

Teprve před několika mála lety se v některých evropských zemích a USA uši a jejich otisky staly další významnou identifikační metodou používanou bezpečnostními sbory. Identifikace založená na otiscích uší, nalezených na místě trestného činu, vzbudila nemalý zájem policie i vyšetřujících soudců. I když zájem o praktické využití roste v posledních letech nebyvalou měrou, podstata rozpoznávání lidí pomocí tvaru jejich vnějšího ucha má své hluboké historické kořeny sahající tisíce let zpět.

1. HISTORICKÝ ÚVOD

Tak například v dávných dobách v zemích Indočíny byla délka ušního lalůčku považována za znak moudrosti. Proto na všech sochách ztvárňujících podobu Budhy, můžeme pozorovat neobvykle dlouhé ušní lalůčky. Aristoteles zase považoval délku ušních lalůček jako příznak dobré paměti. V době renesance, kdy fysiognomie¹⁾ se dostává do popředí, je tvář, ke které pochopitelně patří i uši,



Obr. 1 Ucho – sche matický řez skalní kostí: 1 – vchod do zvukovodu, 2 – zvukovod, 3 – střední ucho, 4 – vnitřní ucho, 5 – Eustachova trubice, 6 – hltan.

¹⁾ **fysiognomie** [řec. fysis – příroda, gnómé – poznání] charakteristické trvalejší vzezření lidské tváře, z něhož, podle renesančního přírodovědce J. B. della Porty, lze vyčíst povahové založení člověka. Tvář má zcela konkrétní zvířecí podobu a vyjadřuje tak příslušnou povahu (např. tvář orla, vepře, osla atd.).

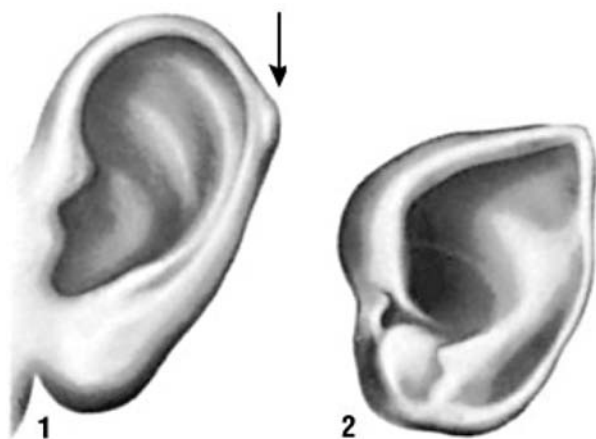
chápana jako vnější projev inteligence a podstaty lidské existence. Velká pozornost je proto věnována tvaru ucha. Darwin, během svého studia primátů, upoutal vědecký svět výrokem, že ucho je taktéž jeden z elementárních orgánů lidského těla. Upozornil na hrbolek v zadní části spirály ucha (který byl později po něm pojmenován) a dokázal, že se nejedná o nic jiného než o pozůstatek ucha našich předchůdců, jež zmenšil jen svou původní velikost. Hrbolek je zcela zřetelný již u lidského embrya a příležitostně se nachází i u dospělých jedinců; tento stav odpovídá boltci savců (atavismus²⁾). Darwinův ušní hrbolek se tak stal pojmem, který je vyučován dnes na středních školách v hodinách evoluční biologie.

Prvním vědcem, který navrhl exaktní metodu měření vnějšího tvaru ucha, byl *Schwalbe*. Svým výzkumem potvrdil Darwinovu teorii a jako první poukázal na další skutečnosti závislosti tvaru lidského ucha v závislosti na jednotlivých lidských rasách.

Další citace, vyjadřující význam ucha můžeme nalézt v práci pražského ušního lékaře z roku 1906 *R. Imhofera* „*Die Bedeutung der Ohrmuschel für Feststellung der Identität*“ (Význam ušního boltce pro identifikaci), který se odvolává na *Lavatera*³⁾, jež ve svých pracích z let 1775–1778 argumentuje tím, že umístění a tvar ucha nedílně patří k fysiognomii. Pražský učenec studoval a popsal několik stovek ušních boltců. Imhofer rovněž cituje *Amédé Joux*, který pronesl výrok: „Ukažte mi své ucho a já Vám řeknu, kdo jste, odkud jste přišel a kam dále směřujete“. Imhofer je přesvědčen, že lidské tělo, neobsahuje žádný jiný orgán kromě ucha, který by lépe dokázal demonstrovat vazbu mezi otcem a jeho dítětem. Autor zastává názor, že tvar ucha je důkazem otcovství. Jeho příspěvek dále dokazuje, že lidské ucho je nezastupitelné v určování identity těl obětí trestných činů, stejně tak pro určení identity žijících osob, které jsou hledány policií. Určování otcovství je třetí nedílnou částí tehdejších identifikačních úloh.

²⁾ **atavismus** [lat.] návrat k fylogeneticky původním znakům (u člověka např. abnormální ochlupení těla, vývin ocasu, více než dvě prsní bradavky). V přeneseném slova smyslu návrat k primitivnímu nebo původnímu stavu.

³⁾ **Lavater Johann Kaspar** švýcarský spisovatel a teolog, * 15. 11. 1741 Curych, † 2. 1. 1801 tamtéž; kontakty s Klopstockem, Hamannem, Herderem, Goethem; svým iracionalismem se stal průkopníkem hnutí „Sturm und Drang“. Ve svém díle *Physiognomische Fragmente zur Beförderung der Menschenkenntnis und Menschenliebe* (Fyziognomické fragmenty k rozšíření znalostí o lidech a lásce k nim, 1775–78) se pokoušel zkoumat lidský charakter z fyziologických daností.



Obr. 2 1 – Darwinův hrbolek na lidském uchu, 2 – ucho primáta.

Imhofer dále cituje A. Bertillon: „Je téměř nemožné nalézt dvě identické uši ve všech svých částech a jež mají mnoho nejrůznějších tvarů, které se v průběhu života člověka nijak pozorovatelně nemění“. V článku Imhofer vede diskusi o metodách porovnání uší a o charakteristikách, jež jsou k tomu vhodné. Na základě srovnávacího výzkumu více jak 500 uší uvádí základní identifikační markanty. Autor dochází k závěru, že ve zkoumané množině jsou pouze dva vzorky, které se shodují ve třech markantech. Pro ustanovení identity osoby proto doporučuje a považuje za dostatečné shodnost ve čtyřech markantech.

V té době jiný autor, Fields, pro zamezení záměny novorozenců v nemocnicích a ochranu rodičů, jejich dětí a v neposlední řadě nemocniční administrativy navrhuje stanovit identitu dětí na základě tvaru vnějšího ucha. V té době se v některých nemocnicích používaly otisky tvarů chodidel, dlaní a někdy i prstů společně s dalšími dodatečnými identifikačními metodami. Problém spočíval v tom, že v té době nebyly žádné větší zkušenosti s uvedenými metodami, otisky byly u novorozenců malé a navíc obvykle ve velmi špatné kvalitě. Po testování, pořizování obrazových záznamů a nezbytných analýzách se prokázalo, že u novorozenců dětí je ucho právě tím jediným orgánem, který se tvarově a vizuálně nemění na rozdíl především od dětské tváře, kde vývoj je v mládí velmi dynamický. Několika desítkám význačných chirurgů z anglicky hovořících zemí byl v rámci výzkumu zaslán dotazník. Plných 75 % dotázaných lékařů doporučilo ucho pro identifikaci. Obsahuje dostatečné množství markantů pro jednoznačnou identifikaci a zároveň tyto charakteristiky jsou časově neměnné, vhodné pro identifikačně-verifikační účely.

Celá studie byla doprovázena velkou sérií fotografií pravého a levého ucha, které byly pořizovány každý den od narození dítěte až po jeho propuštění z nemocnice. Fotografie byly pořizovány dokonce i v časových intervalech, kratších jedné hodiny. Cílem bylo zadokumentovat změnu významných morfologických znaků během období, jež dítě strávilo v nemocnici. Celkem bylo vyhodnocováno 206 sad fotografií. Závěry byly následující:

- Uši dětí ve zkoumaných sadách byly vždy unikátní. Žádné děti neměly identické uši co se týče jejich tvaru i velikosti.
- Existuje dostatečné množství vizuálních identifikačních markantů, jež umožňují jednoznačně vizuálně určit identitu dítěte.

- Pořízené sady snímků stejného dítěte s v průběhu doby pobytu v nemocnici neměnily.
- Snímky, pořízené v minutových intervalech, zachycující růst ucha potvrdily, že změny jsou tak nepatrné, že neohrožují podstatu identifikace.

Popsaný výzkum, založený v tehdejší době na velkém množství fotografického materiálu, poprvé potvrdil spolehlivost této standardní identifikační metody.

2. VYUŽITÍ TVARU VNĚJŠÍHO UCHA A JEHO OTISKŮ PRO FORENZNÍ ÚČELY

Identifikace osob na základě morfologických charakteristik lidského ucha ve spojitosti s místem trestného činu popsali důstojníci Söderman and O'Connell. Ti definovali význačné části ucha. Jako základní identifikační markanty doporučili používat tvar *ušní mušle (concha)*, *kozličky (tragus)* a *protikozličky (antitragus)* (viz obr. 5). Otisk ucha byl poprvé prezentován Medlinem, jež rovněž popsal, jak byly jednotlivé případy řešeny. Chybělo ale vysvětlení samotné srovnávací procedury.

Charakteristiky ušního boltce, měření ucha a morfologické charakteristiky s genetickým významem studoval Olivier, který detailně popsal různé variace tvarů ucha, Darwinův výběžek, lobulární (lalůčkovitou) přilnavost ke tváři.

Open v časopise German Forensic Medicine Society prezentoval výsledky výzkumu morfologických rozdílů a četnosti jejich výskytu na praktickém vzorku 500 mužů a žen. Studie byla realizována za účelem stanovit identitu biologických rodičů pomocí analýzy tvarů uší dítěte a jeho rodičů. Výsledek výzkumu je užitečným příspěvkem pro porovnání uší. Několik tabulek ilustruje typické charakteristiky (markanty) uší a četnost jejich výskytu, včetně jejich různých vzájemných kombinací. V některých tabulkách převládají markanty typické pro muže, v jiných to je naopak. Podobné srovnání je realizováno pro pravé a levé ucho, opět v závislosti na pohlaví. Pozornost je věnována i způsobu pořizování otisků uší.

