은 용의자의 총기를 범행과 연결시킬 수 있다. 다음의 비교 현미경의 분할 화면 이미지 사진들은 화기 검사관이 카트리지 케이스가 동일한 화기에서 발사되었는지 여부를 판단할 때 사용할 수 있는 카트리지 케이스에 남아 있는 세 가지 다른 형태의 표시를 보여준다.



- ① 점화 핀 인상 - 총기의 트리거를 당기면 점화 핀이 카트리지의 후면 중앙에 위치한 프라이머 컵으로 강제 이동된다.
- ② 날카로운 단면 자국- 이 자국들은 총기의 발사 핀을 둘러싼 지역에서 나온 것이다. 카트리지 파우더가 점화된 후 프라이머 컵에 명중하는 발사 핀, 화기의 챔버에 엄청난 압력이 가해져 카트리지 케이스의 뒷면이 화기의 날카로운 면에 부딪힌다.
- ③ 추출기 자국 - 반자동 권총이 발사된 후 추출기가 카트리지를 챔버에서 꺼내 권총에서 꺼낸다.

4) Forensic Biology

법생물학은 식별과 개인화를 목적으로 체액의 세리학적 및 DNA 분석을 수행한다. 일반적으로 검사되는 물질의 종류에는 범행 현장이나 물적 증거물에서 수집된 혈액, 정액, 침 등이 포함되지만 이에 국한되지는 않는다. 이러한 종류의 체액들은 살인, 강간, 폭행, 치사율과 같은 강력범죄의 위임을 받는 동안 자주 발생한다. 궁극적인 목표는 어떤 종류의 물질이 존재하는지 확인한 다음, DNA 분석을 통해 그 물질을 특정 개인과 연결시키는 것이다.

법생물학 서비스는 생물학적 증거에 대한 시기적절한 과학적 분석을 제공함으로써 형사 사법 제도를 지원하기 위한 것이다. 이 테스트는 적절히 활용될 경우 다음과 같은 경우에 편견이 없는 정보를 제공할 수 있다.

- 생물학적 증거와 피의자를 연결하거나 제거
- 사례 상황 현실화
- 알리바이를 코로보나 반박
- 사용된 무기 식별

법생물학자는 사건의 본질과 답해야 할 법의학적 질문을 이해하기 위해 수사 정보와 이용 가능한 증거를 평가하는 것으로 시작한다. 처음에는 물적 증거의 항목에서 혈액, 정액, 침 등을 검사한다. 추가 분석은 조사 책임자의 요청, 사례 상황, 표본 크기와 조건, 사용 가능한 기술 및/또는 사례 정책의 준수에 의해 안내된다.

기존의 세리학적 방법(ABO 및 다형성 효소 그룹)에 의한 생물학적 증거의 분류는 더 이상 수행되지 않는다. DNA 기술은 법의학 사건에서

생물학적 증거를 개인화하는 데 사용된다. 생물학적 증거는 개인과 연관될 수 있지만, 표본의 나이를 결정하는 것은 불가능하다.

법생물학의 또 다른 서비스는 O.C.G.A. 35에 의해 승인된 유죄판결을 받은 흉악범과 중범죄 보호관찰자의 조지아 DNA 데이터베이스를 개발하는 것이다. 이 데이터베이스는 사례 연구 샘플에서 조지아 파일에 있는 범죄자들과 DNA 프로파일을 비교할 수 있도록 한다. 프로파일은 또한 정기적으로 국가 데이터베이스에도 업로드된다. 이 데이터베이스는 CODIS(Combined DNA Index System)로 알려진 FBI 프로그램을 활용한다. 그루지야 데이터베이스에 대한 일상적인 검색은 국가 수준에서도 수행된다. 이는 본 문서의 "CODIS" 섹션에 따라 더 자세히 설명된다.

확인된 용의자 없이 제출된 케이스는 시험 후 CODIS 시스템에 입력되어 적절한 데이터를 받는다. 이러한 경우 DNA 검사가 수행되지만 용의자가 나열된 경우 우선순위가 주어진다.

다음은 법의학 생물학자들이 증거의 검사와 시험에 사용하는 기능 및 기준에 대한 개요다.

<테스트 시간>

세리학적 검사의 완료 시간은 매우 다양하며 증거 항목의 수와 유형에 따라 달라진다. 단일 항목에 대한 검사 시간은 다음과 같이 추정한다.

- 사람의 피 – 하룻밤 사이에 몇 시간 정도
- Semen – 몇 시간에서 밤새
- 정자 – 하룻밤 사이에 몇 시간
- 침 – 시간

초기 검사가 음성이며 보다 광범위한 시험이 필요할 경우 일반적으로 더 긴 시간이 필요하다. 복수 품목에 대한 검사도 크게 늘어난다.

DNA 분석에는 "밀어낼 수 없는" 지정된 프로토콜이 있다. 절차에 의해 요구되는 문서와 주의는 그것의 성공에 필수적이다. 시험은 보통 2주에서 3주가 걸린다.

<혈액검사>

피해자 및/또는 용의자의 적절한 알려진 혈액이 제출되고 서비스 요청에 따라 타당한 정당성이 제공될 경우 다음 사항을 위한 증거를 검토한다.

- 핏자국 찾기
- 화학실험에 의한 혈액 식별
- 인간 기원 여부 결정(샘플을 DNA 테스트할 경우 수행되지 않음)
- DNA 검사 실시

피해자의 의복이나 신체 아래에서 나온 혈흔에 대한 DNA 테스트는 혈액의 출처에 대해 의문의 여지가 없을 때 수행되지 않을 것이다. 같은 이유로 범죄현장에서 채취한 복수의 혈흔에 대한 DNA 검사도 피의자가 출혈을 예상할 만한 정당한 이유가 없는 한 실시하지 않는다. 가능한 한 가장 적은 수의 샘플이 당면한 질문에 답하기 위해 검사될 것이다. 의료진이나 부검 요원에 의해 상처에서 제거된 무기는 일상적으로 혈액 검사를 받지 않는다.

<남성 DNA 선별>

세멘 분석은 일관되게 법의학 생물학 분야에서 가장 많이 요청된 서비스 중 하나이다. 이러한 요청과 관련된 증거는 전형적으로 여성 피해

자들이 관련된 성폭행 수집 키트들이다. 전통적인 분석은 시간이 많이 걸리고 어떤 경우에는 과학자가 단 하나의 사례만 완성하기 위해 며칠을 필요로 한다. 요청량과 분석 시간의 양으로 인해 역사적으로 성폭력 키트는 규율상의 밀림의 큰 부분을 차지하고 있다. 밀린 상황 및 반환 시간을 개선하기 위해, 2006년에 성폭력 키트의 높은 처리량과 품질 테스트를 허용하는 절차가 시행되었다. 이 절차는 남성(Y) DNA의 존재를 시험한다. 이 보고서의 진술은 남성(Y) DNA의 존재 또는 부재만을 나타낸다. 이 테스트의 결과는 비교 목적으로 'DNA 프로필'을 생성하지 않는다. 이 테스트는 남성(Y) DNA를 위한 것이기 때문에, 전통적인 방법은 남성 희생자가 관련된 경우에 사용하기 위해 유지될 것이다.

<침 분석>

마른 얼룩이나 의문시되는 표본을 제출할 때 증거 항목은 다음과 같이 검토된다.

- 대체 광원을 사용하여 얼룩 찾기
- 아밀라아제 식별(타액의 화학적 성분)
- DNA 분석에 대한 증거 적합성 평가
- 요청 시 DNA 입력 수행

침 검사를 위해 담배꽂이를 제출할 때, 조사자는 피해자, 용의자 또는 다른 참가자가 피운 브랜드를 확인하고 수집한 장소의 마지막 청소 시간을 확인해야 한다. 침 및/또는 DNA 타입을 위한 검사는 이 정보가 분석가에게 제공될 때까지 시작되지 않는다.

<정액식별>

피의자가 확인된 성폭행 사건에서 증거가 제출되면, 다음과 같은 경우

에 적절한 증거를 조사할 것이다.

- 시각적 또는 대체 광원으로 정액 얼룩을 찾는다.
- 정액에 대한 화학실험
- 정자(정자)를 현미경으로 검사한다.
- 정자에 대해 음수일 때 다른 정액 성분에 대한 검사
- 요청 시 DNA 입력 수행

(참고: 알려진 샘플로서 액체 정액은 필요하지 않다.)

용의자가 확인되지 않은 상태에서 성폭행 증거 키트를 제출하면 정액 검사를 받게 된다. 정자나 남성 DNA 검사에서 양성인 경우 DNA 분석이 실시된다. 성폭행 사건에서 나온 남성 DNA 분율은 다른 사건들과 비교하기 위해 CODIS에 입력될 것이다.

성폭력 증거 수집 키트를 초기 우선순위로 검토한다.

피해자의 옷과 침대 리넨은 일상적으로 정액을 검사하지 않을 것이다. 조사자는 이 서비스를 의뢰할 수 있다. 검사를 보증하는 정보를 제공하거나, 피해자의 몸에서 채취한 스와핑에 없거나 성폭행 키트를 복용하지 않았을 때 옷이나 침대 린넨에서 정액이 발견될 가능성을 나타내는 정보를 제공함으로써. 그러나 일부 상황에서는 DNA 분석에 필요할 수 있기 때문에 피해자의 의복을 적절하게 수집하는 것이 중요하다. 용의자의 옷이나 침대용 린넨에는 세미 식별을 실시하지 않는다.

<복합 DNA 인덱스 시스템(CODIS)>

CODIS는 FBI에서 관리하는 DNA 프로파일 데이터베이스다. 이러한 프로파일에는 사건 조사와 유죄판결을 받은 범죄자들이 포함된다. CODIS에 데이터를 제공하는 각 주는 누가 유죄판결을 받은 범자인지에 대한 자체적인 정의를 가지고 있다. 사례 연구 데이터베이스는 성폭행 사

건의 정자 DNA 프로필과 살인, 강도, 폭행 사건의 혈액 프로필인 "전설 미상"으로 구성된다. FBI가 소프트웨어를 제공하고 있어 승인된 상태는 다른 주의 데이터베이스 프로파일에 대해 검색하기 위해 해당 프로파일을 국가 데이터베이스에 업로드할 수 있다.

CODIS는 사용자가 피해자, 용의자, 혈액 샘플(예: 성폭행 수사에서 합의된 파트너의 DNA 프로필)의 프로파일을 업로드하는 것을 허용하지 않는다.

피해자 또는 탈락자로부터 나오지 않고 자격요건을 충족하지 못한 증거에서 회복된 DNA는 CODIS에 업로드 및 검색되며, 사건 간 잠재적 일치(히트)가 발생하면 관련 기관 대표자에게 통보하고 필요한 조치를 통보한다. 만약 유죄 판결을 받은 흉악범과 함께 히트를 친다면, 그 경찰관은 유죄 판결을 받은 흉악범의 새로운 샘플을 제출하라는 통보를 받을 것이다. CODIS의 모든 DNA 프로파일은 추가된 모든 새로운 프로파일에 대해 지속적으로 검색되므로 CODIS에서 정기적인 검색을 요청할 필요가 없다.

<DNA 타이핑>

FORENSIC BIOLOGY 규율은 DNA 기술 진보에서 최첨단의 위치를 계속 유지하고 있다.

DNA 타이핑은 다음을 위한 조사 또는 시험 도구로 사용될 수 있다.

- 생물학적 증거 제공자 식별
- 허위 혐의 피의자 제외
- 연쇄 강간 또는 유사한 일련의 범죄 관련
- 성폭행 사건 복수 가해자 구별
- 다른 신분 확인 불가능 시 피해자 신원 확인

- 형사사건에 한해 양육권 결정(시료 제출 전에 법의학 생물학 책임자에게 문의하여 이 서비스를 논의하는 것이 좋다).

특정 기준이 충족될 경우 모발에 대해 DNA 검사를 수행할 수 있다. 만약 다른 법의학적 결과가 가능하다면, 머리카락에 대한 DNA 테스트는 수행되지 않는다.

법생물학자는 모세관 전기영양기구를 사용할 수 있도록 준비한다. 첨단 CE는 DNA를 샘플에 할당하고, 그 결과를 컴퓨터에 도표로 표시한다. 과학자들은 그 프로파일이 용의자나 희생자의 프로파일과 일치하는지 여부를 결정하기 위해 그 결과를 검토한다. 수년에 걸쳐, 법원은 DNA 기술의 사용에 대한 도전은 그 기술 자체가 통계 분석 방식에 대한 공격을 하는 데 과학적으로 부적절하다는 논쟁에서 벗어나게 되었다. GBI 범죄 연구소는 이 통계를 보수적이고 책임감 있는 방식으로 해석해 왔으며 앞으로도 그럴 것이다.

<기타 전문 검사>

조직(피부, 근육 등) 또는 기타 신체 부위는 DOFS 병리학 섹션과 연계하여 일부 사례에서 시험한다. 추가 개인화 절차는 증거 자료의 성격과 상태에 따라 달라진다.

뼈

GBI는 비교적 신선한 뼈에 대해 DNA 검사를 할 수 있다. 특히 골수가 아직 들어 있는 뼈. 오래된 건조된 뼈는 검사를 위해 외부 실험실로 보내져야 한다.

5) Toxicology Division

법독성학과에서는 주 및 지방 사법 당국자와 의료 검사자에게 인간의 생물학적 샘플에 대한 중요한 정보와 특히 마약, 알코올 또는 독이 범 죄나 사망의 위임에 역할을 했는지 여부를 제공한다. 법독성학자는 혈액, 소변, 위 내용물, 조직 등의 샘플을 분석함으로써 알코올, 약물 또는 독의 흔적이 있는지, 그렇다면 어떤 양으로 존재하는지 확인할 수 있다. 법독성학과는 5가지 주요 서비스를 제공한다.

