



KLÍČ K IDENTITĚ

BIOINFORMATIKA A FORENZNÍ VĚDY

„Řešíme stejné věci, jen každý z jiného pohledu, a v budoucnu bychom rádi spolupracovali,“ uvedla Mgr. Halina Šimková společný seminář vědců a kriminalistů, který se konal 29. března 2006 ve vile Lanna. Vědecký obor genetika se bouřlivě rozvíjí nejen v základním výzkumu, ale badatelské výsledky jsou netrpělivě očekávány, aby se mohly aplikovat v praxi. A nejsou to jen zločinci, jež nové metody pomáhají spolehlivě odhalit. Také oběti katastrof nebo naše pradávnné předky pomůže identifikovat někdy i nepatrný a zdálo by se, že zcela zničený vzorek.



Hlavní organizátorka semináře a ředitelka EuroMISE centra prof. Jana Zvárová představila společné pracoviště Univerzity Karlovy v Praze a Akademie věd ČR EuroMISE centrum, které v roce 2005 zorganizovalo v prostorách Ústavu informatiky AV ČR tříměsíční postgraduální kurz forezní genetiky pro pracovníky policie specializované na kriminalistiku. Potřebu dalšího vzdělávání policistů, kteří pracují přímo na místě činu, zdůraznil náměstek policejního prezidenta plk. Oldřich Martinů. Výsledky výzkumu vedou k neustálému zjednodušování a zpřesňování metod práce, ale také k nutnosti průběžného doškolování. Předseda Akademie věd ČR prof. Václav Pačes zavzpomínal na složité počátky forezních metod, kdy se značilo radioaktivními látkami. Nynější metody PCR (polymerázová řetězová reakce) jsou podstatně jednodušší, pracuje se se stále kratšími úseky DNA, vývoj pokračuje rychle kupředu. A ke všem novým trendům v této oblasti je Akademie věd ČR připravena pořádat kurzy, které na ně budou reagovat. Skutečnost, že mohou kriminalisté spolupracovat s vědci, považuje za velmi významnou také ředitel Kriminalistického ústavu Praha plk. Jan Hlaváček. Ani ředitel Ústavu informatiky AV ČR prof. Jiří Wiedermann by podle svých slov ještě před pár lety nečekal, že by jeho ústav mohl v této oblasti spolupracovat. Informatika je dnes stále interdisciplinálnější, a protože v přírodě lze počítat všechno, je nasnadě, že se uplatňuje i genetické počítání.

White první polymorfnní RFLP marker. O osm let později, v r. 1988, použila FBI poprvé analýzu DNA při vyšetřování násilné trestné činnosti. Za dalších deset let byly definovány a dohodnuty polymorfizmy CODIS systému, což také umožňuje mezinárodní spolupráci. Od roku 2000 se analýza DNA začíná automatizovat a ročně jsou analyzovány desítky tisíc vzorků.

Pro Akademický bulletin doc. Ivan Mazura doplnil:

V České republice začala identifikační analýza v letech 1988–1989, kdy profesori Brdicka a Ferák provedli základní genetické analýzy pro určení otcovství a další drobné kriminalistické identifikace. V roce 1990–1991 následovaly fakticky první znalecké posudky, které se v tehdejší Československu uskutečnily, a následně bylo rozhodnuto, že se v Kriminalistickém ústavu zřídí samostatná genetická laboratoř. Laboratoře, které navštívil i prof. Pačes (AB 9/2005), se budovaly už podle všech doporučení a pravidel Interpolu.

Jaké množství testů zvládnou Vaše genetické laboratoře?

V tehdejší době, na počátku devadesátých let, byly asi i ty nejlepší laboratoře schopny za rok zvládnout desítky, maximálně stovku až dvě analýz. Metodologie se však postupně vyvíjela a zrychlovala a v současné době jsou to už tisíce vzorků. Kriminalistický ústav, pokud je mi známo, je schopen v rutinní práci prozkoumat dnes již tisíce vzorků ročně. Samozřejmě ve špičkových evropských laboratořích s vyšší kapacitou pracovníků je vyšší i kapacita analyzovaných vzorků.

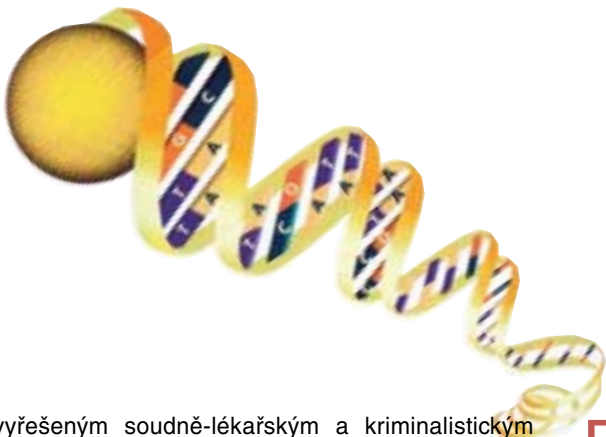
Dovolím si použít část Vaší úvodní otázky: Kam směřujete?