Policejní specialista Hirschi ze švýcarského Bernu publikoval případ bankovní loupeže, ve které byly nalezeny otisky pravého a levého ucha podezřelé osoby. Při identifikaci pachatele bylo důležité stanovit i jeho výšku na základě výšky místa nálezu otisků uší. Byla provedena proto série měření na 40 posluchačích švýcarské policejní akademie, při kterých se měřila závislost výšky otisku ucha zpřímá stojící osoby na výšce osoby. Pro tyto účely byla zaznamenávána vzdálenost od vrcholku lebky ke středu sluchového kanálu ucha. Zároveň se uvádělo, zda osoba je pravák či levák.

Hunger a Leopold v lékařských a antropologických časopisech uvedli studii identifikaci osob na základě tvaru ucha, který je především určen svou chrupavčitou stavbou. Autoři uvedli, že pro identifikační účely lze využít velkou množinu markantů, které jsou časově stabilní a spolehlivé. Zároveň ale upozornili na skutečnost, že ne všechny tyto markanty lze vyčíst z pouhé fotografie tvaru ucha nebo jeho otisku.

Trube-Becker z Düsseldorfu poukazuje na skutečnost, že neexistují dvě absolutně identické uši, ale pouze uši podobné. Dokonce ani obě uši jedné a téže osoby nejsou kompletně identické, ale mezi pravým a levým uchem existují rozdíly. Toto tvrzení



Obr. 3 Různé tvary uší.

platí rovněž pro uši jednovaječných dvojčat. Autorka upozorňuje i na skutečnost, že vlastnosti ucha, které je tlačeno proti pevné podložce (napří zdi, okenní tabuli apod.), se mění v závislosti na tlaku a tedy i otisky téhož ucha mohou být odlišné. Nicméně otisky jsou vždy rozpoznatelné a je možné je vzájemně porovnávat. Otisky je možné snímat podobným způsobem jako otisky daktyloskopické a uchovávat je pro další zpracování – tedy pro identifikačně-verifikační úkony. Otisky ucha jsou dalším druhem stop, které je možné použít pro určení pachatele.

Autorka ve svých pracích popisuje zkušenosti z několika míst trestných činů v okolí Düsseldorfu, na kterých byly nalezeny otisky uší vedoucí k nalezení pachatele „s pravděpodobností hraničící s jistotou“. Detailně je popsána také činnost kriminální policie v oblasti Ludwigshafen, kde byly nalezeny opakovaně otisky uší. Otisky byly zviditelňovány běžnými daktyloskopickými prostředky (především práškového charakteru) a přenášeny na snímací fólii. Pro snímání referenčního otisku ucha podezřelé osoby byl vyvinut speciální systém využívající kameru Polaroid CU-5 s transparentním makrolonovým diskem umístěným před objektivem. Tento disk se umísťoval kolmo k hlavě a dotýkal se ušního boltce. Tímto způsobem bylo možné pořizovat snímek ucha v měřítku 1:1 v závislosti na tlaku podložky (makrolonového disku) na ucho. Speciální kruhový blesk umožňoval osvětlování snímku. V praxi se ale ukázalo, že blesk je na snímku vždy viditelný a má rušivý charakter.

Georg a Lange popsali velmi zajímavý případ bankovní loupeže. Při identifikaci osob bylo využito hned několik měřitelných charakteristik lidského těla. Bylo dokázáno, že využití násobných morfologických znaků lidského těla je též vhodnou identifikační metodou, srovnatelnou např. s otisky prstů. Jako morfologické znaky (s výjimkou tváře) byly použity rozměry paží, rukou, nehtů a uší. I zde bylo konstatováno, že na světě neexistují dvě osoby, jež by měli stejné uši. Na základě zcela konkrétní bankovní loupeže a následného vyšetřování pomocí násobných morfologických znaků bylo dokázáno, že kombinace uvedených morfologických znaků má přesnost 1: 300 000 000.

V německém Freiburgu rovněž došlo ke vloupání, při kterém byly nalezeny otisky uší. Policie podezírala dvě dívky, které byly v inkriminované době spatřeny na místě trestného činu. Podle pracovní hypotézy dívky nejprve poslouchaly přede dveřmi ještě před tím, než se vloupaly do místnosti. Na dveřích byly opravdu nalezeny otisky uší. Policie obě dívky předběžně zadržela pro identifikační účely. Dívkám byly sejmuty otisky uší a následně na to byly propuštěny. Následující den došla zpráva od policie ze Stuttgartu, že zde byly zadrženy tři dívky, podezřelé ze stejného typu vloupání. I policie ve Stuttgartu sejmula otisky

uší. Vyšetřování (díky právě pomoci otisků uší) rychle potvrdilo, že dívky z freigburského případu nelze vyloučit z vyšetřování obou trestných činů. Otisky uší z míst obou vloupání a referenční vzorky byly předány znalci otisků prstů v Baden-Württembergu. Ten potvrdil: „Stopy nalezené na různých místech trestných činů jsou identické a byly způsobeny levým uchem. Otisky uší obsahují víceméně stejné prvky ucha, které odpovídají chrupavčitému částem ucha. Všechny otisky obsahují 8 až 12 nejdůležitějších identifikačních bodů (markantů), které jsou zcela jasně patrné. Dále bylo provedeno porovnání otisků z místa činů s referenčními otisky uší všech dívek. Bylo zjištěno, že stopy zanechané na místě činu patří jedné a téže dívce, která vždy před provedením vloupání přede dveřmi naslouchala, zda v objektu nikdo není. Míra ztotožnění je vysoká a zcela vylučuje jakékoliv pochybnosti“.

Hunger a Hammer na základě mnohaleté praktické zkušenosti poukázali na to, že ucho hraje důležitou roli jak pro identifikaci živých pachatelů, tak i pro stanovení totožnosti neznámých obětí. Ve své práci popsali výsledky výzkumu, jehož předmětem bylo sledování četnosti vybraných identifikačních charakteristik ucha populace východního Německa. Ve zkušebním vzorku bylo 350 mužů a 300 žen. Pozornost byla věnována i těm charakteristikám, které jsou spíše neobvyklé a proto se v populaci méně vyskytují. Autoři na základě své analytické práce uvádějí dva základní závěry:

1. Při identifikaci neznámé osoby na základě podoby ucha, u které došlo navíc k silnému poškození na hlavě, musí být velká pozornost věnována přípravě ucha před fotografováním. Jestliže se změnila „konzistence“ tkání v okolí ucha v důsledku traumatu, tvar a umístění ucha se v důsledku mohly též změnit.
2. Jestliže ucho je velmi silně přitisknuto k povrchu určitého tělesa, dochází rovněž k nežádoucím změnám ve tvaru a velikosti jak samotného ucha, tak jeho otisku.

Oba autoři uvádějí, že metrické a morfologické vlastnosti ucha jsou velmi vhodné pro identifikaci osoby a to zejména tehdy, obsahují-li méně časté identifikační markanty.

Dubois informuje o prvním nizozemském případě – loupežném přepadení se zadržením rukojmího. Pachatel byl odsouzen na základě otisků ucha. V důkazním řízení bylo porovnáváno a testováno více jak 100 osob, aby bylo dokázáno, že pouze jediný otisk ucha patřil podezřelé osobě. V testu bylo jednoznačně prokázáno, že náhodně vybrané osoby měly zcela jiné otisky ucha než byl otisk pachatele. Soudce dokonce nařídil testovat otisky uší bratrů pachatele. I zde bylo prokázáno, že jejich otisky byly odlišné. Soud rovněž přizval soudní znalce z oborů

odontologie⁴⁾ a ORL⁵⁾. Soud v Dordrechtu přijal otisky ucha jako důkaz a odsoudil pachatele. V odvolacím soudu nejvyšší instance hagský soud akceptoval otisky ucha pouze jako podpůrný důkaz a odsouzení pachatele potvrdil na základě dalších nezvratných důkazů.

Rochaix prohlásil: „Otisky ucha jsou po otiscích prstů hned druhým velice efektivním identifikačním prostředkem, protože uši, až na změnu své velikosti, nemění svůj geometrický tvar. Ucho je základní makro identifikační charakteristikou lidského bytí“. Tento autor rovněž popsal základní identifikační markanty, které uváděli *Bertillon*, *Reis* a *Locard*. Stejně tak popsal metodu švýcarské kantonální policie ve *Vaudu*, pomocí které je možné nalézat a snímat otisky ucha na místě trestného činu a zároveň popsal i způsob pořizování referenčních otisků ucha potenciálního pachatele. Navrhl taktéž klasifikační metodu otisků ucha, založených na základních markantech, které jsou obvykle zanechávány při poslouchání s uchem přitisknutým na stěnu (dveře, okno atd.). Pro základní identifikaci autor používá pouze čtyř základních identifikačních markantů, mezi které patří celkový tvar ucha, místo spojení ušního lalůčku s tváří, ohnutí a základna *antitragusu*. Na základě jednoduchého kódování je pak možné velmi rychle vyhledat referenční záznam v evidenci otisků uší. Pomocí této klasifikace *Rochaix* vytvořil 600 základních identifikačních vzorů ucha.

Další klasifikační systém otisků uší, tentokrát pro USA, oficiálně publikoval v roce 1989 *Iannarelli*.