1. 생물학적 유체, 조직, 액체의 알코올 함량 시험
2. 생물학적 유체 및 조직(혈액, 소변, 간 등)에서의 약물 검사
3. 생물학적 물질의 부피(가스 및 증기)에 대한 시험
4. 혈액중의 일산화탄소 검사
5. 생물학적 유체, 조직 및 선원물질의 독물질 검사

독성학 부서는 보호관찰원의 정기적인 약물 검사 샘플을 처리하지 않을 것이다. 이 샘플들은 개인에 대한 새로운 범죄 혐의가 있을 경우에만 분석을 위해 받아들여질 것이다. 미결 형사 고발 서류는 반드시 견본과 함께 제출해야 한다.

<알코올 분석>

법독성학과는 생물학적 유체, 조직 및 액체 시료에 대한 알코올 농도 결정을 수행한다. 생물학적 표본은 도로의 균일성 규칙 위반, 영향 하의 배팅 또는 사망 조사로 인한 사례를 포함해야 한다. 액체 시료는 알코올 농도나 증거를 분석할 수 있다. 일반적으로 에탄올(음주), 메탄올(목주알코올), 이소프로판올(루빙알코올), 아세톤(네일 광택 제거제)에 대한

분석은 Headspace Gas Chromatography Mass Spectrometry(HS-GC/MS)를 사용하여 수행한다.

1. 혈액 알코올: 알코올의 존재 여부를 검사하는 혈액 검체 알코올 농도 결과를 결정하기 위한 혈액 분석은 O.C.G.A.의 알코올 농도 정의에 따라 보고된다. 모든 DUI 혈액 샘플은 DOFS에서 승인한 혈중 알코올 수집 키트에 제출해야 한다.
2. 알콜 성분: 홍액이나 조직 등 혈액 이외의 생물학적 표본을 분석하여 알코올의 존재 여부를 확인한다. 사망조사에서 혈액과 소변은 분석에 적합하지 않거나 채취에 적합하지 않을 수 있다. 이 경우 다른 가능한 표본은 독설 유머, 담즙 또는 조직(예: 간, 신장 등)을 포함한다. 결과는 100 ml 당 그램 단위로 알코올 함량 또는 알코올의 경우 "양성" 또는 "음성"으로 보고될 수 있다. 생물학적 표본을 분해하면 알코올이 생성될 수 있으며, 이러한 표본의 알코올 농도 해석에 문제가 있다.
3. PROOF DETERMINATION : 시료에 존재하는 알코올의 증명을 결정하기 위해 달빛이나 다른 액체를 분석한다.
4. 소변 샘플에 대한 알코올 결정은 일상적으로 수행되지 않는다.

<독성학>

독성학 서비스는 특히 주행 성능을 저하시키거나 사망 위험이 매우 높은 약물에 대한 생물학적 검체 시험으로 구성된다. 선별검사 및 확인시험에는 효소임무노아세(EIA), 가스 크로마토그래피/질량분석기(GC/MS), 액체크로마토그래피 탄젠질량분석기(LC/MS/MS) 등이 사용된다. 시험 프로토콜 선정은 시험을 위해 제출된 사례의 유형, 제출 기관이 제공한 정보, 시험을 위해 제출된 증거의 유형/수량에 의해 이루어진다. DOFS는 분석된 항목과 활용된 분석 방법에 대한 재량권을 가지고 있다.

독성 테스트는 크게 DUI 독성학 및 사후 독성학 두 가지 범주로 나뉜다.

1. 음주 독성학: 교통 독성학에는 불법 및 처방 모두 마약이 존재했는지 여부와 범죄 혐의 중 한 가지 요소가 포함되어 있다. 이러한 경우는 음주운전이나 차량살인과 같이 피해자 및/또는 대상자가 살고 있는 상황을 말한다. 제출된 시료는 혈액과 소변으로 제한된다. 마약의 존재나 부재는 수사관들이 사건들을 확인하거나 반박하기 위해 필요한 증거의 중요한 부분이 될 수 있다.

참고: 혈중알코올농도가 0.08gm % 미만이거나 사망과 관련된 서비스를 요청하지 않는 한 이 서비스는 교통사태에 대해 수행되지 않는다.

2. 마약 촉진성 성폭행(DFSA)도 교통 독성학 단체가 처리한다. 혈액과 소변은 제출하면 모두 약물 검사를 받는다. 소변은 사고와 시료 채취 사이에 상당한 시간이 있는 경우가 많기 때문에 채취와 검사에 매우 중요한 시료다. GHB에 대한 시험은 요청 시 수행할 수 있다.

3. 사후의 독성학: 사후의 독성학은 약물의 종류(현행 및/또는 처방)와 그 약물의 양뿐만 아니라 약물이 사망에 영향을 미치는지 여부를 판단하는 데 도움이 된다. 사후 분석을 위해 다양한 시료를 제출할 수 있다. 혈액, 소변, 독한 유머, 담즙, 위 내용물, 간 등은 일반적인 검사 대상이다. 사례 유형에 따라 시험 프로토콜이 결정된다.

독성학 섹션에는 사례 상황 및 증거 제출에 따라 시험 요청을 수정할 수 있는 재량권이 있다.

일반적으로 약물 서비스에 대한 테스트를 필요로 하는 사례 유형의 예:

- 음주/약물 사례
- 자동차 충돌
- Seizure 관련 사례

- 성폭행
- 우발적 사망 – 원인 불명의 원인
- 지출
- 화재 사망
- 히코미데스
- 갑작스런 유아사망증후군(SIDS) 사례
- 수이체
- 과다 복용 의심

<휘발성 물질>

휘발성 분석을 위해 혈액 및 폐 조직과 같은 시료를 제출할 수 있다. 휘발성 물질은 물의 온도보다 낮은 온도에서 끓는다. 이러한 물질에는 마취제(예: 질소산화물), 냉매(프레온), 용제(토우엔), 석유 증류제, 접착제, 부탄이나 프로판 같은 가스까지 포함된다.

불륨 요청에 대한 테스트와 관련된 사례:

- 가스/증기 공급 장치(예: 키보드 클리너 강통)가 있는 음주 운전 대상자
- 가스/증기 장치를 소지한 피해자 또는 휘발성 물질 남용을 나타내는 목격자
- 약물 과다복용 의심사례
- 작업 또는 가정 내 휘발성 화합물에 노출

<일산화탄소-헤모글로빈(CO-Hb)>

일산화탄소는 가장 자주 접하는 독이다. 일산화탄소(CO)는 헤모글로빈에서 카르복시헤모글로빈으로 산소를 대체하는 무색 무취의 독이다.

일반적으로 일산화탄소 요청에 대한 테스트와 관련된 사례 유형:

- 화재 사망
- 연소 엔진 배기로 인한 사고 사망
- 자동차 배기가스 자살
- 히코미데스 (화재 관련)
- 부적절하게 사용된 난방/조리 장치
- 부적절한 환기/운영 난방 시스템

<독극물 분석>

독극물에는 살충제, 중금속, 각종 가스, 세정제를 포함한 많은 잠재적 물질 목록이 포함될 수 있다. 살인적인 독살은 일어날 수 있지만, 대부분의 경우 자살이나 우발적인 섭취에 직면한다.

비소, 청산가리, 스트리트린과 같은 고전적인 독은 계속 관심거리지만 거의 사용되지 않는다. 에틸렌 글리콜(안티프리즈)과 감마하이드록시부티르산(GHB, 데이트 강간약)이 더 흔하게 접한다. 독은 일반적으로 이런 종류의 분석을 전문으로 하는 경험 많은 독성학자를 필요로 한다. 독극물 사례는 드물고 복잡하기 때문에 독성학과의 상담이 적극 권장된다.

중독 요청에 대한 테스트와 관련된 사례:

- 사고 중독
- 살인미수/수치사
- 살인
- 자살

독이 의심되는 경우 현장 조사의 일환으로 잠재적 독극물 출처를 기록하고 독극물에 대한 접근을 기록하는 것이 필수적이다.

6) Latent Print (잠재지문)

잠재 지문은 마찰 굴곡이라고 알려진 제거된 피부에 의해 사람의 손가락, 손바닥, 발바닥에 만들어진 증거이다. 감정인들은 잠재 지문을 분석하고 비교한다.

신원 확인이나 배제를 위한 개인의 알려진 인쇄물 마찰 능선의 고유성, 영속성 및 배열을 통해 두 개의 인쇄물을 긍정적으로 일치시키고 두 개의 마찰 능선 인상이 한 소스에서 비롯되었는지 여부를 판단할 수 있다. 인쇄물은 가장 가치 있고 일반적인 유형의 물리적 증거 중 하나이다.

범행 현장에 있는 모든 물체는 범인의 신원 확인으로 이어질 수 있는 지문의 출처로 간주해야 한다. 제출된 증거를 조사함으로써 조지아수사국 잠재지문실에서는 다음을 수행한다.

- 잠적된 인쇄물의 존재 여부 확인
- 숨겨진 지문이 식별 가능한지 확인
- 용의자의 인쇄물 및 기타 인코딩된 인쇄물과의 잠재적 인쇄물 비교 및 식별
- 알려지지 않은 사망자의 신원 확인
- 자동 지문 식별 시스템(AFIS)을 통해 인쇄 식별

화학 물질, 분말, 레이저, 대체 광원 및 기타 물리적 방법의 사용을 포함한 다양한 기법이 잠식 인쇄물의 검출과 개발에 사용된다. 잠식된 인쇄물의 품질과 세부의 양이 제한되어 있는 경우, 직원은 결정적인 비교를 위해 현미경 검사를 수행할 수 있다.

<서비스 및 우선 순위>

잠적 인쇄 섹션은 모든 사례 유형으로부터 증거를 받아들이지만 의심 약물 및/또는 부피로 인한 소지 케이스로부터 잠재적 인쇄물과 관련된 케이스를 제한한다. 이들 사건은 법 집행기관 및 검찰 관계자 등과 협의한 후에야 접수된다. LP 섹션이 이러한 유형의 증거를 수용하기로 결정되면, LP 섹션에 증거를 제출하기 전에 내용을 제거할 필요가 있다. 사례들은 사건의 유형에 따라 우선순위를 정한다. 부상이나 사망과 관련된 사람에 대한 범죄는 들어오는 사건이 배당될 때 재산 범죄보다 우선한다. 이것은 일반적인 규칙이며 예외는 사례별로 이루어진다.

이 섹션은 증거를 처리하고 질문 마찰 능선 인상을 제출된 알려진 샘플, GBI AFIS 데이터베이스 및 보증된 FBI IAFIS 데이터베이스와 비교한다.

<Latent Print(LP) 처리>

증거 유형

지문 비교에서 능선 흐름의 연속성은 비교 결과에 필수적이다. 매끄러운 표면은 보통 더 좋은 품질의 인상을 주지만, 특정 표면에 따라 거칠거나 질감 있는 표면에서 지문을 얻을 수 있다. 따라서 제출하기 위한 품목의 적합성에 대해 의문시되는 경우, 조사자는 해당 섹션에 연락하여 지침을 받을 것을 권고한다.

증거 유형은 표면의 다공성에 따라 분류된다. 표면은 일반적으로 세 가지 유형으로 나뉜다.

1. 다공성 표면 - 이러한 유형의 표면은 퇴적 후 땀의 수분 및 수용성 침전물을 매우 빠르게 흡수한다. (예: 종이, 수표, 화폐, 조직, 담배꽂초, 판지, 직물, 처리되지 않은 목재 등)

- 사용 가능한 지문을 얻을 확률: 높음.

- 지문을 식별하는 최선의 방법: 시력검사, DFO(1,8-Diazafluoren-9-one), 닐수린(1,2,3-trikethydrindine hydrate), 물리적 개발자(Silver Physical Developer) 등 일련의 과정.

2. 비 다공성 표면 - 이러한 유형의 표면은 땀을 흡수하지 않는다. 지문 퇴적물은 매우 오랫동안 표면에 남아 있을 수 있다. (예: 유리, 특정 타입의 플라스틱, 폴리에틸렌 가방, 금속 표면, 유리를 바른 도자기, 광택 있는 페인트 등)

- 사용 가능한 지문을 얻을 확률: 높음.

- 지문을 식별하는 최선의 방법: 시력검사, 슈퍼글루(Chyanoacrylate Ester), 형광 염료(예를 들어 Rodamine 6G), 증거의 위치로 인해 인상의 촬영이 어려울 때 주로 사용하는 다양한 종류와 색상의 지문 가루.

3. 반다공성 표면 - 이러한 유형의 표면은 증착 후 땀에 있는 물과 수용성 침전물을 천천히 흡수한다. (예: 특정 유형의 플라스틱, 왁스 처리된 표면, 특정 유형의 벽 페인트, 광택 마감 처리된 종이, 니스 처리된 목재 등)

- 사용 가능한 지문을 얻을 확률: 높음.

- 지문을 식별하는 최선의 방법은 특정 다공성 수준에 따라 달라진다. 위에서 설명한 두 프로세스 중 하나 또는 두 프로세스의 조합을 따를 수 있다.

4. 젖은 표면 - 제출되기 전에 젖은 상태의 표면(예: 빗속에서 방치된 품목, 호수에서 폐기된 총기 등)은 일반적으로 섹션에 의한 특별한 취급이 필요하다. 젖은 물건이나 이전에 젖은 물건의 지문을 복구하는 과정이 존재한다.

- 사용 가능한 인쇄물을 얻을 확률: 중간에서 낮음.

