



从血液、精斑、粪便、发根，甚至唇印中，都可以提取到DNA。指甲上没有核DNA，只能提取用于母系鉴定的线粒体DNA

DNA 鉴定

到底是怎么做的

在许多案例中，DNA鉴定都起了关键的作用。而在这些案例中，提取DNA的方式五花八门，进行鉴定的具体步骤也不尽相同。那么，除了最为快捷地从血液中提取DNA，还有哪些DNA提取方式呢？DNA鉴定到底是怎么做的呢？其结果就一定百分之百准确吗？

□现代快报记者 王凡

鉴定原理

人的基因数量与老鼠相当，奥秘在DNA密码排序

众所周知，人体起源于一个受精卵细胞，这个细胞的遗传信息一半来自于父亲，一半来自于母亲。受精卵细胞不断地复制和分裂，逐步形成了不同的组织、器官和系统，最后形成了一个拥有大约60万亿个细胞的人。“这大约60万亿个细胞，每一个都包含着与受精卵相同的遗传信息。”南京医科大学司法鉴定所物证室主任、南医大医学系副主任冀强副教授说。

遗传信息是由什么承载的

呢？染色体。人的每一个细胞内都有22对常染色体和1对性染色体，共23对46条。每一对染色体分别来自其父母一方，每一对染色体上都储存了大量最基本的遗传单位——基因。

“正是这些基因，决定了一个人所具有的全部遗传特征。这既包括人类的共有特征，也包括个体独有的特征。”冀强说。有意思的是，人的基因有3万个，老鼠的基因也有3万个左右，可是人却成为了人，这是因为人体的基因远

比老鼠的要复杂得多！

有多复杂呢？这就得说DNA了，基因由DNA组成。DNA的中文名叫做脱氧核糖核酸。DNA是双螺旋结构，是两条长链，通过碱基对结合在一起，就像楼梯一样。碱基一共有四种，简称A、T、C、G。神奇的是，这四种碱基是两两配对的，A只与T结合，C只与G结合，这种互补结合，导致了DNA密码序列依赖的就是碱基的排列顺序。“A、T、C、G的排列顺序不同，决定了物种的不同。”

如何提取

毛发、皮肤、组织碎屑，甚至粪便都可以提取

那么，人体的哪些部位可以提取DNA呢？“基因存在于每个细胞核内的染色体上，只要有核的细胞，就有DNA。个体身上所有细胞中所含有的DNA都一样。理论上说，取身体的任何一个细胞都可以。”冀强说。

除了由血液提取DNA，我们日常生活中，很多不经意的举动都会留下DNA的痕迹。“用口杯喝水，留在口杯上的口腔黏膜脱落细胞做DNA提取是绰绰有余的。”冀强说。人时刻在进行着新陈代谢，新细胞长出来，旧细胞随时在脱落，侦查界有句话：只要你接触，就会留下痕迹。

最令人不可思议的是粪便中也能提取DNA。“粪便中有人体组织的碎屑，如脱落的肠黏膜细胞，脱落的腺体细胞等等，肠道黏膜细胞更新非常快。”但是，这种提取非常困难，因为粪便中还有食物、细菌等干扰物质，另外高温、紫外线、化学试剂等都会对本造成破坏。事实上，针对不同样本，去除杂质，留下纯细胞，提取DNA，这是DNA鉴定中最有难度的。“一般使用血液提取DNA是因为血液最容易获得，并且最纯净。而提取DNA用的头发必须有毛根，毛根才有核DNA。指甲没有核DNA，只能做线粒体DNA。

而线粒体是母系遗传，所以只能做母系遗传的鉴定。”

冀强表示，从法医的角度来说，DNA分析有两个方向，一个是亲子鉴定，一个是个体识别。前者是基于每个细胞核中的DNA一半来自父亲，一半来自母亲，通过对比父、母与子基因型之间是否符合遗传关系，来确定亲权（亲缘）关系。后者是比对两个样本，分析基因型是否匹配，根据匹配程度，来分析是否来自同一个个体。

为什么确定了DNA，就能确定是谁呢？这是因为除了同卵双胞胎以外，每个人的遗传物质DNA碱基序列都是有差异的。

鉴定步骤

理论上，鉴定最短4至7个小时就能完成

提取了DNA之后，鉴定的步骤是怎样的呢？

“人有30亿个碱基对，并非将它们完全解码出来，而是选出极少部分的特定多型区域，分析该区域的多型DNA片段，我们所选取的区域，叫做基因座，一般选取15-20个基因座。”冀强说。