Hammer a *Neubert* provedli řadu měření. Ustanovili vzdálenost mezi vrcholem lebky a středem sluchového kanálu u populace východního Německa. Střední hodnota této vzdálenosti je pro muže 13,1 cm a pro ženy 12,4 cm. Podobné hodnoty byly naměřeny taktéž v roce 1986: 13,2 cm pro muže a 12,5 cm pro ženy. Autoři dospěli k názoru, že výšku osoby na základě nalezené výšky otisku ucha na pevném předmětu lze určit pouze přibližně, protože:

1. Střed sluchového kanálu (jež je považován za geometrický střed ucha) nelze ve všech případech v otisku ucha určit.
2. Průměrný sklon hlavy při poslouchání s uchem přitisknutým k objektu je 3 cm; absolutní reálné hodnoty naměřené u populace leží v intervalu 1 až 8 cm.
3. Ačkoliv průměrná výška ucha (vzdálenost mezi vrcholem lebky a středem sluchového kanálu) může být známá, mezi minimální a maximální hodnotou je rozdíl až 4 cm.

Autoři také zkoumali změny otisků ucha v závislosti na tlaku ucha na pevnou podložku. Bylo sledováno 8 základních identifikačních markantů. Při změně tlaku (od malého až po velký) byly pozorovány posuvy ve čtyřech identifikačních bodech. Ve zkoumaném vzorku 100 uší nebyl zaznamenán žádný výskyt identických uší.

Kritscher s kolegy popsali případ identifikace pachatele přepadení banky. K dispozici byl pouze obrazový záznam z bezpečnostní kamery, na které byl pouze muž střední postavy, se zcela patrným (maskou nezakrytým) uchem, vhodným pro identifikační účely. Podezřelá osoba byla následně snímána toutéž kamerou ve stejných

podmínkách jako pachatel na místě trestného činu. Morfologicko-antropologické zkoumání ucha potvrdilo identičnost podezřelého se skutečným pachatelem s vysokou přesností, jež byla akceptována i soudem.

Existují lidé, kteří zpochybňují identifikaci osob pomocí uší nebo jejich otisků. *Moenssens* své zpochybňující tvrzení zakládá na skutečnosti, že dosud nebyl proveden objektivní, empirický výzkum velkého rozsahu dané problematiky. Na druhé straně ale píše: „Uzavřený pohled na vnější ucho ukazuje, že obsahuje velké množství komplikovaných detailů, které svými kombinačními možnostmi může vést k jednoznačné identifikaci osoby“. Dále pokračuje: „Forenzní antropologové rozpoznávají individualitu osoby na základě individuality ucha. To ale neznamená, že používají ‘výraz ucha’“. Ve svých zpochybňujících tvrzeních argumentuje i tím, že je zásadní rozdíl v porovnávání reálného ucha, ucha na fotografii a otisku ucha. Uvádí, že dosud nebyly vypracovány standardní, spolehlivé metodiky pro tento druh identifikace. Nekonají se ani žádné profesionální, mezinárodní konference v tomto oboru, který není zatím bezpečnostní a soudní praxí obecně akceptován“.

V Polsku bylo realizováno 31 případů s využitím otisků ucha v průběhu více jak 5 let. *Labaj* a *Goscocki* vypracovali doporučení jak otisky vyhledávat a sbírat, jak na základě otisku ucha určovat výšku osoby pachatele. Podle vypracované metodiky je k výšce nalezeného otisku ucha připočítávána konstanta 17 cm a tím je odhadována výška pachatele.

Podrobná rešerše literatury a praktický výzkum byl uskutečněn v National Training Centre v britském Durhamu. *Saddler* publikoval rozsáhlou zprávu o dané problematice. Zpráva obsahuje základní přehled problematiky, metodiky a vysvětlení, jak je využít pro měření. Detailně se diskutuje využití výpočetní techniky při zpracování obrazu ucha.

Otisky ucha se v policejní praxi využívají i v Rumunsku. *Pasescu* a *Tanislav* zpracovali podrobný přehled případů realizovaných od roku 1975. Počet dalších uzavřených případů prudce stoupl v roce 1976, kdy rumunský Institut forenzních studií zveřejnil praktický manuál forenzního vyšetřování, který obsahuje syntézu hlavních výsledků vědeckého zkoumání ucha, uskutečněných až do této doby. Manuál popisuje místa, kde byly otisky nalezeny, způsoby jejich zviditelnění a fixace.

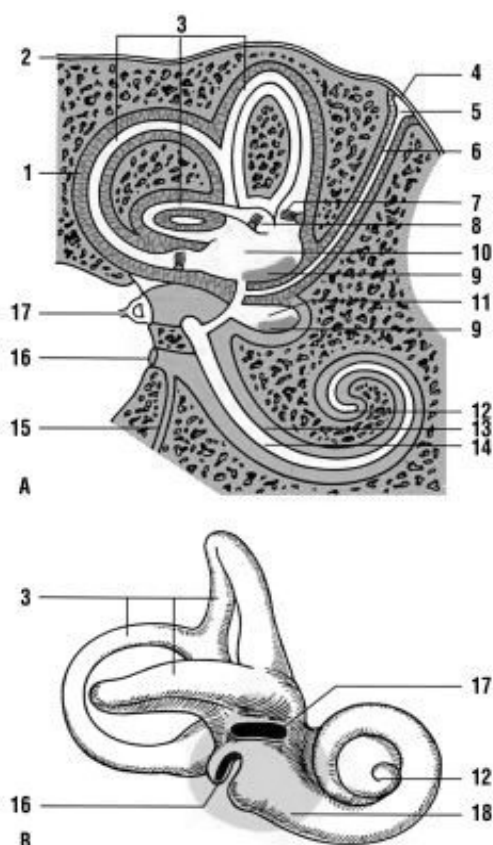
3. ANATOMIE A MORFOLOGIE UCHA

Ucho (auris) je anatomický orgán sluchového a rovnovážného ústrojí. Dělí se na:

- a) *Zevní ucho (auris externa)*, složené z ušního boltce (podkladem je zprohýbaná chrupavčitá ploténka, pokrytá bohatě prokrvenou kůží), zevního zvukovodu (ten má část kožní, chrupavčitou a kostěnou, v jeho kůži jsou na začátku četné chloupky – tragi a hojně mazové žlázy, produkující voskovitý ušní maz – cerumen) a bubínku (membrana tympani). V podkoží přechodu boltce do zvukovodu jsou drobné svaly, které u člověka zajišťují jen minimální pohyblivost ušního boltce.
- b) *Střední ucho (auris media)*, dutinka v pyramidě spánkové kosti (cavitas tympanica), vystlaná sliznicí. Jejím hlavním

⁴⁾ **Odontologie** – nauka o zvířecích zubech.

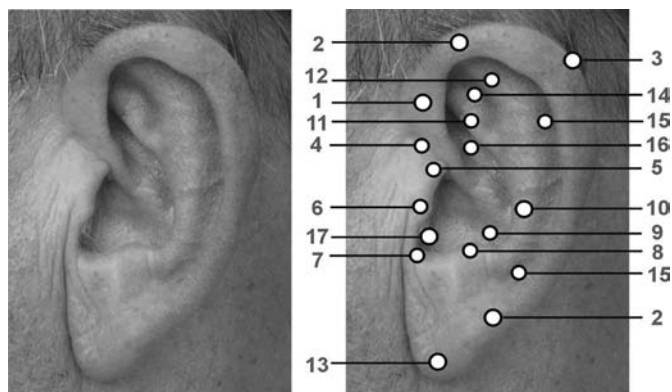
⁵⁾ **ORL** – otorinolaryngologie – lékařství krční, nosní a ušní. Lékařský obor zabývající se nemocemi hrdla a hrtanu, nosu a vedlejších dutin, uší včetně poruch sluchu.



Obr. 4 A – vnitřní ucho, B – odlitek kostěného labyrintu: 1 – kostěná schránka blanitého labyrintu, 2 – tvrdá plena mozková, 3 – polokruhovitě kanálky, 4 – zadní stěna skalní kosti, 5 – slepý výběžek kanálu endolymfy, 6 – kanál endolymfy, 7 – ampule horního (předního) polokruhovitěho kanálku, 8 – ampule laterálního polokruhovitěho kanálku, 9 – smyslové buňky, 10 – utriculus – váček blanitého bludiště, 11 – saeculus – kulovitý váček, 12 – vrchol hlemýždě, 13 – předsíňové schody (scala vestibuli), 14 – bubínkové schody (scala tympani), 15 – kanál perilymfy, 16 – okrouhlé okénko, 17 – oválné okénko a třmínek, 18 – uložení bubínku (celá kruhová, stínovaná plocha).

obsahem jsou tři drobné sluchové kůstky (kladívko – malleus, kovadlinka – incus a třmínek – stapes), navzájem spojené jemnými klouby. Kladívko je pevně spojeno s bubínkem, takže se na něj přenášejí jeho pohyby, způsobené akustickými vlnami přicházejícími ze zevního zvukovodu. Toto mechanické vlnění se přenáší přes kovadlinku a třmínek do oválného okénka vnitřního ucha, do něhož je báze třmínku zasazena. Středoušní dutina je dozadu napojena na systém dutinek v bradavčitém výběžku, rovněž vystlaných jemnou sliznicí (mastoidální dutinky, často se v nich udržuje chronický zánět), dopředu dolů pokračuje ve sluchovou trubici (Eustachova trubice, tuba auditiva), která vyúsťuje na horní boční stěně hltanu a slouží k vyrovnávání tlaků mezi středním a zevním uchem.

c) *Vnitřní ucho (auris interna)* je tvořeno složitým systémem dutinek v pyramidě spánkové kosti a skládá se z hlemýždě (*cochlea*) a vestibulárního labyrintu (tři polokruhovitě kanálky, navzájem na sebe kolmé a společná dutinka – vestibulum). Kostěné dutinky jsou vyplněny blanitým