- 지문을 식별하는 가장 좋은 방법:

1) 다공성 기판은 물리적 개발자와 함께 더 나은 결과를 제공하는 경향이 있다.

2) 비소성 기판은 보통 정지에 가루를 넣어 처리한다.

(예: 작은 입자 시약 또는 습식 분말).

5. 혈액으로 오염된 표면 - 혈액이나 혈액으로 만든 지문은 특별한 처리가 필요하다. 지문은 손에 피가 마른 후에도 피로 오염된 손으로 남겨질 수 있다. 일부 혈액특정 시약은 건조된 혈액과 접촉한 부위로 양성반응을 보일 것이다. 지문이 혈액으로 덮인 표면에 남아 있을 때, 지문은 보통 처리 전에 볼 수 있고, 더 이상 처리하기 전에 특별한 조명 기법으로 사진을 찍어야 한다.

- 사용 가능한 지문을 얻을 확률: 높음.

- 인화발달법 : 혈액감응 시약은 보통 정상적인 처리 후에 응용할 수 있다.

1) 다공성 기질 - DFO와 닌수린은 둘 다 단백질 얼룩이기 때문에 혈액과 반응한다. 아미도 블랙은 대비를 강화하는 데 사용될 수 있다.

2) 비소성 기판 - DFO를 어두운 색상의 기판에, Amido Black은 정상 가공 후 밝은 색 기판에 적용할 수 있다.

6. 그리스나 오일로 오염된 표면 - 일반 공정이 그리스나 오일에 의해 억제되기 때문에 이러한 표면은 특별한 처리가 필요하다. (예: 일회용 패스트푸드 용기 및 기구)

- 사용 가능한 지문을 얻을 확률: 비포지컬의 경우 중간, 다공성의 경우 낮음.

- 지문을 식별하기 위한 가장 좋은 방법: Gentian Violet or Sudan Black.

7. 열지(thermal paper) - 이 종이는 보통 다공성 처리 기법으로 검게 변하며 특별한 처리가 필요하다. (예: 현금 레지스터 영수증 및 팩스 용지)

- 사용 가능한 지문을 얻을 확률: 높음.

- 지문을 식별하는 가장 좋은 방법: DFO와 Ninhydrin의 특별한 적용 방법.

8. 총기류 - 총기는 기질이 자주 기름기 때문에 보통 매우 철저한 육안 검사를 필요로 한다. 사례의 특정 상황에 따라, 어떤 경우에는 총기를 해체하고 모든 개별 부품을 처리해야 할 수도 있다.

- 사용 가능한 지문을 얻을 확률: 제조 프로토콜의 변화로 인해 일부 화기의 경우 높음에서 낮음까지 범위가 다양할 수 있다.

- 지문을 식별하는 가장 좋은 방법: 기질은 대개 금속과 기름기 때문에 시각 검사는 매우 중요하다. 일반적으로 비소성 프로세스는 다공성이 없는 모든 부품에 적용된다. 종종 육수는 다공성 공정으로 처리되어야 하는 처리되지 않은 목재다.

9. 카트리지 및 카트리지 케이스 – 브라스 품목은 특별한 처리가 필요하다. 폭발로 인한 높은 열에 노출된 후에도 사용 후 카트리지 케이스에서 지문이 성공적으로 복구되었다.

- 사용 가능한 지문을 얻을 확률: 제조에 사용되는 금속과 증거의 부식 상태에 따라 중간에서 낮음.
- 지문을 식별하는 가장 좋은 방법: 마지막 단계로 Gun Blue(Selenium Dioxide)를 추가하는 일반적인 비포지탈 프로시저.

10. 라텍스 장갑 – 긍정적인 처리 결과를 얻기 위해서는 가능한 한 빨리 제출되어야 한다.

- 사용 가능한 지문을 얻을 확률: 증거물을 증빙한 후 얼마나 빨리 처리하느냐에 따라 중간에서 낮음.
- 지문을 식별하는 가장 좋은 방법: 다공성 및 비포지성 공정 중 하나 또는 둘 모두를 사용할 수 있다. 최근 연구는 정지에 있는 분말이 좋은 결과를 낳으며, 이 과정을 통해 GBI에서 긍정적인 결과를 얻었다는 것을 보여준다.

다. 조지아수사국 조사부 (Investigative Division)

조사부 차장의 지휘 아래, 조사부는 지역 사무소, 지역 마약단속국 및 기타 작업부서에서 일하는 직원들로 이루어진 GBI의 가장 큰 부서다. 수사부서의 특수요원들은 살인, 강간, 아동학대, 무장강도, 사기 및 기타 중범죄와 같은 주요 범죄를 조사하기 위해 지방 사법 당국자들의 도움을 요청하는 것에 대응한다. 마약 수사, 신원 도용 수사, 아동 수사 범죄는 요청 없이 시작할 수 있다.

<권력과 의무>

조지아 수사국은 조지아 주의 법에 따라 범죄 수사를 실시하고, 체포하고, 수색 영장을 집행하며, 밀수품인 재산을 압수하고, 총기를 소지하고, 이 주, 다른 주 또는 미국의 형법을 위반하는 사람을 탐지하거나 체포할 수 있는 권한을 부여받고 있다.

또한 에이전트의 권한은 다음과 같다.

- 국가, 부서, 부서, 부서, 위원회 또는 당국이 소유한 재산에 대해 이 주의 형법을 위반하는 개인 또는 사람을 구속한다.
- 국가 또는 그 부서, 부서, 위원회 또는 당국이 소유한 재산에 대해 영장을 제공하고 실행한다.
- 국가 또는 그 부서, 부서, 위원회 또는 당국이 소유한 재산에 대해 일반적으로 이 주의 형법을 시행한다.

- 조지아 통제 물질법을 위반하는 사람을 조사하여 체포한다.
- 도주한 사람을 체포하여 체포한다.
- 허가 및 검사를 포함하여 빙고 게임에 관한 주법 시행
- 1984년 조지아 테러방지법을 시행한다. 테러행위는 개인이나 개인이 인종, 국적, 종교적 성향에 근거하여 이 주와 미국의 헌법과 법률에 따라 권리를 행사하는 것을 제한할 목적으로 행해지는 개인이나 주거에 대한 범죄를 구성하는 행위라고 정의된다.소송, 정치적 신념 또는 정치적 관계

<지원 요청>

조지아 주 수사국은 다음 각 호의 지원 요청에 따라 미국 이 또는 다른 주의 법을 위반하여 개인이나 사람을 체포할 수 있는 권한을 행사할 수 있다.

- 자치단체 간부들
- 자치구
- 보안관
- 고등법원 판사
- 자치단체의 최고 법 집행관
- 군 경찰서장(인구 10만 명 이상 군)
- 정규소방서 또는 자원봉사소방서(방화 의심사례)
- 조지아주 주지사(지령)

결 론

조지아수사국(GBI)은 조지아주에 위치한 주립 기관으로 총 1개의 본원과 6개의 지역연구소로 구성되어 있으며, 현장검안 관련 근거 법규 및 운영절차 등의 제도가 잘 구축되어 있는 기관이며, 검사관들은 하루에 20~30건의 현장 검안을 실시하고 있다. 뿐만 아니라, 2017년 11월에 시신을 보관하는 시신공시소의 시설을 확장하여 기존의 시신 수용 범위인 30구에서 현재 100구 이상을 보관할 수 있게 신설하였다. 또한, 신규 장비 도입을 통해 최신식 시설과 최첨단 장비를 갖추었을 뿐만 아니라 관련 법규 등 제도적 환경이 체계적으로 뒷받침된 기관이다.

조지아수사국은 독립적으로 Investigation Division이 존재하며, 이는 주 전역에 전략적으로 위치한 15개 지역 사무소, 6개 마약단속국, 1개 GBI 감독 마약단속반 사무소로 구성된다. 이들 사무실에는 각각 특별 요원이 있어 사법계에 특화된 서비스를 제공하고 있으며 살인, 강간, 아동학대, 무장강도, 사기, 기타 중범죄와 같은 주요 범죄를 조사하기 위한 지원 요청에 응한다. 이와 같은 선진화된 현장검안 체계와 근거 법규 등 제도적 환경이 뒷받침되어 있으므로 범죄수사 활용에 대한 성과를 극대화하기 위하여 경찰과의 합동 전략 수립 및 피드백을 통해 현장 감식, 미세증거물 채취 요령 및 증거물로부터 유효 감정물 채취 방법, 감정기법 개발 계획에 대한 경찰-국과수 합동 전략을 수립하고 미세증거물 유형별 범죄수사 해결에 대한 피드백을 통하여 종합적인 평가를 수행한다면 추후 국립과학수사연구원에서도 현재 서울 일부 지역에서 24시간 현장검안 업무를 수행하는 것을 전국적으로 확대하는데 도움이 될 것이라 예상된다.

조지아수사국에서 운영하는 시신공시소는 다른말로 쿨러시스템이라고 명명하고 있으며, 총 두 개의 쿨러시스템이 운영되고 있다. 이 중 하나는 부검전 시신을 두는 곳으로 사용하고 있으며, 다른 하나는 부검 후 보관하는 곳으로 운영되고 있다. 시신공시소는 모두 무료로 운영되고 있으며, 부검 후 하루동안 시신을 쿨러에서 보관하고 그 이후에 시신반출이 가능하다. 연고나 신분이 불명확할 경우 무기한 보관이 가능하며, 최대 100개구까지 수용가능한 공간이나 현재 30구 가량 보관중이다. 국내에서는 변사자 발견 시 법의학 전문가가 아닌 검사, 경찰, 검안 의사가 1차 현장 검안을 하는데 근거법규가 마련되어 있지 않아 현장 검안과 동시에 수행되어야 하는 혈액 등의 채취를 통한 알코올, 약독물, 미세증거물 분석이 어려운 상황이다. 특히 시신은 민간 장례업체 영안실로 옮겨 보관을 하다가 부검 등의 추가적인 정밀 검사가 필요한 경우 다시 시신을 민간장례업체 영안실에서 국립과학수사연구원이나 해당 지역 의과대학 법의학교실 등으로 옮기는 여러 단계를 거치고 있어 그 과정에서의 시신 훼손, 증거물 유실 등의 위험성이 상존하고 있다. 따라서 국립과학수사 연구소에서 도입 예정인 시신공시소는 다방면에서 도움이 될 것으로 예상되며, 현재 대구과학수사연구소에 설치 중인 시신공시소에서는 이를 바탕으로 2구의 시신을 보관중이다.

법의학 선진 국가에서는 변사자가 발견된 현장에서부터 사망자 현장 조사가 이루어지고, 이후에는 시신을 민간이 아닌 법의학 연구시설 옆에 마련된 시신공시소로 옮긴 뒤, 법적인 절차나 필요에 따라 부검 여부가 결정되면, 시신공시소에서 바로 법의학 부검시설로 옮겨 사인규명을 위한 부검이 진행되기 때문에 변사자 발견 현장에서부터 부검에 이르는 과정에서 발생할 수 있는 시신의 훼손이나 관련 증거물의 유실을 방지하거나 최소화할 수 있는 체계를 구축해 시행하고 있는데 이는 조지아수사국의 시신공시소 운영과 상통된다.

범죄수사 관련 증거물이 가지는 객관성과 신뢰성에 대한 중요성 대두됨에 따라 과학이 눈부시게 빠른 속도로 하루가 다르게 발전하여 우리 생활 전반에 큰 변화를 가져 오면서 형사재판 등 사법판결에서 과학적이고 객관적인 증거 확보에 대한 요구가 증가하고 있다. 따라서 법규에 기반한 체계적 법과학 환경 조성 및 객관적 증거확보 역량 강화를 통하여 국민의 신뢰를 확보할 필요가 있으며, 증거물 관리의 연속성을 확보하기 위한 시스템 구축 필요성 대두됨에 따라 변사 사건에서는 사망 현장에서부터 부검에 이르는 과정 동안 시신 보관이 적절히 이루어져 변사자 관리의 일관성 및 연속성이 확보될 필요가 있다. 이에 시신공시소 설치 등의 시스템 구축이 무엇보다도 절실한 실정이며, 이를 위해서는 최신식 시설과 설비뿐만 아니라 관련 제도적 환경이 체계적으로 뒷받침된 기관에서 시신공시소 운영 절차·방법 등의 제반 제도에 대한 전반적인 연구가 필요하였다.

감정서 양식

1. GLASSMATCH

CONCLUSIONS:

X glass fragments recovered from xxx (Item x) either originated from the zzz (Item z) or another source of broken glass possessing the same distinct physical, optical, and chemical characteristics.

RESULTS:

The xxx (Item x) was examined to determine if any glass present like the known glass standard from the zzz (Item z).

The known glass standard from the zzz (Item z) is color, morphology, manufacturing.

Examination of the xxx (Item x) revealed xxx small glass fragments. X of these questioned glass fragments were compared to the known glass standard (Item z). Examination and comparison of these X questioned glass fragments recovered from xxx (Item x) with the known glass standard from the zzz (Item z) reveals they are alike with respect to physical, optical, and chemical characteristics. It is therefore concluded that these X questioned glass fragments recovered from the xxx (Item x) either originated from the zzz (Item z) or another source of broken glass possessing the same distinct physical, optical, and chemical characteristics.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually, by stereo microscopy, polarized light microscopy, fluorescence, micrometry, refractive index determination,

scanning electron microscopy/energy dispersive -ray spectroscopy, and -ray fluorescence spectroscopy.

2. GLASSNOMATCH

CONCLUSIONS:

X glass fragments recovered from xxx (Item x) did not originate from the zzz (Item z).

RESULTS:

The xxx (Item x) was examined for the purpose of determining whether or not there is any glass present like the known glass standard from the zzz (Item z).