Po dvaceti letech dospěla forezní genetika k rutinní identifikaci, která dnes znamená identifikaci osoby nebo stop nalezených na místě činu. To je základním kamenem práce Kriminalistického ústavu. V budoucnu bude určitě třeba určovat stáří nalezeného jedince, protože to je velkým a dosud ne-



Doc. Ivan Mazura
z Katedry
antropologie
a genetiky člověka
PřF UK





vyřešeným soudně-lékařským a kriminalistickým problémem, dále určovat stáří stopy (vyšetřovatel např. mnohdy potřebuje vědět, od kdy jsou na místě činu krevní stopy). Kriminalistická historie pamatuje závažné případy znásilnění, kdy nebylo možné morfologicky určit, zda poševní výtěr (směsný vzorek), který byl natřen na podložní sklíčko, obsahoval spermie či nikoliv (tj. morfologicky odlišit jednotlivé buňky různého pohlaví). Dnes nám např. metoda laserové mikrodisekce – špičková technika s velmi tenkým laserovým paprskem – dovoluje vyříznout konkrétní buňku z preparátu, a my ji tak můžeme identifikovat a zjistit její genetický profil. To je významný metodický posun. Problémů je velmi mnoho a věda v kriminalistické praxi může hodně pomoci.

S prof. Pačesem jste se shodli, že pokrok přichází ve skocích. Očekáváte v nejbližší době nějaký skok?

Naprostu se shoduji s prof. Pačesem, protože jsem už sám v minulosti některé metodické skoky zažil. A jak jsem naznačil v přednášce, forenzní genetika udělala za dvacet let už nejméně dva skoky. První v roce 1985, kdy se objevily satelitní úseky lidské DNA, variabilní místa v lidském jaderném genomu. Druhý skok nastal s používáním kapilární elektroforézy, kdy se celá technologie identifikace začala automatizovat, a tím i zrychlovat celá analýza. Diskriminační a výpovědní hodnota výsledku byla silnější než kdykoli předtím. V současnosti se pracuje na tom, že by teoreticky bylo možné uložit polymorfní místa na jediný oligonukleotidový čip. Takže by se na mikročip vešlo mnohem více míst k vyšetřování než je užíváno dnes; mohlo by jich být např. 100–200 i více. Když máte k analýze jedinou buňku a potřebujete získat co možná nejvíc informací, tak vám takto malé sklíčko zvyšuje pravděpodobnost nálezu více genetických profilů, než poskytuje současná technika využívající kapilární elektroforézu. Četnější variace DNA polymorfních míst umístěných na mikročip může, dle mého názoru, v budoucnosti výrazně přispět ke zlepšení individuální identifikace vzorků biologického materiálu, shrnul doc. Ivan Mazura.

Poměrně nedávná neštěstí, ať už zapříčiněná přírodními silami či lidskou zvláštností, nenechala nikoho na pochybách, jak obrovské možnosti dnes skýtají moderní metody identifikace osob. K tomuto tématu si připravily přednášku s názvem *Využití bioinformací při identifikaci obětí hromadných katastrof* RNDr. H. Eliášová a Mgr. Halina Šimková.

Přednáškový blok uzavřelo pojednání *Interaktivní zubní kříž pro potřeby identifikace osob* autorů prof. T. Dostálové, prof. Jany Zvárové, M. Pieše, MUDr. Z. Teuberové a Mgr. J. Špidlena.

Specialistům na kriminalistiku, kteří po tříměsíčním studiu úspěšně složili soubornou závěrečnou zkoušku, nastal v závěru semináře kýžený okamžik, když převzali osvědčení o dalším rozšíření svého vzdělání – absolvování kurzu *Forenzní genetika*.

Prof. **Janu Zvárovou** jsem požádala, aby čtenářům *Akademického bulletinu* přiblížila společně pracoviště EuroMISE centrum neboli Evropské centrum pro medicínskou informatiku, statistiku a epidemiologii.