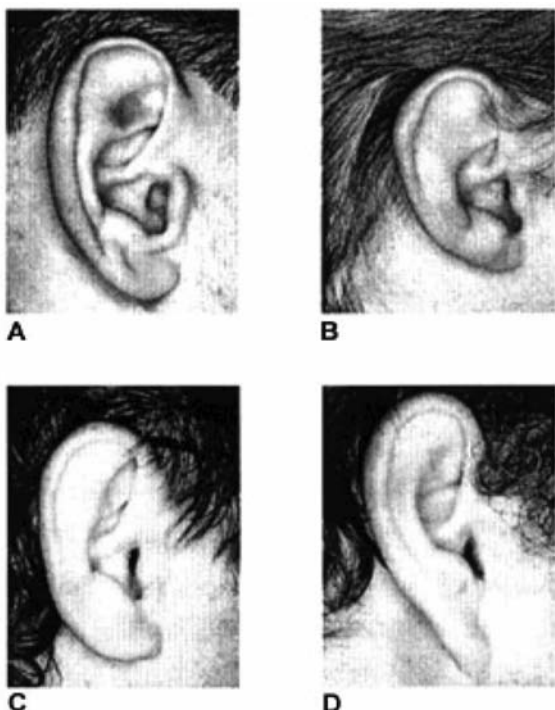
Obr. 5 Základní anatomické charakteristiky vnějšího ucha v názvosloví latinském, českém a anglickém:

1 – crus helix – rameno závitů – crus of helix, 2 – helix – vnější kožní val boltce, závit – helix, 3 – tuberculum auriculare – Darwinův ušní hrbolek – Darwin's point, Darwinian tubercle, 4 – sulcus helicotragicus – závitovo-kozlíková rýha – anterior notch, 5 – tuberculum anterior – přední hrbolek – anterior tubercle, 6 – tragus – kozlík – vyvýšenina na boltci, z níž rostou chloupky (tragipili) – tragus, 7 – incisura intertragica – rýha mezi tragem a antitragem, mezikožlíkový zářez – intertragic notch, 8 – antitragus – protikožlík, vyvýšenina na boltci proti tragu – antitragus, 9 – cavum conchae – dutina mušle – posterior auricular furrow, 10 – anthelix – část ušního boltce, ležícího proti jeho zevnímu valu, protizávit – anthelix, 11 – crus inferior anthelice – dolní rameno – lower crus of anthelix, 12 – crus superior anthelice – horní rameno – upper crus of anthelix, 13 – lobulus auriculare – lalúček boltce, ušní lalúček – lobule, 14 – fossa triangularis – trojúhelníková jamka – triangular fossa, 15 – scapha – člunek, člunkovitá rýha mezi helixem a anthelixem – scaphoid fossa, 16 – cymba conchae – člunek mušle, 17 – meatus acusticus externus – vchod do zvukovodu.

hlemýžděm a blanitým vestibulem, v nichž jsou umístěny vlastní smyslové orgány. Hlemýžď patří ke sluchovému ústrojí, v jeho závitěch je uložen Cortiho orgán, obsahující smyslové buňky, určené k vnímání sluchových podnětů; ty jsou zde přeměněny na nervové impulzy, přenášené dále do mozku sluchovou částí osmého hlavového nervu. V polokruhovitých kanálkách a ve vestibulu jsou uloženy drobné skupinky vláskových buněk, reagujících na změny polohy hlavy a těla. Zachycené impulzy jsou dále do mozku přenášeny vestibulární částí osmého hlavového nervu. Blanité dutinky vnitřního ucha jsou vyplněny dvěma druhy řídké tekutiny, navzájem oddělenými jemnými přepážkami – perilymfa (povrchnější) a endolymfa (uvnitř blanitých dutinek).

Vnější ucho se skládá z chrupavky, která vytváří originální tvar se specifickými rozměry. Chrupavka je pokryta kůží. Ucho se začíná vyvíjet hned krátce po početí a již 38. den vývoje lidského plodu jsou vizuálně patrné některé charakteristické body ucha. Ucho se dostává do své definitivní polohy po 56.ém dnu. Celkový tvar ucha je pozorovatelný počínaje 70. dnem vývoje. Tvar ucha (jeho podoba) se nemění od narození až po smrt každého lidského jedince.

Rozlišujeme čtyři základní tvary vnějšího ucha: tvar oválný, kulatý, obdélníkový a trojúhelníkový.



Obr. 6 Základní tvar vnějšího ucha: A – oválný, B – kulatý, C – obdélníkový, D – trojúhelníkový.

Tyto základní tvary se objevují u každé rasy, ale v různé procentuální četnosti výskytu. Rozdíly ve tvaru vnějšího ucha tvoří základ klasifikace otisků ucha. Pro účely porovnání otisků ucha se využívá individuální vzhled ucha, markantní body, jejich četnost, rozměry a vztah k okolí, k jiným charakteristikám.

4. KDE NALÉZT OTISKY UCHA

Na základě poznatků z praxe lze předem odhadovat, na kterých místech se otisky ucha především vyskytují. Jsou to zpravidla dveře a okna místností, u kterých osoba poslouchá, zda někdo uvnitř je či nikoliv nebo se snaží odečítat obsah rozhovoru zúčastněných osob přímým odposlechem. Proto ke zkoumání výskytu otisků uší jsou ideální skleněné, dřevěné, lakované nebo umělohmotné povrchy oken či dveří.

Otisky uší nemusí být nalezeny ale pouze na jedné dveřích či oknu v objektu, do kterého bylo provedeno např. vloupání. Otisky lze zpravidla najít např. na všech dveřích či oknech na jedné chodbě, nebo i v celém objektu. Pachatel může tipovat více místností pro realizaci svého plánu.

V Nizozemí je většina otisků uší nalezena na dveřích panelových bytů. Zpravidla jsou nalezeny dokonce ve dvou výškách: jedno místo nálezů bývá poměrně nízko nad podlahou, druhé pak odpovídá výšce zpřimé, za dveřmi poslouchající osobě. Stopy bývají často i na několika patrech, tak jak pachatel tipuje vhodný objekt pro svůj čin.

První procedurou při obhledání místa trestného činu s cílem zajistit upotřebitelné stopy je vizuální prohlídka. Na nejrůznějších druzích povrchu hledáme nejrůznější otisky, včetně otisků uší.



Obr. 7 Ukázka vzniku stopy otisku ucha.

Důležitou roli hraje dobré osvětlení, ať už přirozené nebo umělé. Dobré světlo je základem pečlivého zkoumání. Upřednostňujeme intenzivní umělé osvětlení z větší vzdálenosti před osvětlením z vícero světelných zdrojů. Všechny změny v osvětlení, jako je intenzita, úhel dopadajícího světla, změna pozic předmětů, jejich otáčení mohou podstatně ovlivnit výsledek zkoumání. Některé otisky uší jsou viditelné pouze v nepřímém světle. Při práci s jakýmkoliv předměty musíme být opatrní, abychom nepoškodili stopy.

Latentní otisky jsou zviditelnovány použitím vhodných reagentů, jako jsou nejrůznější prášky pro práci s otisky prstů. Při práci s čerstvými otisky ucha se prášek více lepí na vodnaté komponenty potních usazenin, než při práci s otisky staršími, jejichž usazeniny obsahující tuk jsou pro zkoumání vhodnější.

Nejrozšířenější a nejproduktivnější metodou pro práci s latentními otisky ucha je klasická metoda snímání otisků prstů pomocí daktyloskopického prášku používaná běžně v kriminalistické praxi.

5. VLIV TLAKU NA OTISK UCHA

Protože na otisk ucha má vliv tlak ucha na pevnou podložku, při kterém vzniká tento otisk, samotný otisk ucha z místa činu bude proto vždy odlišný od referenčně pořízeného záznamu, patřícího osobě, která je v průběhu vyšetřování prověřována. Protože tento tlak ale přesně neznáme, nelze jej ani přímo a hned uplatnit při pořizování referenčního záznamu, tj. pořizovat referenční otisk za stejných podmínek, jako byly podmínky (tlak) v prostředí místa činu při vzniku otisku. Podobná situace je při určování směru působení síly, která „tiskne“ ucho k pevnému podkladu a má za důsledek rotaci ucha. Ani směr působení této síly neznáme.



Obr. 8 Zpracování otisku ucha klasickou daktyloskopickou metodou.

Přestože nelze přímo stanovit výchozí podmínky, při kterých vznikl otisk ucha na místě činu, je možné pořizovat různé referenční záznamy a ty pak porovnávat s latentními otisky.

V závislosti na tlaku, kterým je vnější ucho tisknuto k pevnému podkladu, je otisk viditelný nebo není ještě viditelný. S větším tlakem přibývá více markantních bodů, jež se objevují na otisku ucha. Charakteristiky, které byly již vizuálně pozorovatelné, se stávají



Obr. 9 Pořizování referenčního otisku ucha na okenní tabuli s osobou spolupracující.



Obr. 10 Otisk ucha pořízený pod středním (nahore) a maximálním (dole) tlakem.

ještě více zřetelnějšími. Působením tlaku ucho zanechává zřetelnější otisk. Abychom byli schopni studovat změny markantních bodů v otisku ucha při působení tlaku, v praxi pořizujeme minimálně tři referenční otisky – každý pod jiným tlakem. Pak můžeme najít referenční otisk, který byl sejmuto ve stejných podmínkách,

v jakých pachatel zanechal svůj latentní otisk na místě činu. Lze pak posuzovat a predikovat závislosti, jakým způsobem se mění referenční otisk prověřované osoby v závislosti na tlaku.

Při snímání referenčního otisku musíme mít podobným způsobem rovněž na zřeteli úhel sklonu hlavy při „odposlouchávání“ na dveřích, okně nebo jiném předmětu.

6. POŘIZOVÁNÍ REFERENČNÍHO OTISKU UCHA

Pro snímání otisku ucha podezřelé osoby s cílem najít pachatele trestného činu bylo vypracováno několik standardních metod pro pořízení referenčního otisku ucha. Nejrozšířenější je metoda daktyloskopická a fotografická, které se v praxi vzájemně kombinují a doplňují. Způsob snímání otisků ucha záleží i na tom, do jaké míry prověřovaná osoba spolupracuje s vyšetřujícími orgány.