The known glass standard from the zzz (Item z) is color, morphology, manufacturing.

Examination of the xxx (Item x) revealed X small glass fragments. These X questioned glass fragments were compared to the known glass standard (Item z). Examination and comparison of these X questioned glass fragments recovered from xxx (Item x) with the known glass standard from the zzz (Item z) reveals they are dissimilar with respect to physical, optical, and/or chemical characteristics. It is therefore concluded that these X questioned glass fragments recovered from the xxx (Item x) did not originate from the zzz (Item z).

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually, by stereo microscopy, polarized light microscopy, fluorescence, micrometry, refractive index determination, scanning electron microscopy/energy dispersive -ray spectroscopy, and -ray fluorescence spectroscopy.

3. NOGLASS

The xxx (Item x) was examined for the purpose of determining whether or not there is any glass present like the known glass standard from the zzz (Item z). Examination of xxx (Item x) failed to reveal the presence of glass

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually and by stereo microscopy.

4. FIBERMATCH

CONCLUSIONS:

originated from the ### or another source of textile material possessing fibers with the same distinct microscopic, optical, and chemical characteristics.

RESULTS:

The ### (item x) was examined for the purpose of determining whether or not there are any fibers present that are consistent with ### (item y).

The composition of ### includes ##.

Examination and comparison of questioned fibers removed from ### reveals the presence of ### that are consistent in microscopic, optical, and chemical characteristics with the known fibers of ###. It is therefore concluded the questioned fibers originated from the ### or another source of textile material possessing fibers with the same distinct microscopic, optical, and chemical characteristics.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually, by stereo microscopy, brightfield/polarized light comparison microscopy, fluorescence microscopy, microspectrophotometry, thermal microscopy and Fourier transform infrared microspectroscopy.

5. FIBERNOTMATCH

CONCLUSIONS:

did not originate from the ##.

RESULTS:

The ### (item x) was examined for the purpose of determining whether or not there are any fibers present that are consistent with ### (item y).

Examination and comparison of questioned fibers removed from ### with known fibers of ### reveals they are inconsistent in microscopic, optical, and chemical characteristics. It is therefore concluded the questioned fibers did not originate from the ##.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually, by stereo microscopy, brightfield/polarized light comparison microscopy, fluorescence microscopy, microspectrophotometry, thermal microscopy and Fourier transform infrared microspectroscopy.

6. FIBERINC

CONCLUSIONS:

The possibility that ### originated from ### could neither be confirmed nor eliminated.

RESULTS:

The ### (item x) was examined for the purpose of determining whether or not there are any fibers present that are consistent with ### (item y).

The composition of ### includes ###.

Examination and comparison of questioned fibers removed from ### with known fibers of ### reveals both similarities and dissimilarities such that no meaningful conclusion can be drawn.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually, by stereo microscopy, brightfield/polarized light comparison microscopy, fluorescence microscopy, microspectrophotometry, thermal microscopy and Fourier transform infrared microspectroscopy.

7. FAB

CONCLUSIONS:

originated from ### or another source of textile material possessing the same distinct characteristics.

did not originate from ###.

RESULTS:

The ### (item x) was examined for the purpose of determining whether or not it is consistent with the known fabric in (item y).

Examination of item x reveals the presence of a piece of knit/woven/non-woven fabric composed of ###.

Examination and comparison of ### with ### reveals they are consistent / inconsistent in construction and fiber composition. It is therefore concluded ### originated / did not originate from ### or another source of textile material possessing the same distinct characteristics.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually, by stereo microscopy, comparison microscopy, fluorescence microscopy, microspectrophotometry, thermal microscopy and Fourier transform infrared microspectroscopy.

8. FABIMP

CONCLUSIONS:

was / not / possibly produced by ###.

RESULTS:

Questioned impressions ### were examined for the purpose of determining whether or not they could have been produced by ###.

Examination and comparison of the questioned impression ### with the knit / weave pattern of ### reveals/fails to reveal corresponding characteristics.

It is therefore concluded the questioned impression was / not / possibly / produced by ###.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually and by stereo microscopy.

9. FABDAM

was examined to determine what type of damage is present.

Examination of the damaged area of ### reveals it to be cut / torn / fails to reveal the cause of damage.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually and by stereo microscopy.

10. FIBERCOLOR

It should be noted that the color observed microscopically of single fibers may not be representative of the fabric color from which it originated.

11. HAIR

CONCLUSIONS:

originated from ### or someone with hair possessing the same distinct microscopic characteristics. ### hair roots will be transferred to the GBI-DOFS Forensic Biology Section for nuclear DNA analysis.

It should be noted that microscopical hair comparisons do not constitute a basis for absolute personal identification. Additional testing of nuclear or mitochondrial DNA from the hair has the potential to eliminate ### as a potential donor or increase the significance of the hair association based on microscopy alone.

cannot be associated with the known hair sample of ### and therefore will not be submitted for DNA analysis.

The possibility that ### originated from ### could neither be confirmed nor eliminated.

hair roots will be transferred to the GBI-DOFS Forensic Biology Section for nuclear DNA analysis.

RESULTS:

was examined for the purpose of determining whether or not there are any hairs present that are consistent with the known hair sample of ###.

Examination of questioned hairs removed from ### reveals the presence of animal hairs, human hairs/hair fragments unsuitable for microscopical comparison, and x hairs suitable for microscopical comparison. X of the hairs suitable for microscopical comparison are characteristic of ### and Y are characteristic of ###.

Examination and comparison of ### with the known pubic/head hair of ### reveals they are consistent in microscopic characteristics. It is therefore concluded these questioned hairs originated from ### or someone with hair possessing the same distinct microscopic characteristics.

Examination and comparison of ### with the known pubic/head hair of ### reveals they are inconsistent in microscopic characteristics. It is therefore concluded these hairs cannot be associated with the known hair sample and will not be submitted for DNA analysis.

Examination and comparison of ### with the known pubic/head hair of ### fails to reveal sufficient microscopic characteristics to formulate a meaningful conclusion / reveals both similarities and dissimilarities such that no meaningful conclusion can be drawn.

Further examination of ### from item ### reveals / fails to reveal the presence of a root suitable for nuclear DNA analysis. Therefore, this hair root will / not be transferred to the GBI-DOFS Forensic Biology Section. If the nuclear DNA test does not yield a profile, a request can be made for this hair to be submitted to the FBI laboratory for mitochondrial DNA analysis.

It should be noted that microscopical hair comparisons do not constitute a basis for absolute personal identification. Additional testing of nuclear or mitochondrial DNA from the hair has the potential to eliminate ### as a potential donor or increase the significance of the hair association based on microscopy alone.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed using stereo microscopy and comparison microscopy.

12. HAIRINV

CONCLUSIONS:

hair roots from ### will be transferred to the GBI Forensic Biology Section for nuclear DNA analysis.

RESULTS:

Questioned hairs removed from ### were examined for the purpose of providing investigative information and determining suitability for nuclear DNA analysis.

Examination of questioned hairs removed from ### reveals the presence of animal hairs, human hairs/hair fragments unsuitable for microscopical comparison, and x hairs suitable for microscopical comparison. X of the hairs suitable for microscopical comparison are characteristic of ### and Y are characteristic of ###.

Further examination of the questioned hairs from item ### reveals / fails to reveal the presence of a root suitable for nuclear DNA analysis. Therefore, this hair root will / not be transferred to the GBI Forensic Biology Section.

In the event a subject is developed, adequate known head/pubic hair samples may be submitted for microscopical comparison with the suitable questioned hairs noted above. An adequate known hair sample consists of a minimum of twenty-five hairs with roots intact. Known hairs may be collected utilizing a GBI-DOFS Hair Evidence Collection Kit or an equivalent method.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed using stereo microscopy and transmitted light microscopy.

13. HAIRSUIT

CONCLUSIONS:

hairs characteristic of head/pubic hair from ### are suitable for microscopical comparison.

RESULTS:

was examined for the purpose of determining whether or not there are any human hairs present that are suitable for microscopical comparison.

Examination of ### reveals the presence of animal hairs, hairs/hair fragments unsuitable for microscopical comparison, and x hairs suitable for microscopical comparison. X of the hairs suitable for microscopical comparison are characteristic of ### and Y are characteristic of ###.

Upon submission of an adequate known head/pubic hair sample of the victim / subject, a comparative analysis will be performed. An adequate known hair sample consists of a minimum of twenty-five hairs with roots intact. Known hairs may be collected utilizing a GBI-DOFS Hair Evidence Collection Kit or an equivalent method.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed using stereo microscopy and transmitted light microscopy.

14. FAB

CONCLUSIONS:

originated from ### or another source of textile material possessing the same distinct characteristics.

did not originate from ###.

RESULTS:

The ### (item x) was examined for the purpose of determining whether or not it is consistent with the known fabric of ### (item y).

Examination of the ### (item x) reveals the presence of a piece of knit/woven/non-woven fabric composed of ###.

Examination and comparison of ### with ### reveals they are consistent / inconsistent in construction. Further examination and comparison of fibers composing the fabric from ### with fibers composing the ### reveals they are consistent in microscopic, optical, and chemical characteristics. It is therefore concluded ### originated / did not originate from ### or another source of textile material possessing the same distinct characteristics.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually, by stereo microscopy, brightfield/polarized light comparison microscopy, fluorescence microscopy, microspectrophotometry, and Fourier transform infrared microspectroscopy.

15. FABDAM

was examined to determine what type of damage is present.

Examination of ### reveals (describe where damage is). Further examination of the damaged area reveals it is characteristic of having been cut / torn / fails to reveal the cause of damage.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually and by stereo microscopy.

16. FABIMP

CONCLUSIONS:

was / not / could have been / cannot eliminate / produced by ###.

RESULTS:

Questioned impressions ### were examined for the purpose of determining whether or not they could have been produced by ###.

Examination of ### reveals the presence of ### questioned impressions located ###.

Examination and comparison of the questioned impression ### with the knit / weave pattern of ### reveals/fails to reveal corresponding characteristics. It is therefore concluded the questioned impression was / not / could have been / cannot eliminate / produced by ###

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually and by stereo microscopy.

17. FractureMatchPOS

CONCLUSIONS:

Item xx originated from and was at one time a part of item yy.

RESULTS:

Items xxx and yyyy were examined for the purpose of determining whether or not they were at one time a single item.

Examination and comparison of xxx and yyy revealed corresponding fracture/tear/cut contours and surface detail. It is therefore concluded that item xx originated from and was at one time a part of item yy.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually and by stereo microscopy.

18. FMNEG

CONCLUSIONS:

It cannot be concluded Items xxx and yyy were at one time a single item.

RESULTS:

Items xxx and yyyy were examined for the purpose of determining whether or not they were at one time a single item.

Examination and comparison of the xxx with yyy reveals no association by fracture comparison, and it cannot be concluded they were at one time a single item.

These items are similar in appearance and are suitable for a compositional comparison that will be the subject of a separate report.

These items are similar in appearance and are suitable for a compositional comparison that can be performed upon request.

These items are similar in appearance and are suitable for compositional comparison; however, (class of material) comparisons are not currently performed by the GBI-Division of Forensic Sciences.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually and by stereo microscopy.

19. FMDISCLASS

CONCLUSIONS:

Item xxx did not originate from item yyyy.

RESULTS:

Items xxx and yyyy were examined for the purpose of determining whether or not they were at one time a single item.

Visual examination of items xxx and yyy reveals they are dissimilar in (single class char.). Therefore, it is concluded that item xxx did not originate from item yyy.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually and by stereo microscopy.

20. PAINTNOSUS

CONCLUSIONS:

Your search for a suspect vehicle should be concentrated on, but not limited to the following vehicles which are (or were at the time of the incident) xxx in color:

xxxxxx

yyyyyy

The paint recovered is typical of an automotive refinish paint and can provide no meaningful vehicle make or model information.

No paint was found that could provide potential hit and run vehicle information.

RESULTS:

The clothing (item x) and the debris recovered from it were examined for the presence of transferred automotive paint in an attempt to determine the possible color, make and model, and year of the vehicle that struck the victim. Such determinations are most conclusive when the paint transfer from the striking vehicle consists of paint fragments having a layer structure representative of the entire original finish paint layer system. This would include all finish coats and primers applied to the vehicle at the time of manufacture.

Examination of the clothing (item x-y) revealed a smear of abraded (color, type) paint on the (area of the item). Automotive paint found in a smeared or fused condition is indicative of forceful contact with a motor

vehicle.

Examination of the debris recovered from the clothing (item x-y) revealed several fragments of paint having the following layer structure or variations thereof:

1. Colorless clearcoat
2. Light / Medium / Dark (color) basecoat (with effect pigment)
3. Light / Medium / Dark (color) primer

This paint exhibits characteristics typical of an original automotive finish. A search of reference files indicates the questioned paint recovered from the victim's clothing is most like that used on the following vehicles:

xxxxxx

yyyyyy

Your search for a suspect vehicle should be concentrated on, but not limited to the above listed vehicles which are (or were at the time of the incident) xxx in color.

This paint is typical of an automotive refinish paint and can provide no meaningful vehicle make or model information.

It should be noted that without a corresponding paint smear on the clothing, it cannot be said with absolute certainty that these paint fragments did originate from the striking vehicle.

It should be noted that it is not uncommon for extraneous paint fragments to be recovered from the clothing of victims of vehicular impact.

In the event a suspect vehicle is acquired, please submit paint standards

from each and every damaged area/panel of the vehicle for comparison with this questioned paint.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually, by stereo microscopy and Fourier transform infrared microspectroscopy.