EuroMISE centrum UK a AV ČR vzniklo v roce 1994, kdy jsme řešili evropský projekt, jenž se týkal vzdělávání v oblasti medicínské informatiky, statistiky a epidemiologie. Jedním z jeho cílů bylo ustavit mezioborové pracoviště. Za českou stranu se projektu zúčastnil Ústav informatiky AV ČR, dále několik fakult Univerzity Karlovy v Praze a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, projekt však spojoval ještě dalších 11 evropských univerzit a výzkumných ústavů. V roce 2000 se EuroMISE centrum rozšířilo o VŠE a dvě nemocnice s podporou programu výzkumných center MŠMT ČR. V roce 2001 byl při spolupráci 1. lékařské fakulty UK a Oddělení medicínské informatiky ÚI AV ČR založen v rámci EuroMISE centra obor doktorského studia „Biomedicínská informatika“, který je jedním z oborů postgraduálního doktorského studia biomedicíny. V současné době umožňuje EuroMISE centrum dlouhodobou mezioborovou spolupráci Oddělení medicínské informatiky ÚI AV ČR s Univerzitou Karlovou v Praze, zejména s 1. lékařskou fakultou, Matematicko-fyzikální fakultou a s Přírodovědeckou fakultou, kde má genetika silné zázemí. Vznikají tak velmi zajímavé úlohy, které z výzkumného, matematického a informatického hlediska navazují na forenzní genetiku.

Kriminalistický ústav projevil zájem o vyšší vzdělání svých odborníků, kteří v této oblasti pracují, neboť analýzy jsou v současné době stále složitější, využívají se nové informační technologie i nové přístupy. Proto jsme v rámci EuroMISE centra pro tyto pracovníky připravili kurz, jenž se konal od září do prosince roku 2005. Jeden týden praktických cvičení jsme



FOTO: DOROTHEA BYLICA, ARCHIV TIO

Využití bioinformací při identifikaci obětí hromadných neštěstí bylo tématem přednášky dr. Hany Eliášové a Mgr. Haliny Šimkové.

Seminář Bioinformatika a forenzní vědy byl částečně podporován projektem 1ET200300413 AV ČR.

Výbrus lidského zubu v polarizovaném světle. Sagitální výbrusy zubů slouží k určení věku jedince.

uskutečnili v Ústavu soudního lékařství v Brně. Kurz forenzní genetiky sestával z řady předmětů; genetiku vyučovali hlavně pracovníci Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, biomedicínskou informatiku a statistiku pracovníci Oddělení medicínské informatiky Ústavu informatiky AV ČR.

V dnešní přednášce hovořila prof. Dostálová na téma Interaktivní zubní kříž pro potřeby identifikace osob. Jedná se o elektronický záznamový systém pro zubní lékaře, který je použitelný i v kriminalistice. Jak mohou aplikovat software, který jste připravili, zubní lékaři?

Na základě dlouhodobého výzkumu v letech 2000–2004 jsme v EuroMISE centru vytvořili multi-mediální, univerzální distribuovaný zdravotní záznam MUDR. Lékaři z 1. LF UK a VFN dokonale popsali

znalosti současné stomatologie. Tyto formalizované znalosti umožnily pracovníkům Oddělení medicínské informatiky ÚI AV ČR vytvořit elektronický zdravotní záznam pro zubní lékařství včetně nové softwarové komponenty tzv. interaktivního zubního kříže. Interaktivní zubní kříž umožňuje stomatologům sbírat všechna data, která zubní lékařství požaduje. Stomatologové však mohou zaznamenávat informace mnohem podrobněji než doposud. Mohou přesně vyznačovat na jakou část zubu použili jaký materiál apod. Nejdůležitější

ale je, že záznam vzniká v čase. Lze tak sledovat vývoj, zhodnotit stav chrupu v zadaném termínu, zda do něj zasahoval někdo jiný atd. Záznam umožňuje velmi přesný a detailní sběr dat, která mohou být následně využita i pro statistické účely. Data mohou být použita pro systémy pro podporu rozhodování, jimiž bychom se rádi v budoucnu zabývali, protože nabízí řadu dalších výzkumných směrů. Interaktivní zubní kříž zatím používá stomatologická klinika 1. lékařské fakulty UK. Během kurzu forenzní genetiky jsme zjistili, že výborně vyhovuje i kriminalistům z hlediska jejich praxe.

Myslím, že to je jeden z nástrojů, který by mohl dosáhnout poměrně rozsáhlé aplikace při sběru stomatologických údajů, pokud se ho podaří prosadit. Navíc je dokonalejší, než jsou formuláře Interpolu.

FOTO: JAROSLAV TICHÝ, ARCHIV AUTORA



RNDr. Martina Krátkého z oddělení genetikých expertiz KÚP jsem se zeptala na vzorek 632, o němž během odpoledne padla několikrát zmínka.

Analýza tak velkého počtu vzorků se stala prvním genetickým screeningovým testem populace, který se uskutečnil v České republice. Na přelomu let 2003–2004 byla v okrese Kladno zavražděna nezletilá dívka. Jedinou použitelnou stopou z místa činu byl biologický materiál nalezený za jejími nehty. Z tohoto materiálu jsme stanovili genetický profil osoby mužského pohlaví a ten jsme srovnávali s dodanými srovnávacími vzorky podezřelých vytypovaných osob.