6.1 Metoda daktyloskopická

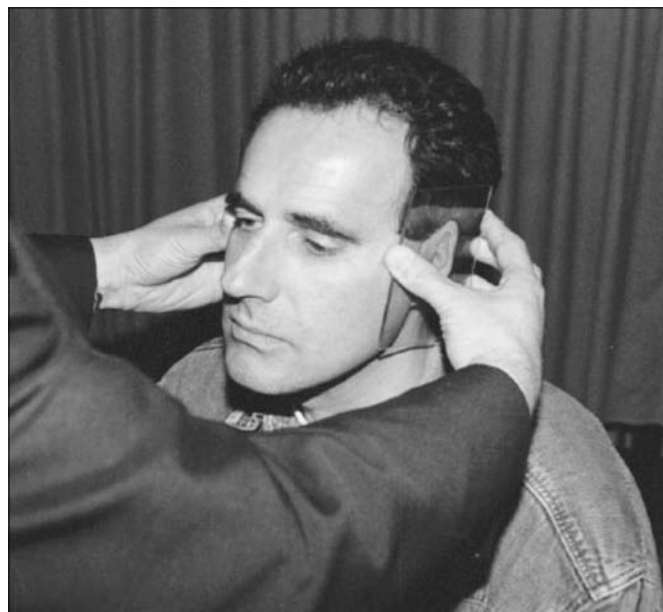
Podezřelá osoba je požádána, aby třikrát „poslouchala“ s přitisknutým uchem ke skleněné výplni dveří, s tím, aby pokaždé byl vyvíjen jiný tlak ucha na podložku. Tlak se stupňuje od normálního tlaku až po tlak maximální. Latentní otisky se pak zviditelňují daktyloskopickou černí a přenášejí na fixační fólie.

6.2 Metoda fotografická

Pravé i levé ucho jsou fotografovány přístrojem, před kterým je připevněna průhledná deska (v konstantní vzdálenosti od objektivu), která je postavena kolmo k hlavě. I v tomto případě je možné vyvolávat různé tlaky ucha na pevnou podložku. Otisky jsou v tomto případě stejně viditelné, jako otisky zhotovené daktyloskopickou metodou. Ideální je pořizovat fotografické snímky v měřítku 1:1. Pomocí fotoaparátu je možné stanovit i příslušné pootočení otisku ucha.



Obr. 11 Fotografická metoda pořízení referenčního otisku ucha.



Obr. 12 Metoda kombinovaná, používaná u nespolupracujících osob.

6.3 Metoda kombinovaná

Pořizování referenčních otisků u osob, které nespolpracují nebo vyvolávají pasivní odpor, se provádí pomocí skleněných nebo průhledných plastových desek, které se tisknou na uši kriminalistickým technikem. Obvykle se pořizuje pět snímků s rozdílnými tlaky. Navíc lze pořizovat i otisky, kde tlak je primárně směřován na přední, zadní, horní nebo spodní část vnějšího ucha. Dále se postupuje jako při daktyloskopické metodě. Pootočení ucha tak, aby odpovídalo pozici latentního otisku, lze provést pootočením průhledných desek ještě před tím, než jsou přitlačena k uchu.

7. POROVNÁNÍ OTISKŮ UCHA

Procedura porovnání dvou otisků ucha má dva základní cíle:

1. Stanovit, zda otisk ucha obsahuje dostatečné množství markantních charakteristik pro porovnání.
2. Stanovit, že samotná procedura je kdykoliv zopakovatelná se stejným výsledkem.

Procedura se skládá ze šesti základních kroků.

7.1 Analýza latentního otisku

Detailní zodpovězení níže uvedených otázek:

- a) Jaký typ daktyloskopického prášku (nebo chemického média) byl použit ke zviditelnění latentního otisku?
- b) Jaký typ fixačního prostředku (fólie, fotografie apod.) byl použit pro fixaci otisku?
- c) Jaké markantní charakteristiky otisku ucha jsou viditelné? Srovnáváme se vzorovým obrázkem, obsahujícím všechny základní morfologické charakteristiky.
- d) Jaké charakteristiky by mohly být individuální a specifické pro tento otisk ucha?
- e) Jsou na otisku viditelné body, na které byl vyvíjen zvýšený tlak?

- f) Jaké další charakteristiky otisk obsahuje? Například otisk textury tváře, hlavy, vlasů, jizev, pupínků, bradavic apod.
- g) Postačují všechny informace ke komparaci s referenčním otiskem?

7.2 Analýza referenčního otisku

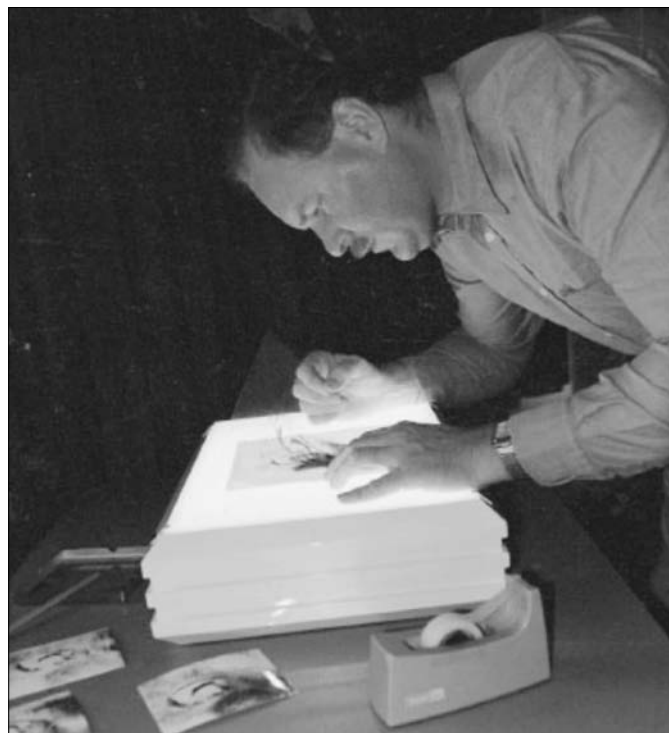
Totéž zopakujeme podle bodu 7.1 pro referenční otisk (zpravidla podezřelé osoby). K bodům a) až g) přidáme následující:

- h) Je pozorovatelný rozdíl ve třech (nebo pěti) referenčních otiscích ucha, pořízených při různých tlacích? Jsme schopni popsat, jak tlak působil na jednotlivé otisky, jak je deformoval?
- i) Jaké rozdíly tím byly způsobeny:
 - i) Jaké části ucha se více zviditelňují, když se zvyšuje tlak na ucho?
 - ii) Které části otisku se stávají více dominantními, při zvyšujícím se tlaku?
 - iii) Jak se mění celkový vzhled a rozměry referenčního otisku působením tlaku?

7.3 Příprava latentního otisku

Na použitém fixačním materiálu závisí celkový počet kroků, které musíme realizovat, abychom získali otisk, který může být fotografován.

Černá želatinová fólie. Jestliže jsme k sejmutí (fixaci) otisku ucha použili černou želatinovou fólii, barevný otisk konvertujeme do černobílých odstínů. Další zpracování (porovnání) otisků probíhá na bílém podkladě (viz dále). Existují speciální, tzv. „dustflash“ technologie, které přímo pořizují záznam na fotografický papír v měřítku 1:1.



Obr. 13 Překrytí neznámého a známého referenčního otisku ucha na prosvětlovacím boxu. Nejprve umístíme neznámý otisk na papíře, ten pak překryváme průhlednou fólií, obsahující referenční otisk.

Bílá želatinová fólie. Tento druh fólie se obecně nedoporučuje pro fixaci otisků ucha. Používá se pak černý daktyloskopický prášek (nebo i saze) pro zviditelňování latentního otisku. Známost skutečností je fakt, že černý prášek dobře nelpí na otisku. Jestliže se ale přesto rozhodneme použít tuto fixační fólii, výsledek závisí na míře viditelnosti otisku. Dobré otisky lze přímo kopírovat, v ostatních případech jsou nejprve foceny a následně tištěny (v měřítku 1:1).

Transparentní (průhledná) fólie nebo páska. Tento typ fixačního média se používá v kombinaci se stříbrným aluminiovým práškem nebo černým daktyloskopickým práškem a může být buď přímo fotokopírován nebo fotografován. V každém případě pak lze vytvořit digitální podobu otisku ucha a tu dále reprodukovat v měřítku 1:1.

7.4 Příprava referenčního otisku

Fotokopie známého (referenčního) i neznámého otisku ucha jsou přeneseny na jednobarevný a průhledný podkladový materiál. Ještě před tím, než uděláme tyto kopie, se musíme přesvědčit, že zachycují všechny nezbytné stopy. Neznámé otisky ucha kopírujeme na jednobarevný papír, zatímco známé (referenční) na papír a transparentní fólii. Všechny otisky musí být kopírovány na stejné kopírce, abychom zajistili stejné zvětšení i kvalitu.

7.5 Porovnání – etapa 1

Kopie neznámého otisku, přenesená na papír, je položena na prosvětlovací box. Průhledná fólie se známým (referenčním otiskem) je položena navrch papíru. Dále postupujeme následovně:

- a) Přiložíme bod tragusu známého otisku ucha na průhledné fólii na bod tragusu neznámého otisku ucha.



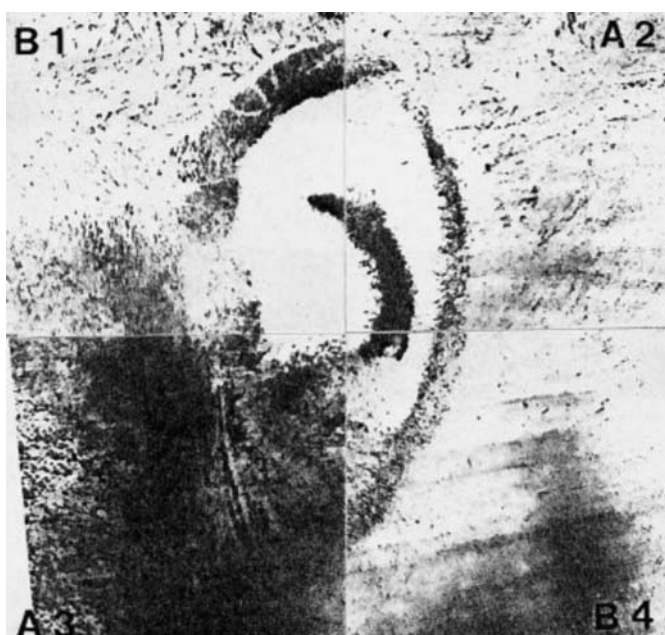
Obr. 14 Vytvoření srovnávací šablony pomocí ocelového rámečku.