21. PTQK

CONCLUSIONS:

The questioned paint recovered from xxxx (item x) did not originate from the area/panel of the vehicle represented by item y.

The possibility that x originated from y could neither be confirmed nor eliminated.

The xxx (item x) cannot be eliminated as a possible source of the questioned paint recovered from yyyy (item y).

The questioned paint recovered from xxxx (item x) is like the known paint on the yyy (item y) and could have originated from the yyyy (item y).

The questioned paint recovered from xxxx (item x) is the same distinct type of paint as the known paint on the yyy (item y) and originated either from that source or another source of automotive paint having the same distinct characteristics.

The questioned paint recovered from xxxx (item x) is the same distinct type of paint as the known paint on the yyy (item y) and originated either from that source or another source of automotive paint having the same distinct characteristics. The latter possibility is considered unlikely.

RESULTS:

The victim's clothing (items x-y) was examined for the purpose of determining whether or not there is any paint present like that on the (year/make/model suspect vehicle).

The paint standard from the (year / make / model) has the following layer structure (or variations thereof):

1. Colorless clearcoat
2. Light / Medium / Dark (color) basecoat (with effect pigment)
3. Light / Medium / Dark (color) primer

This paint exhibits characteristics typical of an (original) automotive (finish / refinish) and was used for comparison with questioned paint recovered from xxx (item x).

The questioned paint recovered from the xxx (item x) has the following layer structure (or variations thereof):

1. Colorless clearcoat
2. Light / Medium / Dark (color) (with effect pigment)
3. Light / Medium / Dark (color) primer

Examination and comparison of the questioned paint (item y) with item x revealed they are dissimilar with respect to (layer structure, layer colors, layer textures, microchemical reactivities, binder characteristics, general binder types or pigment characteristics).

It is therefore concluded that the questioned paint recovered from the yyy did not originate from the area/panel of the vehicle represented by item x.

* However, it should be noted that it is not uncommon for vehicles to have different paint systems on different body panels of the same vehicle

or even different areas of the same body panel. Considering the striking correspondence of the characteristics exhibited by the bottom four layers of paint in the items x and y samples, it is requested that additional standard samples be taken from every damaged panel/area on the subject's vehicle and submitted to the laboratory for further comparisons with the paint fragments recovered from the victim's clothing (item y).

****However,** it should be noted that it is not uncommon for vehicles to have different paint systems on different body panels of the same vehicle or even different areas of the same body panel. Considering the striking correspondence of the characteristics exhibited by the top/bottom xx layers of paint in the items x and y samples, it is not possible to absolutely eliminate the suspect vehicle as a potential source of the paint recovered from the victim's garments without the aid of additional standard samples.

Examination and comparison of the questioned paint (item y) with item x revealed both similarities and dissimilarities such that no meaningful conclusion could be drawn.

The questioned paint recovered from the xxx (item x) consists of a smear of xxx.

Examination and comparison of the questioned paint (item x) with item y revealed they are consistent/similar in (color, general binder type, etc.). Due to the limited quantity and abraded nature of the questioned sample, limited comparisons were performed.

It is therefore concluded that the xxx (item x) cannot be eliminated as a possible source of the questioned paint recovered from yyyy (item y).

The questioned paint recovered from the xxx (item x) has the same layer structure as the known paint from the yyy (item y).

Examination and comparison of the questioned paint (item x) with item y revealed they are alike with respect to layer structure, layer colors, layer textures, microchemical reactivities, binder characteristics, and pigment characteristics.

It is therefore concluded that the questioned paint (item y) recovered from the yyy could have originated from this (year/make/model).

The questioned paint recovered from the xxx (item x) has the same layer structure as the known paint from the yyy (item y).

Examination and comparison of the questioned paint (item x) with item y revealed they are alike with respect to layer structure, layer colors, layer textures, microchemical reactivities, binder characteristics, and pigment characteristics.

It is therefore concluded that the questioned paint recovered from the victim's clothing (item x) is the same distinct type of paint as that on the year/make/model (item y) and either originated either from that vehicle, or from another source of automotive paint having the same distinct characteristics.

The questioned paint recovered from the xxx (item x) has the same layer structure as the known paint from the yyy (item y).

Examination and comparison of the questioned paint (item x) with item y revealed they are alike with respect to layer structure, layer colors, layer textures, microchemical reactivities, binder characteristics, and pigment characteristics.

It is therefore concluded that the questioned paint recovered from the victim's clothing (item x) is the same distinct type of paint as that on the year/make/model (item y) and originated either from that vehicle, or from another source of automotive paint having the same distinct characteristics. The latter possibility is considered unlikely.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually, by stereo microscopy, brightfield/polarized light comparison microscopy, microchemical tests, Fourier transform infrared microspectroscopy, pyrolysis gas chromatography/mass spectrometry, scanning electron microscopy/energy dispersive x-ray analysis and x-ray fluorescence spectroscopy.

22. TOOLMRK

Questioned (material) has been recovered from the (tool) (Item x) and is being preserved for future examination. At this time, no examinations have been performed on the recovered material. The (tool) will be transferred to the Firearms Section of the laboratory for a toolmark examination. If the (type) examination is still necessary after the toolmark examination has been concluded, please call the undersigned analyst to request its completion.

METHODS OF ANALYSIS:

Examinations were performed visually and by stereo microscopy.

23. LARGE GSR

CONCLUSIONS:

Examination of item xxx revealed the presence of particles characteristic of gunshot primer residue (GSR). This supports the possibility that the individual discharged a firearm, was in close proximity to a firearm upon discharge, or came into contact with an item whose surface bears GSR. The examination itself cannot determine the relative likelihood of these listed circumstances.

RESULTS:

Item xxx was examined for the presence of particles characteristic of GSR. Particles that are characteristic of GSR are single, discrete, microscopic particles, molten in morphology, that contain the elements lead, barium, and antimony. Such particles are residue from a detonated primer of a discharged firearm.

Examination of item xxx revealed x particles characteristic of GSR.

METHODS OF ANALYSIS:

Item xxx was examined by scanning electron microscopy/energy dispersive x-ray spectroscopy (SEM/EDS) and analyzed for elemental composition and particle morphology.

24. SMALL GSR

CONCLUSIONS:

Examination of item xxx revealed one/two particles characteristic of gunshot primer residue (GSR). This supports the possibility that the individual discharged a firearm, was in close proximity to a firearm upon discharge, or came into contact with an item whose surface bears GSR. The forensic significance of this small quantity of GSR may be limited.

RESULTS:

Item xxx was examined for the presence of particles characteristic of GSR. Particles that are characteristic of GSR are single, discrete, microscopic particles, molten in morphology, that contain the elements lead, barium, and antimony. Such particles are residue from a detonated primer of a discharged firearm.

Examination of item xxx revealed x particles characteristic of GSR.

Detection of a small quantity of particles characteristic of GSR on an individual's hands may result when a larger portion of the GSR initially deposited was removed from the hands prior to sampling or when the hands were exposed to a source with limited amounts of GSR available for transfer.

METHODS OF ANALYSIS:

Item xxx was examined by scanning electron microscopy/energy dispersive x-ray spectroscopy (SEM/EDS) and analyzed for elemental composition and particle morphology.

25. NOGSR

CONCLUSIONS:

Examination of item xxx failed to reveal particles characteristic of gunshot primer residue (GSR). The absence of GSR on the hands is consistent with the following:

- the individual did not discharge a firearm
- the individual was not in close proximity to a firearm during discharge
- the individual did not contact a surface bearing GSR
- the discharged ammunition did not produce particles characteristic of GSR
- any GSR deposited on the hands was lost prior to sampling due to an excessive time interval between firearm discharge and collection, washing of hands, and/or other routine activities

RESULTS:

Item xxx was examined for the presence of particles characteristic of GSR. Particles that are characteristic of GSR are single, discrete, microscopic particles, molten in morphology, that contain the elements lead, barium, and antimony. Such particles are residue from a detonated primer of a discharged firearm.

Examination of item xxx failed to reveal particles characteristic of GSR.

METHODS OF ANALYSIS:

Item xxx was examined by scanning electron microscopy/energy dispersive x-ray spectroscopy (SEM/EDS) and analyzed for elemental composition and particle morphology.

26. GSR CLOTHING

It should be noted that difficulty in determining the persistence of GSR on surfaces other than hands precludes the association of any GSR found to a specific incident.

Items XXX-XXX were received by the laboratory within the same package. It is possible that the GSR found was transferred from one item to another within that package.

27. GSRVICTIM

It should be noted that it is possible for victims of gunshot wounds, both self-inflicted and non self-inflicted, to have GSR present on their hands.

참고문헌

Public mortuary

- [1] J.L. Prieto, C. Tortosa, A. Bedate, L. Segura, J.M. Abenza, M.C. Mariscal de Gante, J. Conejero, C. Magana, B. Perea, The 11 March 2004 Madrid terrorist attacks: the importance of the mortuary organisation for identification of victims. A critical review, *Int. J. Legal Med.* 121 (2007) 517–522.
- [2] N. Roy, The Asian Tsunami PAHO disaster guidelines in action in India, *Prehosp. Disaster Med.* 21 (2006) 310–315.
- [3] O.W. Morgan, P. Sribanditmongkol, C. Perera, Y. Sulasmi, D. Van Alphen, E. Sondorp, Mass fatality management following the South Asian tsunami disaster: case studies in Thailand, Indonesia, and Sri Lanka, *PLoS Med.* 3 (2006) e195.
- [4] M.H. Labovich, J.B. Duke, K.M. Ingwersen, D.B. Roath, Management of a multinational mass fatality incident in Kaprun Austria: a forensic medical perspective, *Mil. Med.* 168 (2003) 19–23.
- [5] R. Ford, T.F. Maher, Civil Defense Agency plans for the provision of mortuary service in large-scale disaster, *N. Engl. J. Med.* 253 (1955) 1044–1046.
- [6] Pan American Health Organization, Management of dead bodies after disasters: a field manual for first responders, in: O. Morgan, M.

Tidball-Binz, D. van Alphen (Eds.), Pan American Health Organization, Washington, DC, 2006.

[7] W.A. Neep, Procedures used by the US Army to ensure proper identification of the Vietnam war dead and their acceptance by the next-of-kin, in: T.D. Stewart (Ed.), Personal Identification in Mass Disasters, Smithsonian Institution, Washington, DC, 1970.

[8] INTERPOL, Disaster Victim Identification Guide, <http://www.interpol.int/Public/DisasterVictim/Guide.asp>, 2009.

[9] R.P. Rohan, M. Hettiarachchi, M. Vidanapathirana, S. Perera, Management of dead and missing: aftermath tsunami in Galle, Leg. Med. (Tokyo) 11 (Suppl. 1) (2009) S86–88.

[10] R.W. Byard, C. Cooke, J. Leditschke, Practical issues involved in setting up temporary mortuaries after mass disasters, Forensic Sci. Med. Pathol. 2 (2006) 59–61.

[11] Services Department of Human, January 2009 Heatwave in Victoria: An Assessment of Health Impacts, Victorian Government, Melbourne, 2009, p. 24.

[12] Victorian Workcover Authority, Code of Practice for Manual Handling, Victorian Government, April 2000, p. 14.

[13] H.G. De Cauwer, L.J. Mortelmans, V. d'Orio, Are Belgian hospitals prepared for an H5N1-pandemic Eur. J. Emerg. Med. 14 (2007) 204–206.

[14] D. Ranson, Coroners' autopsies: quality concerns in the United Kingdom, J. Law Med. 14 (2007) 315–318.

[15] S.I. Kvaal, Collection of post mortem data DVI protocols and

quality assurance, Forensic Sci. Int. 159 (Suppl. 1) (2006) S12–14.

Trace Evidence

[1] Dictionary of Science and Technology, Academic Press, 1992.

[2] Quadrapol Project, Unpublished Report, ENFSI.

[3] O. Ribaux, A. Baylon, C. Roux, O. Delémont, E. Lock, C. Zingg, P. Margot, Intelligence-led crime scene processing. Part I: forensic intelligence, Forensic Science International 195 (2010) 10–16.

[4] Royal Commission Report Concerning the Conviction of Edward Charles Splatt, Gov. Printer, South Australia, 1984.

[5] The Commission on Proceedings Involving Guy Paul Morin, Ontario Ministry of the Attorney General, 1998.

[6] J. Robertson, Botanical and Soil Evidence at the Crime Scene, in: J. Horswell (Ed.), The Practice of Crime Scene Investigation, CRC Press, 2004, Chapter 17, 317–346.

[7] J. Robertson, C. Roux, From Crime Scene to the Laboratory, Transfer, Persistence and Recovery of Fibres, in: J. Robertson, M. Grieve (Eds.), Forensic Examination of Fibres 2nd Ed, 1999, Chapter 5.1, 89–134.

[8] J. Robertson, XM. De Gamoa, The Transfer of Carpet Fibres to Footwear, Proc. Of the 10th International Assoc. of Forensic Sci., Oxford, 1984.

[9] C. Roux, S. Langdon, D. Waight, J. Robertson, The transfer and persistence of automotive carpet fibres on shoe soles, Science and Justice 39 (1999) 239–251.

- [10] B. Caddy, G.R. Taylor, M.J. Linacre, A Review of the Science of Low Template DNA Analysis, Office of the Forensic Regulator, 2008.
- [11] Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward, National Academy of Sciences, 2009.
- [12] C. Champod, C. Lennard, P. Margot, M. Stoilovic, Fingerprints and Other Ridge Skin Impressions, CRC Press, 2004.
- [13] J. Robertson, Forensic and Microscopic Examination of Human Hair, in: J. Robertson (Ed.), Forensic Examination of Hair, Taylor & Francis, 1999, Chapter 2, 79–154.
- [14] Commission of inquiry into certain aspects of the trial and conviction of James Driskell, Inquiry Proceedings, 2006.
- [15] M. Houck, B. Budowle, Correlation of microscopic and mitochondrial DNA hair comparisons, Journal of Forensic Science 47 (2002) 1–4.
- [16] J. Butler, Debunking some urban legends surrounding validation within the forensic DNA community, Promega Profiles in DNA (2006) 3–6.