可是这么小的区域怎么研究，这需要进行扩增（PCR），也叫聚合酶链式反应。简言之，就是将提取的一小段区域的DNA片段，进行成百万倍放大的反应。

接下来就是检测了。过去是用凝胶电泳进行全手工操作分析基因型，现在则是使用全自动

遗传分析仪对PCR产物进行毛细管电泳分离、荧光检测。

凝胶电泳非常有意思。就像泳池一样，有不同的泳道，泳池中是凝胶。将提取出来的DNA样本放入不同泳道，泳道是一个电场，由于DNA带负电，就会往正极跑。电场推动DNA迁移的同时，凝胶会起阻碍作用，结果就是DNA强行通过，那么DNA片段越短阻力越小，跑得就越快，片段越大跑得越慢，这样不同大小的片段分开，相同片段就跑到了一起。

不过肉眼看不到凝胶中的DNA，还需要用显影的方法把DNA片段显现出来。加入硝酸银

溶液，正电的银离子吸附在DNA上，再用甲醛，把银离子还原成银单质，形成黑色区域。

“不管用什么方法，其实都是为了把特殊区域基因的内容提取出来，这个内容叫做基因型。”冀强说。

利用DNA分型技术将具有特异性鉴定价值的DNA片段分析出来后，还要再通过概率和统计学的方法进行概率计算，这样才能得出鉴定结果，这是个非常复杂的过程。过去全手工操作，从DNA提取到出鉴定结果需一周时间，现在使用全自动遗传分析仪，理论上最短4至7个小时可完成。

四个疑问

1 基因突变会影响鉴定结果吗？

冀强说，现在做亲子鉴定，一般做样本16个基因座的检测，如果4个以上不符合，则排除亲缘关系。

那如果是有一个基因座不同呢？此时应该考虑基因突变的可能，需要加做一些基因座的检测进行辨别。“加基因座检测，如果不同的越多，就排除是亲缘关系，如果加的基因座增多，但是不同依然是一两个，就是变异。因为一个基因座的变异率是千分之一，两个基因座同时变异的几率是百

万分之一，依此类推，这是非常小的概率事件。”如果是变异，比对之后，要按照变异的方法，经过数理统计，测算概率。

最终，亲子鉴定报告会以两种形式出具，一种是一个百分比数据，这是父权相对机会。另一种则是一个数值——亲权指数，也就是假设父提供生父基因成为孩子生父的可能性和随机男人提供生父基因成为孩子生父的可能性的比值，也可以理解为肯定亲子关系

2 父子单亲鉴定为啥误差风险高？

江苏省人民医院司法鉴定所高级实验师、法医物证室主任周惠英表示，目前亲子鉴定主要应用于怀疑子女不是亲生；离婚、财产继承案中的血缘关系鉴定；怀疑产房抱错婴儿；失散的家庭成员认亲；认领被拐卖儿童；强奸致孕案中胎儿生父的确认等多个方面。

“从我们受理的8000多件案例分析，需求量最大的是亲生血缘关系鉴定，包括父母子三方（又称为三联体）、父子（或母子）双方（又称为二联体）的亲权鉴定。我们常规至少检测20个基因座以上，这类鉴定的准确率可以达

到99.999999%。还有隔代亲缘关系鉴定及一些比较疑难的亲缘关系鉴定。”周惠英说，对于父子的单亲鉴定，一定要慎重，因为父母子三方的鉴定，可以通过孩子和母亲的基因型，分析出生父的必备基因，也就是父权必备基因，只要可疑男子具有父权必备基因就可以了。但是单亲鉴定，只有孩子和可疑父亲一方的样本，检测出的基因型即使是符合遗传定律，也要注意可能存在的风险，因为显示相同的一条基因也有可能来自于母亲，特别是与怀疑对象有近亲关系或发现有一个不符合遗传定律时一定要加做基因座。

3 输血和骨髓移植为何会改变DNA？

周惠英说，在做DNA亲子鉴定之前会要求填一张表格，询问有没有进行过输血和骨髓移植。因为如果近期输血，是无法用血做鉴定的，因为血液中含有供血者的DNA。只有等3个月到半年后，才可以进行。而如果做过骨髓移植，也不能用血液进行DNA亲

子鉴定，因为骨髓移植者血液内已经全部是供者的遗传基因。

周惠英和他的同事们，曾多次为骨髓移植者进行DNA鉴定。当然，目的并非是证明亲缘关系，而是看移植后受体与供体的基因型比对是否一致，如果完全一致，就说明移植成功。

4 DNA检测也能筛查“唐氏综合征”？

据介绍，除了检测骨髓移植是否成功，DNA分析还能辅助遗传病的检查。

周惠英举了一例，女性怀孕期间要做“唐氏筛查”，就是唐氏综合征的产前筛查检查。这个病又叫21三体，就是有三条21号染色体（正常是两条）。而目前用于亲子鉴定的基因座中包含有21

号染色体上的基因座，所以在检测中通过对基因型的分析，能看出染色体的异常，看到一个基因座上出现三个峰，“我们在鉴定中曾发现过两例这样的情况。”

（感谢江苏省人民医院司法鉴定所、南京医科大学司法鉴定所对本文的大力支持）