- b) List horní průhledné fólie orientujeme tak, aby se ramena závitů ušního boltce obou otisků nacházely ve stejné orientaci, body tragusů se překrývají.
- c) Najdeme body antitragusů obou otisků a pokusíme se je pootočením fólie překrýt.
- d) Jestliže se víceméně přikrývají alespoň tři body podíváme se, zda tvar a velikost otisků jsou shodné.
- e) Podíváme se na křivky dolního a horního ramene anthelixu (pokud ovšem existují) a zjistíme, zda se překrývají.
- f) Totéž provedeme s okrajem helixu.
- g) Zjistíme, zda okraje helixů obsahují nějaké specifčnosti (například Darwinovy výběžky) a opět zjistíme, zda nalezneme shodu. Jestliže detaily víceméně souhlasí, můžeme usoudit, že oba otisky pocházejí ze stejného originálu. Jestliže ano, pokračujeme body h) až j).
- h) Lepicí páskou spojíme fotokopii neznámého otisku ucha s průhlednou fólií, obsahující referenční otisk.
- i) Obě kopie rozřízneme na čtverce, nebo v případě shody textury pokožky na tvářích, na obdélníky, obsahující všechny identifikační markanty.
- j) Šetrně spojíme části rozříznutých papírů lepicí páskou pro další prezentační účely. popsané v následujícím kroku.

7.6 Porovnání – etapa 2

Jestliže předchozí krok byl úspěšný, zopakujeme jeho předchozí body a) až h), přičemž tentokrát použijeme fotokopie neznámého a známého referenčního otisku ucha na papírovém podkladu. Dále pak:

- a) Pomocí pravouhlého ocelového rámečku, který položíme na obě překrývající se, vzájemně lepicí páskou spojené fotokopie, vytvoříme srovnávací čtvercové šablony.
- b) Rámeček orientujeme tak, aby do jeho dvou pomyslných polovin bylo rovnoměrně rozmístěno co nejvíce identifikačních bodů (markantů).
- c) Tužkou obkreslíme vnitřní okraj rámečku. Tím vymezíme čtverec o straně 10×10 cm.

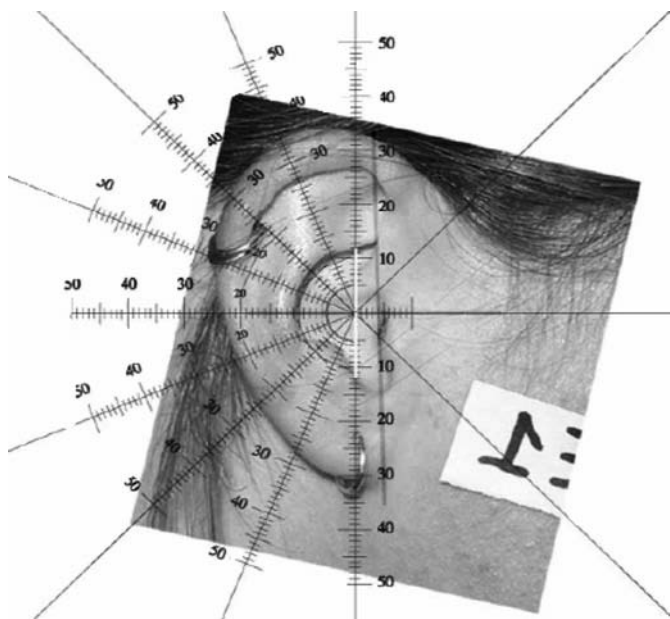


Obr. 15 Kombinace neznámého (A) a referenčního (B) otisku ucha.

8. SOUČASNOST A DALŠÍ ROZVOJ IDENTIFIKACE OSOB NA ZÁKLADĚ UŠÍ A JEJICH OTISKŮ

Za současné průkopníky odborná veřejnost považuje američana Alfreda V. Iannarelli a nizozemce Cornelia van der Lugta, kteří se problematikou intenzivně zabývají od druhé poloviny 20. století. Doménou Iannarelli je rozpoznávání osob podle uší (zachycených na fotosnímku), zatímco jeho kolega Lugt se specializuje primárně na otisky uší.

Alfred V. Iannarelli obětoval studiu ucha více než 40 let svého života. Iannarelli pracoval 30 let jako zástupce šerifa v Kalifornii v Alameda County, později jako šéf policejní úřadovny v kalifornské State University v Haywardu. Studium vzhledu ucha se začal zabývat již v roce 1948. Je autorem knihy „Ear Identification“, která se dlouho jako jediná zabývala morfologií vnějšího ucha. I když je V. Iannarelli osobně přesvědčen, že lidské ucho je jedinečné stejně jako otisky prstů, nikdy nedokázal přesvědčit odbornou vědeckou veřejnost, že jím stanovený obor „earology“ je skutečně vědní disciplínou. První verzi své knihy vydává vlastním nákladem v roce 1964.



Obr. 16 Pomůcka pro měření geometrických charakteristik ucha.

Iannarelliho kniha vychází z jeho studia více jak 7 000 otisků. V knize autor definuje svůj vlastní klasifikační systém pro rozpoznávání osob podle jejich uší. Tento systém je primárně založen na rase a pohlaví, které se podle něj promítají do podoby ucha a sekundárně na 12⁶⁾ měřitelných antropometrických charakteristikách. Aby je bylo možno změřit, ucho se geometricky dělí na 8 stejnojmenných částí. To se uskutečňuje pomocí speciálního skleněného přístroje (viz obr. 16), na kterém je v jedné jeho polovině nakreslena soustava přímek, protínající se v jediném bodě. Každá dvojice přímek svírá mezi sebou úhel 22,5°. Od středu soustavy (který se umísťuje do optického středu ucha – do centra zvukovodu) je vynesena milimetrová stupnice. Orientace měřicí pomůcky na obrázku ucha je patrná rovněž z obrázku. Měří se vzdálenosti markantních bodů po jednotlivých osách a mezi sebou. V případě potřeby (shoda obrazů ucha) se dodatečně měří dalších 6 bodů. Kniha neobsahuje žádnou bibliografii a vychází pouze z osobních zkušeností policejního praktika.

Důležitá je skutečnost, že práce s fotografií ucha (která může být odvozena i z videokamery nebo ze záznamu bezpečnostní kamery), je úplně odlišná od práce s latentními otisky ucha. Reálné ucho nebo jeho obrazový záznam v měřítku 1:1 je vždy vhodný ke geometrickému měření, zatímco u otisku ucha toto zpravidla není možné často realizovat, protože v otisku zpravidla chybí určité markantní body. Přesto ale lze identifikovat osobu – původce otisku ucha.

Iannarelli se v roce 1985 účastní ve Floridě jako vyhlášený policejní expert soudního sporu „People versus Anzillotti“ s kalifornským vrahem. Po té, co aplikovaná metoda Iannarellim nebyla na základě tohoto sporu vědeckou veřejností shledána obecně platnou pro forenzní účely, je Iannarellimu dokonce

zakázána činnost. Podstatnou roli ale sehrála specifika amerického soudnictví, která napomohla tomuto verdiktu. V informačních zdrojích se pak objevuje řada příspěvků na téma „je americké ucho opravdu odlišné od evropského?“.

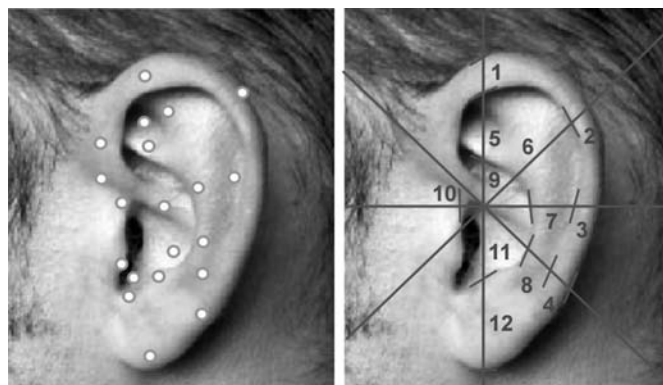
Druhé, tentokrát již řádné nakladatelské vydání knihy [3] od Paramont Publishing Company of Fremont, California, vychází v roce 1989. V druhém vydání autor doplňuje kapitolu o práci s otisky uší, které se v policejní praxi stále více objevují. Dopouští se ale bohužel zásadní chyby při snímání referenčního otisku. Ten je jen jeden a je „sejmut pod stejným tlakem, jakým podezřelá osoba tiskla ucho na pevnou podložku“. Jak byl tento tlak ale veliký, nebo jakým způsobem to zjistit, autor již neuvádí. Na práce Iannarelliho navazuje nizozemský kriminalistický technik Cornelius van der Lugt, který se tlakem na vnější ucho již seriózně zabývá a hledá způsob, jak tento parametr implementovat do pořizování referenčního otisku. Jeho prezentační metoda, v anglofonní praxi označována jako „side-by-side“ (hranou k hraně), byla právě popsána v bodu 7.6.

Cornelia van der Lugta neúspěchy jeho amerického kolegy neodradily a se systematickou pílí a urputilostí policejního experta postupně odstraňuje nedostatky, jež byly vytýkány americkému kolegovi Iannarellimu. Lugt vychází z jeho díla a velkou pozornost věnuje otiskům uší a jejich porovnávání. Zabývá se způsobem fixace latentního otisku, pořizováním referenčního otisku s ohledem na různé tlaky ucha na podkladový materiál. Je úspěšnější, jeho důkazy byly již akceptovány Nizozemským královským soudem.