Gunshot Residue

- [1] J.S. Wallace, Chemical Analysis of Firearms, Ammunition, and Gunshot Residue, CRC Press, Boca Raton, FL, 2008.
- [2] O. Dalby, D. Butler, J.W. Birkett, Analysis of gunshot residue and associated materials – a review, J. For. Sci. 55 (2010) 924–943.
- [3] H. Meng, B. Caddy, Gunshot residue analysis – a review, J. For. Sci. 42 (1997) 553–570.

- [4] E. Bernal, A.L. Morales, Revilla Vázquez, Simultaneous determination of inorganic and organic gunshot residues by capillary electrophoresis, J. Chromatogr. A 1061 (2004) 225–233.
- [5] E. Goudsmits, G.P. Sharples, J.W. Birkett, Recent trends in organic gunshot residue analysis, TrAC Trend. Anal. Chem. 74 (2015) 46–57.
- [6] K.H. Chang, P.T. Jayaprakash, C.H. Yew, A.F.L. Abdullah, Gunshot residue analysis and its evidential values: a review, Australian J. For. Sci. 45 (2013) 3–23.
- [7] G.M. Wolten, Nesbitt, R.S., Calloway, A.R., Loper, G.L., Jones, P.F., Final Report on Particle Analysis for Gunshot Residue Detection. The Aerospace Corporation, 1977.
- [8] A. International, Standard Practice for Gunshot Residue Analysis by Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-ray Spectrometry, 2017.
- [9] L. Lagoo, L.S. Schaeffer, D.W. Szymanski, R.W. Smith, Detection of gunshot residue in blowfly larvae and decomposing porcine tissue using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS), J. For. Sci. 55 (2010) 624–632.
- [10] A. Zeichner, Recent developments in methods of chemical analysis in investigations of firearm-related events, Anal. Biochem. Chem. 376 (2003) 1178–1191.
- [11] R.S. Maloney, J.I. Thornton, Color tests for diphenylamine stabilizer and related compounds in smokeless gunpowder, 1982, pp. 318.
- [12] F. Saverio Romolo, P. Margot, Identification of gunshot residue:

a critical review, *For. Sci. Int.* 119 (2001) 195–211.

[13] K. Grebber, J.V. Karabinos, A study of the diphenylamine test for aliphatic nitrocompounds, *J. Res. Nat. Bur. Stand* 49 (1952) 163–166.

[14] E. Jungreis, *Forensic Applications of Spot Test Analysis*, John Wiley & Sons, Inc. Canada, 1997, pp 79–110.

[15] P.V. Mosher, M.J. McVicar, E.D. Randall, E.H. Slid, Gunshot residue-similar particles produced by fireworks, *J. Can. Soc. For. Sci.* 31 (1998) 157–168.

[16] C. Torre, G. Mattutino, V. Vasino, C. Robino, Brake linings: a source of non-GSR particles containing lead, barium, and antimony, *J. For. Sci.* 47 (2002) 494–504.

[17] M. Bartsch, H. Kobus, K. Wainwright, An update on the use of the sodium rhodizonate test for the detection of lead originating from firearm discharges, *J. For. Sci.* 41 (1996) 1046–1051.

[18] J.A. Bailey, R.S. Casanova, K. Bufkin, A method for enhancing gunshot residue patterns on dark and multicolored fabrics compared with the modified Griess test, *J. For. Sci.* 51 (2006) 812–814.

[19] SWGGUN, *Guidelines for Gunshot Residue Distance Determinations*, 2013. pp 1–8.

[20] M. Terry, B. Fookes, C. Bridge, Determining the effect of cartridge case coatings on GSR using post-fire priming cup residue, *For. Sci. Int.* 276 (2017) 51–63.

[21] F. Feigl, *Detection of Characteristic Functional Groups in Organic Compounds*, in *Spot Tests in Organic Chemistry*, Elsevier, New York, 1966, pp. 179–180.

[22] F. Feigl, *Detection of Characteristic Functional Groups in Organic Compounds*, in *Spot Tests in Organic Chemistry*, Elsevier, New York, 1966, pp. 186–187.

[23] Department of the Army, *Military Explosives in: Department of the Army Technical Manual*, Headquarters of Department of the Army, 1984, pp. 79.

[24] Online Smokeless Powders Database [Internet]. National Center for Forensic Science, University of Central Florida.

[25] *Forensic Science, an Introduction to Scientific and Investigative Techniques*, 2nd., CRC Press, Boca Rotan, FL, 2005.

[26] C.L. Sanchez, *Evaluation of the Scent Collection System for Its Effectiveness in Volatile Organic Compound Collection and Use in Canine Training*. Florida International University, FIU Electronic Theses and Dissertations, 2014.

[27] E.J. Olson, W.C. Isley III, J.E. Brennan, C.J. Cramer, P. Buhlmann, Electrochemical reduction of 2,4-dinitrotoluene in aprotic and pH buffered media, *J. Phys. Chem. C* 119 (2015) 13088–13097.

[28] Technical Fact Sheet – 2,4,6-Trinitrotoluene (TNT); US EPA, 2014.

[29] M. Gallidabino, F.S. Romolo, C. Weyermann, Characterization of volatile organic gunshot residues in fired handgun cartridges by headspace sorptive extraction, *Anal. Bioanal. Chem.* 407 (2015) 7123–7134.

[30] D.-M.K. Dennis, M.R. Williams, M.E. Sigman, Assessing the evidentiary value of smokeless powder comparisons, *For. Sci. Int.* 259 (2016) 179–187.

- [31] F. Feigl, Detection of Characteristic Functional Groups in Organic Compounds, in Spot Tests in Organic Chemistry, Elsevier, New York, 1966, pp. 383–384.
- [32] F. Feigl, Detection of Characteristic Functional Groups in Organic Compounds, in: Spot tests in organic chemistry, Elsevier, New York, 1966, p. 301.
- [33] F. Feigl, Detection of Structures and Certain Types of Organic Compounds, in: Spot tests in organic chemistry, Elsevier, New York, 1966, pp. 362–363.
- [34] E. Sawicki, T.R. Hauser, T.W. Stanley, W. Elbert, T.F. Fox, Spot Test Detection and Spectrophotometric Characterization and Determination of Carbazoles Azo Dyes, Stilbenes, and Schiff Bases, Anal. Chem. 33 (1961) 1574–1579.
- [35] F. Feigl, Detection of Characteristic Functional Groups in Organic Compounds, in: Spot tests in organic chemistry, Elsevier, New York, 1966, pp. 300–302.
- [36] R.D. Tiwari, G. Srivastava, J.P. Misra, Spot test for di- and trinitro aromatic compounds using sodium tetrahydroborate(III), Analyst 103 (1978) 651–652.
- [37] JEOL, Energy table for EDS analysis.
- [38] Bruker, Periodic Table of Elements and X-ray Energies. Bruker, 2017.
- [39] M.L. Cheatham, Analysis of Discrete Variables, SurgicalCriticalCare.net: 2008, pp. 25–29.
- [40] D.M.W. Powers, Evaluation: from precision recall and F-factor to

- ROC, informedness, markedness & correlation, J. Mach. Learn Tech. 2 (2011) 37–63.
- [41] R.A. McPherson, M.R. Pincus, Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods, 22 ed., Saunders, 2011.
- [42] T.C.J. Ovenston, A scheme for the chromatographic examination of propellant explosives, Analyst 74 (1949) 344–351.
- [43] R.S. Maloney, J.J. Thornton, Color test for diphenylamine stabilizer and related compounds in smokeless powders, J. Forensic. Sci. 27 (1982) 318–329.
- [44] D.L.H. Williams, Chapter 1 – Reagents effecting nitrosation, Elsevier Science: Amsterdam, 2004, pp. 1–34.
- [45] J.-Y. Park, Y.N. Lee, Solubility and decomposition kinetics of nitrous acid in aqueous solution, J. Phys. Chem. 92 (1988) 6294–6302.
- [46] R.V. Taudte, A. Beavis, L. Blanes, N. Cole, P. Doble, C. Roux, Detection of gunshot residues using mass spectrometry, BioMed. Res. Int. 2014 (2014) 16.

Firearm

- [1] B. Robertson, G.A. Vignaux, Interpreting Evidence: Evaluating Forensic Science in the Courtroom, John Wiley & Sons, Chichester, 1995, pp. 20–21, (219–220).
- [2] C.G.G. Aitken, F. Taroni, Statistics and the Evaluation of Evidence for Forensic Scientists, John Wiley & Sons, Chichester, 2004, pp. 105–112.
- [3] Guest Editorial, Expressing evaluative opinions: a position

statement, *Science & Justice* 51 (2011) 1–2.

[4] C.E.H. Berger, J. Buckleton, C. Champod, I.W. Evett, G. Jackson, Evidence evaluation: a response to the Court of Appeal judgment in *R v T*, *Science & Justice* 51 (2011) 43–49.

[5] Association of Firearm & Tool Mark Examiners (AFTE) Glossary, 5th ed., version 5.070207, 2007, pp. 172.

[6] I.E. Dror, D. Charlton, A.E. Peron, Contextual information renders experts vulnerable to making erroneous identifications, *Forensic Science International* 156 (2006) 74–78.

[7] I.E. Dror, D. Charlton, Why experts make errors, *Journal of Forensic Identification* 56 (2006) 600–616.

[8] Guideline on exclusions, www.swggun.org.

Blood Alcohol

[1] Albalade, D. (2008). Lowering blood alcohol content levels to save lives: The European experience. *Journal of Policy Analysis and Management*, 27(1), 20–39.

[2] Bartl, G., & Esberger, R. (2000). Effects of lowering the legal BAC limit in Austria. In H. Laurell, & F. Schlyter (Eds.), *Proceedings of the 15th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety-T2000*. Stockholm Sweden: International Council on Alcohol, Drugs, and Traffic Safety.

[3] Beck, K. H. (2009). Lessons learned from evaluating Maryland's anti-drunk driving campaign: Assessing the evidence for cognitive, behavioral, and public health impact. *Health Promotion Practice*,

10(3), 370–377.

[4] Beirness, D. J., Simpson, H. M., Mayhew, D. R., & Pak, A. (2001). *Road safety monitor: Drinking and driving*. Ottawa, Canada: Traffic Injury Research Foundation.

[5] Bergen, G., Pitan, A., Qu, S., Shults, R. A., Chattopadhyay, S. K., Elder, R. W., Community Preventive Services Task Force (2014). Publicized sobriety checkpoint programs: A community guide systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*, 46(5), 529–539.

[6] Carlson, D. K. (2005). How many teens say they've driven drunk. URL: Washington, DC:Gallup.

[7] Centers for Disease Control and Prevention (2013). *Behavioral Risk Factor Surveillance System*.

[8] Clapp, J., Johnson, M., Voas, R., Lange, J., Shillington, A., & Russell, C. (2005). Reducing DUI among U.S. college students: Results of an environmental prevention trial. *Addiction*, 100(3), 327–334.

[9] Drew, L., Royal, D., Moulton, B., Peterson, A., & Haddix, D. (2010). Volume III, methodology report, *National Survey of Drinking and Driving Attitudes and Behaviors: 2008*. Report no. DOT HS 811-344. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

[10] Elder, R. W., Shults, R. A., Sleet, D. A., Nichols, J. L., Thompson, R. S., Rajab, W., & Task Force on Community Preventive Services (2004). Effectiveness of mass media campaigns for reducing drinking and driving and alcohol-involved crashes: A systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*, 27(1), 57–65.

- [11] Federal Highway Administration (2013). Distribution of licensed drivers — 2011, by sex and percentage in each age group and relation to population. Washington DC: Federal Highway Administration.
- [12] Fell, J. C., & Voas, R. B. (2006). The effectiveness of reducing illegal blood alcohol concentration (BAC) limits for driving: Evidence for lowering the limit to .05 BAC. *Journal of Safety Research*, 37, 233–243.
- [13] Greenfield, T. K., & Rodgers, J. D. (1999). Alcoholic beverage choice, risk perception and self-reported drunk driving: Effects of measurement on risk analysis. *Addiction*, 94 (11), 1735–1743.
- [14] Henstridge, J., Homel, R., & Mackay, P. (1995). The long-term effects of random breath testing in Adelaide. In C. N. Kloeden, & A. J. McLean (Eds.), *Proceedings of the 13th International Conference on Alcohol, Drugs, and Traffic Safety: T95*. Adelaide, Australia: International Council of Alcohol, Drugs, and Traffic Safety.
- [15] Hingson, R., Heeren, T., & Winter, M. (1996). Lowering state legal blood alcohol limits to 0.08%: The effect on fatal motor vehicle crashes. *American Journal of Public Health*, 9, 1297–1299.
- [16] Howat, P., Sleet, D. A., & Smith, D. I. (1991). Alcohol and driving: Is the 0.05% blood alcohol concentration limit justified? *Drug and Alcohol Review*, 10, 151–166.
- [17] Insurance Institute for Highway Safety (2012). DUI/DWI Laws. URL: <http://www.iihs.org/laws/dui.aspx>, Accessed date: April 2012.
- [18] Jewett, A., Shults, R. A., Banerjee, T., & Bergen, G. I. (2015).