Ne každý je asi ochoten biologický materiál poskytnout. Jak se to řeší?

V zákoně je stanovena povinnost strpět oběť biologického materiálu. Je stanovena i pořádková pokuta až do výše 50 000 Kč za odmítnutí odběru, ale neexistuje žádný mechanismus, jak člověka donutit odběr strpět. Zaplatí-li pokutu, materiál mu odebrat nelze. *(Zdá se však, že v brzké době dojde ke změně, protože Sněmovna přijala novelu zákona, jež vzorky odebrat umožní – pozn. red.)* Ve zmiňovaném případě vraždy se nejprve odebíraly srovnávací vzorky stěrů ústní sliznice od vytypovaných osob, od recidivistů, sexuálních deviantů, což ale nevedlo k žádnému cíli. Proto byl zvolen screeningový test mužů žijících ve vesnici, odkud pochá-



FOTO: DOROTHEA BYLICA, ARCHIV TIO

Prof. Jana Zvárová, ředitelka Evropského centra pro medicínskou informatiku, statistiku a epidemiologii, společného pracoviště UK a AV ČR

Dr. Martin Krátký, specialista na genetiku Kriminalistického ústavu Praha



FOTO: DOROTHEA BYLICA, ARCHIV TIO

zela zavražděná dívka. Okruh podezíraných osob se postupně zvětšoval i na sousední vesnice. Tyto odběry ovšem byly dobrovolné (bez hrozby pokuty), protože obyvatelé ani nepatřili mezi podezřelé. Při odběrech zapůsobil také psychický tlak sousedů a muži odevzdávali vzorky dobrovolně. Vyšetřovatelé jich takto zajistili a posílali k analýze stovky. Ten 632. vzorek byl posledním z odebraných, než by se okruh testu opět rozšířil.

Později usvědčený pachatel odevzdal svůj biologický materiál také dobrovolně?

Více méně dobrovolně. Četl jsem psychologické profily pachatele, z nichž vyplývalo, že měl dokonce už i nějaké puzení, aby ho konečně našli...

Spolupráce Kriminalistického ústavu Praha s Akademií věd České republiky přináší výsledky důležité nejen z ryze vědeckého hlediska, jejich aplikace je prospěšná pro celou společnost. Zločínům



FOTO: JAROSLAV TICHÝ, ARCHIV AUTORA

Na průřezu hlavičky kosti pažní je patrná trámčina spongiózní kostní tkáň.

a neštěstím sice nezabrání, ale výrazně pomůže při identifikaci pachatelů závažných trestných činů, obětí různých katastrof i k rozluštění dávných záhad a tajemných pozůstatků. ■

MARINA HUŽVÁROVÁ

DNY VĚDY U KRIMINALISTŮ

Po vzoru Týdne vědy a techniky v AV ČR pořádá Kriminalistický ústav Praha popularizační semináře pod názvem Věda a výzkum v Kriminalistickém ústavu Praha. Letos 16. března se odborná veřejnost seznámila s výsledky aplikovaného výzkumu v pěti oblastech.

● Pro kriminalistickou laboratorní praxi jsou velmi významné miniaturní částice – povýstřelové zplodiny. Ty mohou způsobovat sekundární kontaminaci a přesně prokazují děj výstřelu nebo kontakt osoby se zbraní.

● Zviditelněním jednotlivých siločar magnetického pole v UV světle lze analyzovat magnetické záznamy u standardních karet s magnetickým proužkem (např. platebních karet), i když je záznam poškozen nebo je ho pouhý zbytek, např. u přepsaných karet.

● Mikroskopické fotografie nejčastějších druhů textilních vláken utříděné podle druhu a pohledu na objekt obsahuje *Digitální atlas vláken*, v němž mohou kriminalisté vyhledávat informace podle třídění vláken a klíčových slov v popisu obrázků.

● Podobně je tomu v *Databázi automobilového skla*, která svým statisticky významným počtem záznamů umožňuje na základě analyzované hodnoty indexu lomu (RI) přiřadit neznámý úlomek skla k obecné skupině automobilových skel.

● Výsledek společného výzkumného projektu Kriminalistického ústavu Praha a Ústavu anorganické chemie AV ČR *Komplexní metodika nedestruktivní mikroanalýzy barevných vrstev a mikrostop* umožňuje na jediném vzorku, resp. místě studovaného materiálu provést exaktní analýzy (SEM-EDS, FTIR, mikro-XRD, optické metody) vzorků malých rozměrů a komplikovaného složení (obvykle mikrovrstvy s proměnlivou tloušťkou) v širokém spektru nátěrových systémů a barevných vrstev. ■

HaM



FOTO: DOROTHEA BYLICA, ARCHIV TIO

**Ředitel
Kriminalistického
ústavu Praha
dr. Jan Hlaváček**