8.1 Počítačové vidění ucha

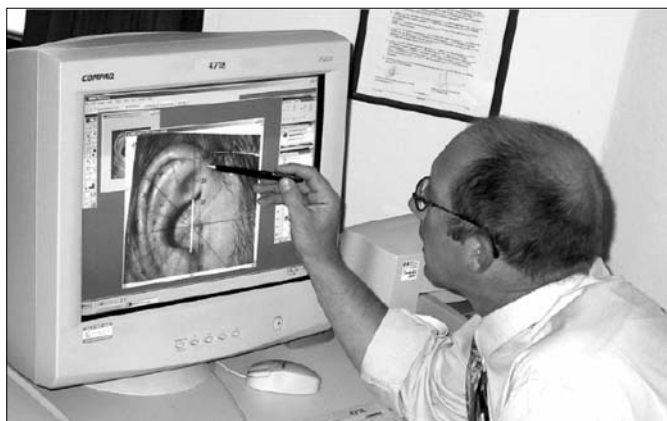
Biometrické využití tvaru lidského ucha může být dalším podpůrným nástrojem pro automatickou identifikaci nebo verifikaci osob. Tak například aplikační software, nezbytný hardware (kamery, bezdrátové a další přenosové technologie) určený pro zpracování a vyhodnocování identity člověka na základě jeho tváře v sobě již obsahuje potřebné komponenty k automatickému počítačovému vyhodnocování identity osoby pomocí tzv. počítačového vidění – rozpoznávání tvarů, objektů.

Typickým příkladem může být podpůrná identifikace ve spojení s bankovními automaty. Většina z nich dnes v zahraničí je vybavena kamerou nahrávající tvář vybírajícího finanční



Obr. 17 Vlevo: Základní anatomické charakteristiky, které jsou uvedeny na obr. 5. Vpravo: Udávané geometrické charakteristiky dle Iannarelliho metodiky. Měří se velikosti úseček. Úsečky jsou vymezeny kótovacími čarami nebo středem souřadnicového systému a na obrázku jsou označeny čísly.

⁶⁾ V některých zemích se při vyhodnocování shodnosti otisku prstů používá shody právě 12 daktyloskopických markantů.



Obr. 18 Ukázka počítačového zpracování měření geometrických charakteristik vnějšího ucha. Pracoviště nizozemského oddělení identifikace obětí.

hotovost. Kamery mohou být poměrně jednoduše dovybaveny soustavou optických zrcadel, umožňujících souběžné snímání tváře i uší. Zatímco uživatel provádí identifikaci pomocí svého PIN, kamera zaznamenává podobu osoby a aplikace paralelně provádí automatické ověření identity osoby.

Dalším typickým příkladem možného využití biometrie ucha je objektová bezpečnost, kde mohou existovat různé úrovně – zóny přístupu. Situace se obvykle řeší vlastnictvím technologických „tokenů“. Zpravidla to jsou čipové karty či jiné prvky, vybavené pasivním vysílačem určitého kódu, jež pak v technologické návaznosti otevírá dveře, umožňuje volbu patra ve výtahové kabině apod. Na základě vyhodnocení je (nebo není) pak osoba autorizována pro vstup. Slabostí tohoto přístupu je fyzická přenositelnost tokenu. Aby byl nedostatek eliminován, jsou vstupní kontrolní body doplňovány kamerovými systémy. Obrazový záznam je sveden do dispečinku bezpečnostní služby pro účely dodatečné vizuální kontroly.

Praxe je ale taková, že videozáznamy se vyhodnocují až po bezpečnostním incidentu a v průběhu každodenního vstupu osob do objektů strážci monitorům zpravidla nevěnují pozornost. Je pochopitelná proto snaha proces automatizovat a zvýšit jeho spolehlivost. K tomu lze využít právě technologie rozpoznávání uší a tváří, které jsou dnes dobře integrovatelné s kamerovými zabezpečovacími prvky. Vstupní kontrola může být nastavena například tak, že osoba se nejprve identifikuje sama, paralelně nebo následně (záleží zda bude využita identifikace nebo jen verifikace) pak aplikace sama stanoví identitu osoby. V případech, kdy nedojde ke shodě obou procesů, je automaticky upozorněna dozorcí osoba a ta na základě dalších postupů rozhodne, zda osobu vpustit či nikoliv do chráněného prostoru.

9. TECHNOLOGIE POČÍTAČOVÉHO VYHODNOCENÍ OBRAZU UCHA

Metoda, kterou navrhl Iannarelli, vychází historicky z doby, kdy měření bylo realizováno pouze manuálně. Připomeňme, že měření probíhalo na fotografiích, kde bylo ucho zobrazeno v poměru 1:1 ke své originální podobě.

Zároveň je zřejmé, a to uvádí i autor samotný, že tato metoda založená na výše popsaném souřadnicovém systému, může být velice zranitelná. Záleží totiž na přesném určení výchozí polohy pěti os ve vztahu k obrazu ucha. Poloha souřadnicového systému je dána jeho středem a pootočením. Oba faktory závisí na anatomicko-geometrických charakteristikách a mohou být subjektivně ovlivněny lidským faktorem experta provádějícím měření.

Iannarelliho metoda není vhodná pro automatické počítačové zpracování. Metody počítačového vidění nedokáží totiž nalézt uměle zavedené markanty, které definoval člověk, aby mohl zavést určitý klasifikační systém.

Podobná situace nastala i v minulosti v případech využití otisků prstů nebo vzhledu tváře, jejichž cílem je automatické (nebo automatizované) určení identity osoby.

První počítačové aplikace vycházející z uměle vytvořeného, graficky orientovaného klasifikačního systému na základě poznatků expertů, sice určitým způsobem ze začátku pracují. Ukazuje se ale, že jsou však nepřesné nebo nedostatečné a pro praxi tedy nevhodné. Teprve až sofistikované přístupy, založené na rozpoznávání obecných obrazců a objektů, přináší své ovoce. I když jsou poměrně vysoce přesné a v praxi bezchybně fungují, pro intuitivní, laické vnímání jsou složité a těžko názorně jednoduše představitelné. Odsud pochopitelně vyplývá subjektivní nedůvěra soudů i laické veřejnosti ve spolehlivost těchto metod.

9.1 Základní postupy strojového zpracování

Počítačové zpracování ucha pro identifikačně-verifikační metody se skládá z následujících základních etap:

Pořízení snímku. Pro zpracování stačí černobílý obraz s dostatečným počtem odstínů šedi, pořízený dnes nejčastěji CCD kamerou, pracující i v poměrně stížených světelných podmínkách. Ucho lze chápat jako součást hlavy a lze proto dnes běžně využívat technologie, určené pro rozpoznávání tváře. I zde platí, že nejprve na obrazové scéně musí být nalezena hlava se svými jednotlivými orgány. V našem konkrétním případě pak ucho.

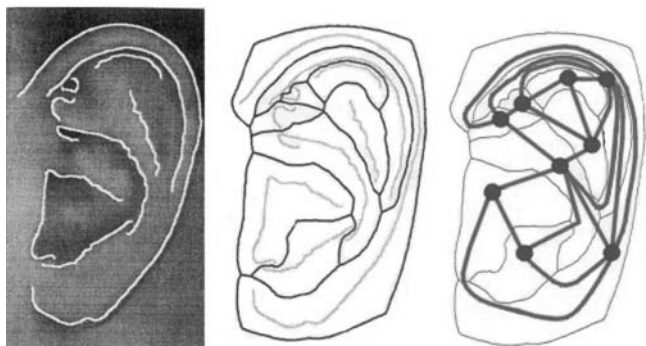
Lokalizace. Pomocí matematických metod pro analýzu deformovatelných objektů (jejich kontur) se na snímku rozpoznává vnější ucho.

Detekce hran. Pomocí standardních postupů se ve snímku hledají základní kontury charakterizující ucho.

Extrakce identifikačních křivek. Ze všech základních kontur ucha se vybírají ty nejdůležitější. V některých metodách jsou to např. ty, které jsou delší než 10 mm. Ostatní se pro další zpracování nevyužívají. Aby výsledek porovnání byl co nejlepší a zbavili jsme se všech možných nepřesností, jako je vliv kvality obrazu apod., pro vyhodnocování se nepoužívají přímo křivky (kontury) ucha, tak jak je sami pozorujeme pouhým okem. Využívají se matematické modely grafů.

Grafický model. Pomocí tzv. Voronoiho diagramu se ucho člení do přesně vymezených oblastí. Základní myšlenka je patrná z Obr. 19. Z obecného Voronoiho diagramu je odvozen další, v anglické terminologii nazývaný *neighbor* (okolní, sousední, zobecněný) graf, ve kterém jsou definovány centrální body ležící v těžišti jednotlivých oblastí původního diagramu.

Identifikačně-verifikační závěry se stanoví porovnáním množiny uměle vytvořených identifikačních bodů, markantů, které jsou uzly grafů (pravá část obr. 19).

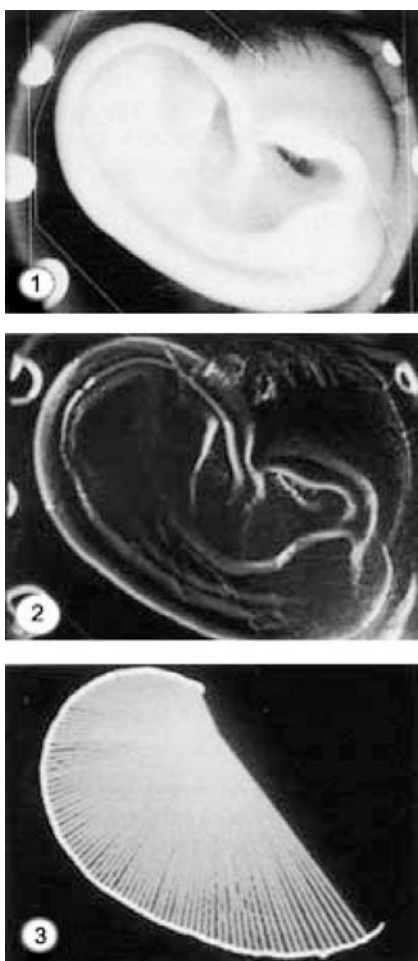


Obr. 19 V původním snímku ucha jsou nalezeny základní identifikační kontury. Pomocí metody Voronoiho diagramu a grafu jsou vytvořeny identifikační charakteristiky, určené pro definitivní vyhodnocení obrazu.