- Alcohol-impaired driving among adults — United States, 2012. *Monthly Morbidity and Mortality Weekly*, 64(30), 814–817.
- [19] Lacey, J. H., Ferguson, S. A., Kelley-Baker, T., & Rider, R. P. (2006). Low-manpower checkpoints: Can they provide effective DUI enforcement in small communities. *Traffic Injury Prevention*, 7(3), 213–218.
- [20] MADD Canada (2014). The ABCs of BACs. URL: Oakville, Ontario, Canada: MADD Canada.
https://www.madd.ca/media/docs/ABCs%20of_BACs_FINALdoc.pdf.
- [21] Mercier-Guyon, C. (1998). Lowering the BAC limit to 0.05: Results of the French experience. Paper presented at the Transportation Research Board 77th Annual Meeting. Washington, DC: TRB.
- [22] Nagata, T., Setoguchi, S., Hemenway, D., & Perry, M. J. (2007). Effectiveness of a law to reduce alcohol-impaired driving in Japan. *Injury Prevention*, 14, 19–23.
- [23] Nagelkerke, N. J. D. (1991). A note on a general definition of the coefficient of determination. *Biometrika*, 78, 691–692.
- [24] National Highway Traffic Safety Administration (1994). Computing a BAC estimate. Washington, DC: US Department of Transportation.
- [25] National Highway Traffic Safety Administration (2009). Alcohol-impaired drivers involved in fatal crashes, by gender and state, 2007–2008. Report no. DOT HS 811195. Washington, DC: US Department of Transportation.
- [26] National Highway Traffic Safety Administration (2011). Time of

day and demographic perspective of fatal alcohol-impaired-driving crashes. Report no. DOT HS 811 523. Washington, DC: US Department of Transportation.

[27] National Highway Traffic Safety Administration (2015). Traffic facts: 2014 data. Alcoholimpaired driving. Report no. DOT HS 812 231. Washington, DC: US Department of Transportation.

[28] National Highway Traffic Safety Administration (2016). 2014 motor vehicle crashes: Overview. Report no. DOT HS 812 246. Washington, DC: US Department of Transportation.

[29] Nichols, J. L., & Ross, H. L. (1990). Effectiveness of legal sanctions in dealing with drinking drivers. *Alcohol, Drugs and Driving*, 6(2), 33–60.

[30] SAMHSA, Center for Behavioral Health Statistics and Quality (2015). 2014 National Survey on Drug Use and Health: Detailed tables. Rockville, MD: Substance Abuse and Mental Health Services Administration.

[31] Shults, R. A., Elder, R. W., Sleet, D. A., Nichols, J. L., Alao, M. O., Carande-Kulis, V. G., Task Force on Community Preventive Services (2001). Reviews of evidence regarding interventions to reduce alcohol-impaired driving. *American Journal of Preventive Medicine*, 21, 66–88.

[32] Sleet, D. A., Howat, P., Elder, R., Maycock, B., Baldwin, G., & Shults, R. (2009). Interventions to reduce impaired driving and traffic injury. In J. C. Verster, S. R. Pandi-Perumal, J. G. Rameekers, & J. J. de Gier (Eds.), *Drugs, driving, and traffic safety*. Switzerland:

Birkhauser Verlag.

[33] Smith, D. L. (1988). Effect on traffic safety of introducing a 0.05% blood alcohol level in Queensland, Australia. *Medicine, Science, and the Law*, 28(2), 165–170.

[34] Sullivan, G. M., & Artino, A. R., Jr. (2013). Analyzing and interpreting data from Likert-type scales. *Journal of Graduate Medical Education*, 5(4), 541–542.

[35] The American Association for Public Opinion Research (2015). *Standard definitions: Final dispositions of case codes and outcome rates for surveys* (8th ed.). Lenexa, KS: AAPOR.

[36] Voas, R. B., & Fell, J. C. (2011). Preventing impaired driving: Opportunities and problems (2011). *Alcohol Research & Health*, 34(2), 1–9.

[37] World Health Organization (2015). *Global status report on road safety 2015*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

[38] Zador, P., Krawchuck, S., & Moore, B. (2001). Drinking and driving trips, stops by police, and arrests: Analyses of the 1995 National Survey of Drinking and Driving Attitudes and Behavior. Report no. DOT HS 809 814. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

[39] Zaloshnja, E., Miller, T., & Blincoe, L. (2013). Cost of alcohol-involved crashes, United States, 2010. *Annals of Advances in Automotive Medicine*, 57, 3–12.

Forensic Biology

[1] D. Taylor, J.-A. Bright, J. Buckleton, The interpretation of single source and mixed DNA profiles, *Forensic Sci. Int. Genet.* 7 (2013) 516–528.

[2] H. Haned, Forensim: an open-source initiative for the evaluation of statistical methods in forensic genetics, *Forensic Sci. Int. Genet.* 5 (2011) 265–268.

[3] K. Lohmueller, N. Rudin, Calculating the weight of evidence in low-template forensic DNA casework, *J. Forensic Sci.* 58 (2013) s234–59.

[4] C.D. Steele, D.J. Balding, Statistical evaluation of forensic DNA profile evidence, *Annu. Rev. Stat. Appl.* 1 (2014) 361–384.

[5] R. Puch-Solis, L. Rodgers, A. Mazumder, S. Pope, I. Evett, J. Curran, et al., Evaluating forensic DNA profiles using peak heights, allowing for multiple donors, allelic dropout and stutters, *Forensic Sci. Int. Genet.* 7 (2013) 555–563.

[6] D.J. Balding, J. Buckleton, Interpreting low template DNA profiles, *Forensic Sci. Int. Genet.* 4 (2009) 1–10.

[7] M.W. Perlin, M.M. Legler, C.E. Spencer, J.L. Smith, W.P. Allan, J.L. Belrose, et al., Validating TrueAlle

[8] G. Meakin, A. Jamieson, DNA transfer: review and implications for casework, *Forensic Sci. Int. Genet.* 7 (2013) 434–443.

[9] A. Lowe, C. Murray, J. Whitaker, G. Tully, P. Gill, The propensity of individuals to deposit DNA and secondary transfer of low level DNA from individuals to inert surfaces, *Forensic Sci. Int.* 129 (2002) 25–34.

[10] R.A. Van Oorschot, M. Jones, DNA fingerprints from fingerprints, *Nature* 387 (1997) 767.

[11] E.A.M. Graham, G.N. Ratty, Investigation into normal background DNA on adult necks: implications for DNA profiling of manual strangulation victims, *J. Forensic Sci.* 53 (2008) 1074–1082.

[12] M. Phipps, S. Petricevic, The tendency of individuals to transfer DNA to handled items, *Forensic Sci. Int.* 168 (2007) 162–168.

[13] I. Quinones, B. Daniel, Cell free DNA as a component of forensic evidence recovered from touched surfaces, *Forensic Sci. Int. Genet.* 6 (2012) 26–30.

[14] M. Goray, A.H. Roland van Oorschot, The complexities of DNA transfer during a social setting, *Legal Med.* 17 (2015) 82–91.

[15] M. Plummer, JAGS, Bayesian graphical models using MCMC, 2012.

[16] D. Taylor, Using continuous DNA interpretation methods to revisit likelihood ratio behaviour, *Forensic Sci. Int. Genet.* 11 (2014) 144–153.

[17] R.K. Farman, R. Jaghø, P. Cortez, E.S. Frøyland, Assessment of individual shedder status and implication for secondary transfer, *Forensic Sci. Int. Genet.* 1 (2008) 415–417.

[18] A. Kloosterman, M. Sjerps, A. Quak, Error rates in forensic DNA analysis: definition, numbers, impact and communication, *Forensic Sci. Int. Genet.* 12 (2014) 77–85.

[1] A. Negrusz, G. Cooper, Clarke's Analytical Forensic Toxicology, Pharmaceutical Press, London, UK, 2013.

[2] M.S. Chang, Q. Ji, J. Zhang, T.A. El-Shourbagy, Historical review of sample preparation for chromatographic bioanalysis: pros and cons, *Drug Dev. Res.* 68 (2007) 107e133. <https://doi.org/10.1002/ddr.20173>.

[3] C.E.D. Nazario, B.H. Fumes, M.R. da Silva, F.M. Lanças, New materials for sample preparation techniques in bioanalysis, *J. Chromatogr. B* 1043 (2017) 81e95.

[4] F.T. Peters, D. Remane, Aspects of matrix effects in applications of liquid chromatography-mass spectrometry to forensic and clinical toxicology-a review, *Anal. Bioanal. Chem.* 403 (2012) 2155e2172.

[5] O.H. Drummer, Postmortem toxicology of drugs of abuse, *Forensic Sci. Int.* 142 (2004) 101e113.

[6] A. Medvedovici, E. Bacalum, V. David, Sample preparation for large scale bioanalytical studies based on liquid chromatographic techniques, *Biomed. Chromatogr.* 32 (2018) e4137.

[7] C.L. Arthur, J. Pawliszyn, Solid phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers, *Anal. Chem.* 62 (1990) 2145e2148.

[8] O. Filippou, D. Bitas, V. Samanidou, Green approaches in sample preparation of bioanalytical samples prior to chromatographic analysis, *J. Chromatogr. B Anal. Technol. Biomed. Life Sci.* 1043 (2017) 44e62.

[9] R. Rogers, K. Seddon, Chemistry. Ionic liquids-solvents of the future? *Sci. N. Y.* 302 (2003) 792e793.

[10] F. Pena-Pereira, J. Namiesnik, Ionic liquids and deep eutectic mixtures: sustainable solvents for extraction processes, *ChemSusChem* 7 (2014) 1784e1800.

[11] C.F. Poole, Chromatographic and spectroscopic methods for the determination of solvent properties of room temperature ionic liquids, *J. Chromatogr. A* 1037 (2004) 49e82.

[12] R.L. Vekariya, A review of ionic liquids: applications towards catalytic organic transformations, *J. Mol. Liq.* 227 (2017) 40.

[13] J.H. Davis, Task-specific ionic liquids, *Chem. Lett.* 33 (2004) 1072e1077.

[14] F.D. Dick, Solvent neurotoxicity, *Occup. Environ. Med.* 63 (2006) 221e226.

[15] K. Grodowska, A. Parczewski, Organic solvents in the pharmaceutical industry, *Acta Pol. Pharm.* 67 (2010) 3e12.

[16] M. Vian, C. Breil, L. Vernes, E. Chaabani, F. Chemat, Green solvents for sample preparation in analytical chemistry, *Curr. Opin. Green Sustain. Chem.* 5 (2017) 44e48.

[17] C. Capello, U. Fischer, K. Hungerbühler, What is a green solvent? A comprehensive framework for the environmental assessment of solvents, *Green Chem.* 9 (2007) 927.

[18] N. Sanni Babu, S.M. Reddy, Impact of solvents leading to environmental pollution, *J. Chem. Pharmaceut. Sci.* 3 (2014) 974e2115.

[19] J.S. Wilkes, Molten Salts and Ionic Liquids dare They Not be the Same Thing?, in: *ECS Trans.*, 2007, pp. 3e7.

[20] J.S. Wilkes, A short history of ionic liquids from molten salts to

neoteric solvents, *Green Chem.* 4 (2002) 73e80.

[21] I. Krossing, J.M. Slattery, C. Daguenet, P.J. Dyson, A. Oleinikova, H. Weingartner, Why are ionic liquids liquid? A simple explanation based on lattice and solvation energies, *J. Am. Chem. Soc.* 128 (2006) 13427e13434.

[22] M. Koel, *Analytical Applications of Ionic Liquids*, World Scientific Publishing Europe, London, UK, 2016. <https://doi.org/10.1142/q0021>.

[23] G. Wypych, *Handbook of Solvents - Use, Health, and Environment*, 2nd ed., ChemTec Publishing, Toronto, Canada, 2014.

[24] D.A. Dolan, D.A. Sherman, R. Atkin, G.G. Warr, Kamletetaft solvation parameters of solvate ionic liquids, *ChemPhysChem* 17 (2016) 3096e3101. <https://doi.org/10.1002/cphc.201600361>.

[25] N. V. Plechkova, K.R. Seddon, Applications of ionic liquids in the chemical industry, *Chem. Soc. Rev.* 37 (2008) 123e150.

[26] K.D. Clark, M.N. Emaus, M. Varona, A.N. Bowers, J.L. Anderson, Ionic liquids: solvents and sorbents in sample preparation, *J. Separ. Sci.* 41 (2018) 209e235.

[27] L.B. Escudero, A. Castro Grijalba, E.M. Martinis, R.G. Wuilloud, Bioanalytical separation and preconcentration using ionic liquids, *Anal. Bioanal. Chem.* 405 (2013) 7597e7613.

[28] A. Berthod, M.J. Ruiz-Angel, S. Carda-Broch, Recent advances on ionic liquid uses in separation techniques, *J. Chromatogr. A* 1559 (2018 Jul 20) 2e16.

[29] M. Cvjetko Bubalo, S. Vidovic, I. Radojic Redovnikovic, S. Jokic, Green solvents for green technologies, *J. Chem. Technol. Biotechnol.*

90 (2015) 1631e1639.

[30] Z.S. Qureshi, K.M. Deshmukh, B.M. Bhanage, Applications of ionic liquids in organic synthesis and catalysis, *Clean Technol. Environ. Pol.* 16 (2014) 1487e1513.

[31] H. Zhao, Innovative applications of ionic liquids as "Green" engineering liquids, *Chem. Eng. Commun.* 193 (2006) 1660e1677.

[32] M. Smiglak, J.M. Pringle, X. Lu, L. Han, S. Zhang, H. Gao, D.R. MacFarlane, R.D. Rogers, Ionic liquids for energy, materials, and medicine, *Chem. Commun.* 50 (2014) 9228e9250.

[33] K.S. Egorova, E.G. Gordeev, V.P. Ananikov, Biological activity of ionic liquids and their application in pharmaceuticals and medicine, *Chem. Rev.* 117 (2017) 7132e7189.

[34] A.R. Dias, J. Costa-Rodrigues, M.H. Fernandes, R. Ferraz, C. Prudencio, The anticancer potential of ionic liquids, *ChemMedChem* 12 (2017) 11e18.

[35] A.I. Sirwardana, Industrial Applications of Ionic Liquids, in: *Electrochem. Ion. Liq.*, 2015, pp. 563e603.

[36] M. Amde, J.F. Liu, L. Pang, Environmental application, fate, effects, and concerns of ionic liquids: a review, *Environ. Sci. Technol.* 49 (2015) 12611e12627.

[37] S.P.F. Costa, A.M.O. Azevedo, P.C.A.G. Pinto, M.L.M.F.S. Saraiva, Environmental impact of ionic liquids: recent advances in (Eco)toxicology and (Bio)degradability, *ChemSusChem* 10 (2017) 2321e2347.

[38] K.S. Egorova, V.P. Ananikov, Toxicity of ionic liquids:

eco(cyto)activity as complicated, but unavoidable parameter for task-specific optimization, *ChemSusChem* 7 (2014) 336e360.

[39] S. I. Ionic Liquids Recycling for Reuse, in: *Ion. Liq. - Classes Prop.*, InTech, 2011.

[40] M. Cvjetko Bubalo, K. Radošević, I. Radojčić Redovniković, J. Halambek, V. Gaurina Srček, A brief overview of the potential environmental hazards of ionic liquids, *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 99 (2014) 1e12.

[41] V. Vickackaitė, A. Padarauskas, Ionic liquids in microextraction techniques, *Cent. Eur. J. Chem.* 10 (2012) 652e674.

[42] S. Ulrich, Solid-phase microextraction in biomedical analysis, *J. Chromatogr. A* 902 (2000) 167e194.

[43] V. Samanidou, L. Kovatsi, D. Fragou, K. Rentifis, Novel strategies for sample preparation in forensic toxicology, *Bioanalysis* 3 (2011) 2019e2046.

[44] M.M. Moein, A. Abdel-Rehim, M. Abdel-Rehim, Microextraction by packed sorbent (MEPS), *TrAC Trends Anal. Chem.* 67 (2015) 34e44.

[45] T.D. Ho, A.J. Canestraro, J.L. Anderson, Ionic liquids in solid-phase microextraction: a review, *Anal. Chim. Acta* 695 (2011) 18e43.

[46] N. Fontanals, F. Borrull, R.M. Marce, Ionic liquids in solid-phase extraction, *TrAC Trends Anal. Chem.* 41 (2012) 15e26.

[47] F. Zhao, Y. Meng, J.L. Anderson, Polymeric ionic liquids as selective coatings for the extraction of esters using solid-phase

microextraction, *J. Chromatogr. A* 1208 (2008) 1e9.

[48] W. Fan, X. Mao, M. He, B. Chen, B. Hu, Development of novel sol-gel coatings by chemically bonded ionic liquids for stir bar sorptive extraction and application for the determination of NSAIDs in real samples, *Anal. Bioanal. Chem.* 406 (2014) 7261e7273.

[49] A. Chisvert, J.L. Benedito, J.L. Anderson, S.A. Pierson, A. Salvador, Introducing a new and rapid microextraction approach based on magnetic ionic liquids: stir bar dispersive liquid microextraction, *Anal. Chim. Acta* 983 (2017) 130e140.

[50] Y. He, J. Pohl, R. Engel, L. Rothman, M. Thomas, Preparation of ionic liquid based solid-phase microextraction fiber and its application to forensic determination of methamphetamine and amphetamine in human urine, *J. Chromatogr. A* 1216 (2009) 4824e4830.

[51] M. Ebrahimi, Z. Es'haghi, F. Samadi, M.S. Hosseini, Ionic liquid mediated sol-gel sorbents for hollow fiber solid-phase microextraction of pesticide residues in water and hair samples, *J. Chromatogr. A* 1218 (2011) 8313e8321.

[52] Z. Es'haghi, A. Nezhadali, S. Bahar, S. Bohlooli, A. Banaei, [PMIM]Br@TiO₂ nanocomposite reinforced hollow fiber solid/liquid phase microextraction: an effective extraction technique for measurement of benzodiazepines in hair, urine and wastewater samples combined with high-performance liquid chromatography, *J. Chromatogr. B Anal. Technol. Biomed. Life Sci.* 980 (2015) 55e64.

[53] A. Spietelun, Ł. Marcinkowski, M. de la Guardia, J. Namiesnik,

Green aspects, developments and perspectives of liquid phase microextraction techniques, *Talanta* 119 (2014) 34e45.

[54] A. Sarafraz-Yazdi, A. Amiri, Liquid-phase microextraction, *TrAC Trends Anal. Chem.* 29 (2010) 1e14.

[55] E. Aguilera-Herrador, R. Lucena, S. C ardenas, M. Valcarcel, The roles of ionic liquids in sorptive microextraction techniques, *TrAC Trends Anal. Chem.* 29 (2010) 602e616.

[56] F.R. Mansour, M.A. Khairy, Pharmaceutical and biomedical applications of dispersive liquid-liquid microextraction, *J. Chromatogr. B* 1061e1062 (2017) 382e391.

[57] F. Pena-Pereira, I. Lavilla, C. Bendicho, Liquid-phase microextraction techniques within the framework of green chemistry, *TrAC Trends Anal. Chem.* 29 (2010) 617e628.

[58] Q. Zhou, H. Bai, G. Xie, J. Xiao, Temperature-controlled ionic liquid dispersive liquid phase micro-extraction, *J. Chromatogr. A* 1177 (2008) 43e49.

[59] M. Baghdadi, F. Shemirani, Cold-induced aggregation microextraction: a novel sample preparation technique based on ionic liquids, *Anal. Chim. Acta* 613 (2008) 56e63.

[60] E. Stanisz, J. Werner, A. Zgoła-Grzeskowiak, Liquid-phase microextraction techniques based on ionic liquids for preconcentration and determination of metals, *TrAC Trends Anal. Chem.* 61 (2014) 54e66.

[61] J. Song, Z.H. Zhang, Y.Q. Zhang, C. Feng, G.N. Wang, J.P. Wang, Ionic liquid dispersive liquid-liquid microextraction combined with

high performance liquid chromatography for determination of tetracycline drugs in eggs, *Anal. Methods* 6 (2014) 6459e6466.

[62] X. Xu, R. Su, X. Zhao, Z. Liu, Y. Zhang, D. Li, X. Li, H. Zhang, Z. Wang, Ionic liquid-based microwave-assisted dispersive liquid-liquid microextraction and derivatization of sulfonamides in river water, honey, milk, and animal plasma, *Anal. Chim. Acta* 707 (2011) 92e99.

[63] C. Toledo-Neira, A. Alvarez-Lueje, Ionic liquids for improving the extraction of NSAIDs in water samples using dispersive liquid-liquid microextraction by high performance liquid chromatography-diode array-fluorescence detection, *Talanta* 134 (2015) 619e626.

[64] R.N. Rao, S.S. Raju, R.M. Vali, Ionic-liquid based dispersive liquid-liquid microextraction followed by high performance liquid chromatographic determination of anti-hypertensives in rat serum, *J. Chromatogr. B Anal. Technol. Biomed. Life Sci.* 931 (2013) 174e180.

[65] K.D. Clark, O. Nacham, H. Yu, T. Li, M.M. Yamsek, D.R. Ronning, J.L. Anderson, Extraction of DNA by magnetic ionic liquids: tunable solvents for rapid and selective DNA analysis, *Anal. Chem.* 87 (2015) 1552e1559.

[66] D. Depuydt, L. Liu, C. Glorieux, W. Dehaen, K. Binnemans, Homogeneous liquid-liquid extraction of metal ions with non-fluorinated bis(2-ethylhexyl)phosphate ionic liquids having a lower critical solution temperature in combination with water, *Chem. Commun.* 51 (2015) 14183e14186.

[67] C.F. Poole, N. Lenca, Green sample-preparation methods using room-temperature ionic liquids for the chromatographic analysis of

organic compounds, *TrAC Trends Anal. Chem.* 71 (2015) 144e156.

[68] R.I. Canales, J.F. Brennecke, Comparison of ionic liquids to conventional organic solvents for extraction of aromatics from aliphatics, *J. Chem. Eng. Data* 61 (2016) 1685e1699.

[69] M. Saraji, M.K. Boroujeni, Recent developments in dispersive liquid-liquid microextraction, *Anal. Bioanal. Chem.* 406 (2014) 2027e2066.

[70] Z. Li, Y. Pei, H. Wang, J. Fan, J. Wang, Ionic liquid-based aqueous two-phase systems and their applications in green separation processes, *TrAC Trends Anal. Chem.* 29 (2010) 1336e1346.

[71] M. Cruz-Vera, R. Lucena, S. Cardenas, M. Valc arcel, Determination of phenothiazine derivatives in human urine by using ionic liquid-based dynamic liquid-phase microextraction coupled with liquid chromatography, *J. Chromatogr. B Anal. Technol. Biomed. Life Sci.* 877 (2009) 37e42.

[72] M.C. Breadmore, Ionic liquid-based liquid phase microextraction with direct injection for capillary electrophoresis, *J. Chromatogr. A* 1218 (2011) 1347e1352.

[73] F. Zare, M. Ghaedi, A. Daneshfar, Ionic-liquid-based surfactant-emulsified microextraction procedure accelerated by ultrasound radiation followed by high-performance liquid chromatography for the simultaneous determination of antidepressant and antipsychotic drugs, *J. Separ. Sci.* 38 (2015) 844e851.

[74] M. De Boeck, L. Dubrulle, W. Dehaen, J. Tytgat, E. Cuypers, Fast and easy extraction of antidepressants from whole blood using ionic

liquids as extraction solvent, *Talanta* 180 (2018) 292e299.

[75] M. De Boeck, S. Missotten, W. Dehaen, J. Tytgat, E. Cuypers, Development and validation of a fast ionic liquid-based dispersive liquid-liquid microextraction procedure combined with LC-MS/MS analysis for the quantification of benzodiazepines and benzodiazepine-like hypnotics in whole blood, *Forensic Sci. Int.* 274 (2017) 44e54.

[76] M. De Boeck, G. Damilano, W. Dehaen, J. Tytgat, E. Cuypers, Evaluation of 11 ionic liquids as potential extraction solvents for benzodiazepines from whole blood using liquid-liquid microextraction combined with LC-MS/MS, *Talanta* 184 (2018) 369e374.

[77] X. Liu, R. Fu, M. Li, L.-P. Guo, L. Yang, Ionic liquid-based dispersive liquid-liquid microextraction coupled with capillary electrophoresis to determine drugs of abuse in urine, *Chin. J. Anal. Chem.* 41 (2013) 1919e1922.

[78] R. Wang, X. Qi, L. Zhao, S. Liu, S. Gao, X. Ma, Y. Deng, Ionic-liquid-based dispersive liquid-liquid microextraction coupled with high-performance liquid chromatography for the forensic determination of methamphetamine in human urine, *J. Separ. Sci.* 39 (2016) 2444e2450.

[79] H. Lin, H. Yan, H. Lin, M. Luo, Enrichment of nicotine in human plasma and urine with ionic liquid based liquid phase microextraction, *Proc. - 2010 3rd Int. Conf. Biomed. Eng. Informatics, BMEI* 5 (2010) 2038e2040.

[80] S. Li, C. He, H. Liu, K. Li, F. Liu, Ionic liquid-based aqueous

two-phase system, a sample pretreatment procedure prior to high-performance liquid chromatography of opium alkaloids, *J. Chromatogr. B Anal. Technol. Biomed. Life Sci.* 826 (2005) 58e62.

[81] J. Restolho, M. Barroso, B. Saramago, M. Dias, C.A.M. Afonso, Development, optimization, and validation of a novel extraction procedure for the removal of opiates from human hair's surface, *Drug Test. Anal.* 7 (2015) 385e392.

[82] Society of Hair Testing, Recommendations for hair testing in forensic cases, *Forensic Sci. Int.* (2004) 83e84.

[83] J. Restolho, M. Barroso, M. Dias, C.A.M. Afonso, B. Saramago, Capture of opiates by ionic liquids, *J. Solut. Chem.* 44 (2015) 440e453.

[84] J. Restolho, M. Barroso, B. Saramago, M. Dias, C.A.M. Afonso, Contactless decontamination of hair samples: cannabinoids, *Drug Test. Anal.* 9 (2017) 282e288.

[85] G. Loos, M. Dittmann, K. Choikhet, G. Desmet, C. Deirdre, Generic UHPLC method for the simultaneous analysis of compounds with a wide range of polarities, *LC-GC Eur.* 29 (2016) 240e248.

[86] M. Koel, C. Schroder, General Review of Ionic Liquids and Their Properties, in: *Anal. Appl. Ion. Liq.*, World Scientific Publishing Europe Ltd., London, UK, 2016.

[87] S.P.F. Costa, P.C.A.G. Pinto, R.A.S. Lapa, M.L.M.F.S. Saraiva, Toxicity assessment of ionic liquids with *Vibrio fischeri*: an alternative fully automated methodology, *J. Hazard Mater.* 284 (2015) 136e142.

[88] J. Hulsbosch, D.E. De Vos, K. Binnemans, R. Ameloot, Biobased

ionic liquids: solvents for a green processing industry? *ACS Sustain. Chem. Eng.* 4 (2016) 2917e2931.