Biometrickou aplikaci založenou na srovnání tvaru ucha vyráběla francouzská firma *Art Technique*. Přístroj (nazývaný *Optophone*) vypadal jako telefonní sluchátko se zdrojem světla a snímací kamerou.

9.2 Využití termovize

Hlavní nevýhodou biometrie ucha je skutečnost, že v okamžiku, kdy je ucho překryto vlasy, což bývá poměrně často, a nejen u žen,



Obr. 20 Pracovní snímky z přístroje *Optophone*. Rozpoznávání ucha bylo založeno na vyhodnocování vnějšího konturu ušního boltce. Horní obrázek představuje originál ucha, prostřední pak jeho digitalizovaný obraz.

nelze pozorovat, natož pak rozpoznávat tvar vnějšího ucha osoby. V případě, že používaná aplikace je aktivního charakteru, to nemusí být na závadu, protože prověřovaná osoba sama odkryje vlasy, překrývající ucho. Aktivní aplikace předpokládá spolupráci.

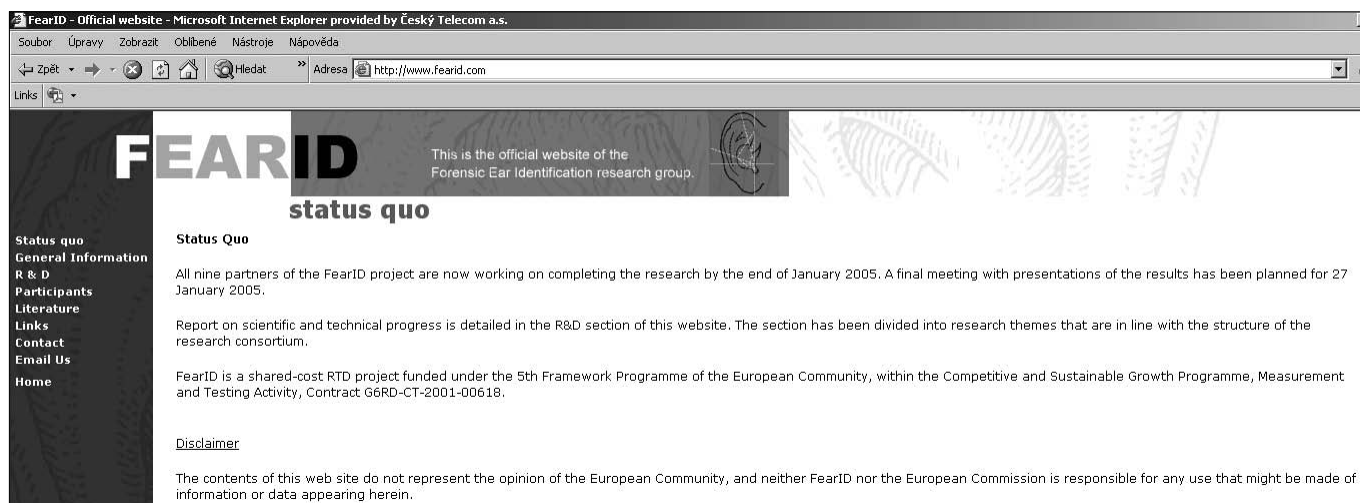
U pasivních aplikací se naopak předpokládá, že prověřovaná osoba nebude vykonávat žádnou zvláštní činnost, aby umožnila nebo usnadnila identifikačně-verifikační proces. U plně nebo částečně zakrytých ušních boltců lze výhodně využít snímání obrazu ucha v infračerveném pásmu. Využívá se skutečnost, že teplota vlasů osoby se pohybuje v pásmu 27,2 až 29,7 °C, zatímco ucha při normálních klimatických podmínkách je 30,0 a 37,2 °C. Teplota se na povrchu ucha mění a izotermy odrážejí anatomický tvar ucha. Těto skutečnosti se využívá pro získání snímku ucha podobně jako při pořízení záznamu dnes klasickou CCD kamerou. Termogram pak odstraňuje nedostatky, vyplývající ze zakrytí ucha vlasy, popř. jiným materiálem.

10. MEZINÁRODNÍ VÝZKUM

Výzkumem tvaru vnějšího ucha pro identifikační účely se v 21. století zabývá v Evropě několik vědecko-výzkumných institucí. Význam a obrovské potenciální možnosti tohoto lidského orgánu ve spojení s moderní výpočetní technikou si uvědomují jak policejně-soudní (forezní) orgány a instituce, tak i výrobci „civilních“ biometrických aplikací. Ucho může stejně dobře sloužit jako trasologický materiál (stopy, v podobě otisků uší) zanechané na místě trestného činu, tak i dokumentační materiál zachovaný na záznamovém médiu kamer nebo i jako logický doplněk aplikací rozpoznávajících lidské tváře. Využití je rozmanité – od typických forezních úloh až po komerční aplikace pro autentizaci přístupu oprávněných osob do chráněných objektů či technologií.

Historicky silné kořeny má racionální Nizozemí, kde díky osobnosti Cornelia van der Lugta vznikl mezinárodní a meziresortní projekt *FEARID (Forensic EAR IDentification)*, kterého se účastní přední západoevropské university Nizozemí, Velké Británie a Itálie společně s kriminalistickými expertizními pracovišti těchto a dalších zemí. Na společném projektu pracují:

- **Police Education and Knowledge Centrum.** Znalostní a vzdělávací centrum nizozemské policie je garantem pro vzdělávání a atestaci kriminalistických expertů a specialistů na ohledání místa trestného činu. Tato instituce je primárním zadavatelem celého projektu.
- **European Commission Research Programs.** Koordinační centrum vědecko-výzkumných úloh EU.
- **NFGD Zoetermeer BV.** Softwarová společnost, zaměřující se na digitální zpracování obrazu. Je nositelem know-how na digitalizované zpracování stop, zejména daktyloskopických, které je standardně využíváno nizozemskými bezpečnostními sbory.
- **Leiden University Medical Center.** Projektu se účastní anatomický ústav.
- **Netherland Forensic Institute.** Vědecký garant projektu, odpovídající za využitelnost výzkumu ve forezních vědách.
- **TNO.** Nizozemská vládní organizace pro výzkum v oblasti aplikovaných věd. Garant počítačového zpracování, tvorby specializovaných databází a algoritmů pro zpracování obrazů a otisků ucha.



Obr. 21 Internetové stránky mezinárodního projektu FEARID.

- **Huddersfield University.** Garant algoritmů rozpoznávání obrazů, v tomto případě podoby a otisků ucha.
- **University of Glasgow.** Projektu se účastní ústav forenzní medicíny, specializované pracoviště patologie a rozpoznávání tváří. Profesionální orientace na forenzní identifikaci osob.
- **University of Padua.** Pracoviště soudní antropologie a identifikace.
- **Mixed Media.** Softwarová společnost, vytvářející výuková a prezentační CD s forenzní tematikou.

Policejní sbory dnes v každodenní praxi pro identifikační účely používají otisky prstů (zpracovávané s využitím AFIS) a identifikaci založenou na struktuře DNA, jejíž část je rovněž ukládána a vyhodnocována v podobě úzce specializovaných SW nástrojů. Integrace Evropské unie směřuje i do jednotných standardů tak, aby v členských zemích EU byla forenzní praxe jednotná.

Jelikož ucho je velmi zajímavým objektem pro jednoznačnou identifikaci osob, veškeré úsilí směřuje do korektního vědeckého zmapování dané problematiky, vytvoření standardních metod a postupů, včetně nalezení vhodných SW algoritmů pro automatizované zpracování obrazů nebo otisků ucha. Z hlediska forenzní antropologie byla již vytvořena základní klasifikační teorie markantních bodů vnějšího ucha, která se dále upřesňuje a rozvíjí. Standardizují se metodiky pořizování obrazů i otisků ucha a automatizované způsoby jejich vyhodnocování. Z matematického a technologického hlediska se jedná o modely a algoritmy pořizování snímků, lokalizace ucha, pre-procesing, segmentaci a extrakci markantních bodů s konečným cílem rozpoznávání obrazců tvořených uchem a následnou identifikací/verifikací zájmové osoby. Pro danou problematiku existují velmi podobné, i když specifické, přístupy při zpracování otisků prstů nebo rozpoznávání tváří, tak, jak jsme je popsali v předchozích kapitolách.

Cílem projektu není ale jen vytvořit standardní metodiky či jiné SW nástroje, ale založit a naplnit dostatečně velkou referenční databázi obrazů a otisků uší, která bude v budoucnu sloužit jako etalon pro praktické zkoušení a ověřování všech postupů a technologií. Důležité je i skutečnost, že v databázi by mělo

být zastoupeno co nejvíce záznamů nejružnějších etnických a národnostních skupin obyvatelstva EU.

11. LITERATURA

- [1] VAN DER LUGT C.: Ear prints. *In Siegel, J. A. et al: „Encyklopedia of Forensic Science“, 2000.*
- [2] VAN DER LUGT C.: Earprint identification. *Elsevier bedrijfsinformatie 2001.* ISBN 90 5749 912 6
- [3] IANNARELLI A.V.: Ear identification. *Paramont Publishing Company of Fremont, California.* ISBN 09 6231 780 2
- [4] BURGE M., BURGER W.: Ear biometrics for machine vision, 21st Workshop of the Austrian Association for Pattern Recognition. *Hallstatt. ÖAGM. R. Oldenbourg Verlag, 1997.*
- [5] BURGE M., BURGER W.: Identification using ear biometrics, 22nd Workshop of the Austrian Association for Pattern Recognition, pp.195–204. *ÖAGM. R. Oldenbourg Verlag, 1998.*
- [6] www.universum.cz
- [7] www.fearid.com
- [8] www.lsop.nl
- [9] www.cordis.lu
- [10] www.nfgd.nl
- [11] www.lumc.nl
- [12] www.tpd.tno.nl
- [13] www.hud.ac.uk
- [14] www.gla.ac.uk
- [15] www.bio.unipd.it
- [16] www.mixedmedia.nl