

Corso di Laurea Specialistica in Biotecnologie Mediche

GENETICA FORENSE E DI POPOLAZIONI

Anno Accademico 2009-20010

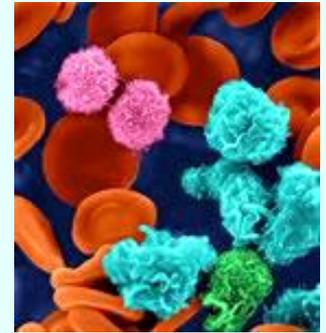
Docenti: Maurizio Genuardi

Ugo Ricci

Dove si trova il DNA?

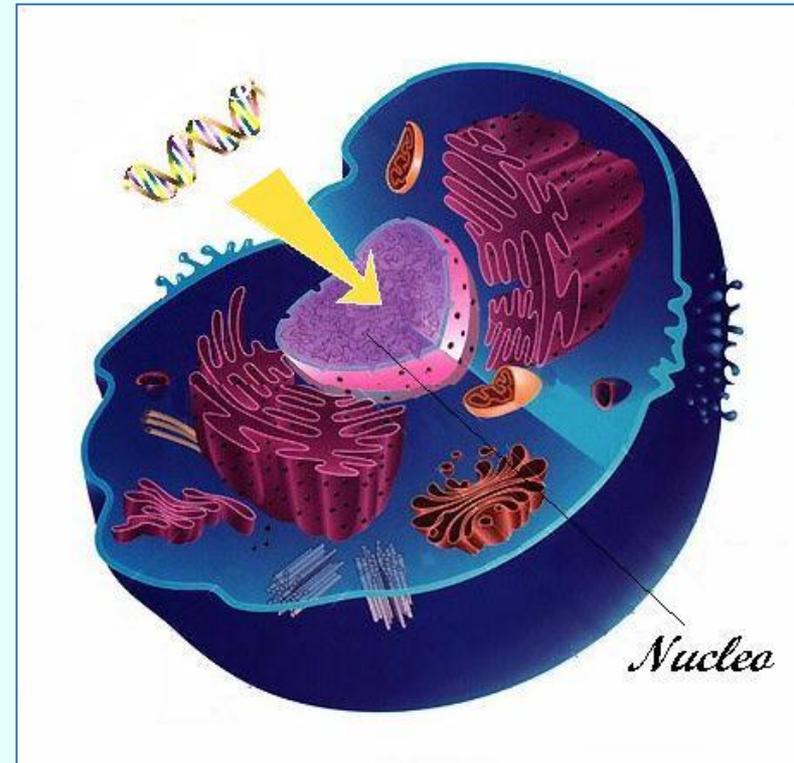


Ogni organismo vivente è costituito da cellule.

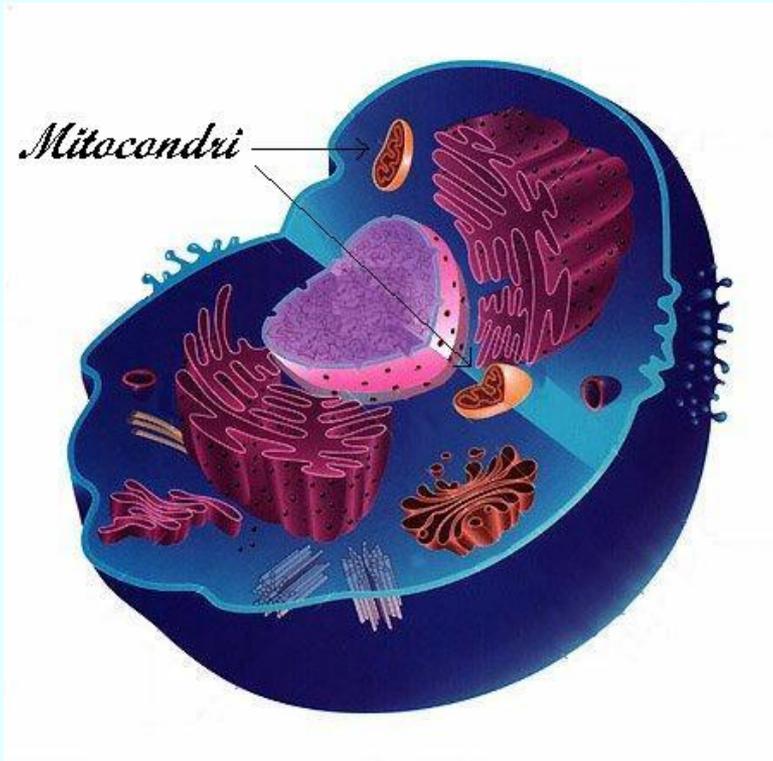


Ogni cellula presenta un NUCLEO.

All'interno del nucleo si trova il **DNA**: *Acido DesossiriboNucleico*.



Il DNA mitocondriale

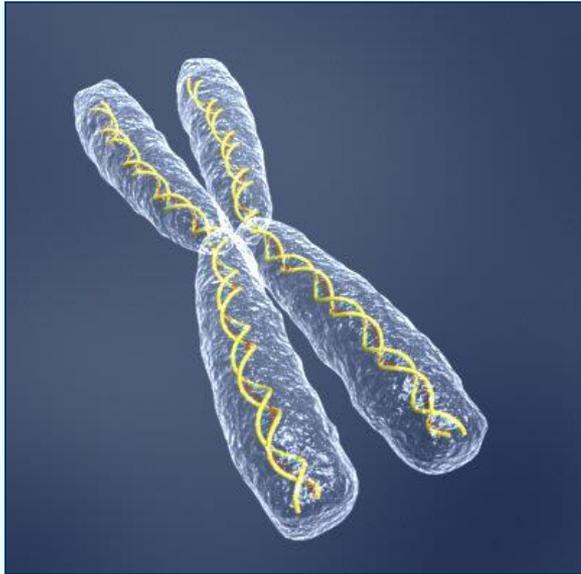
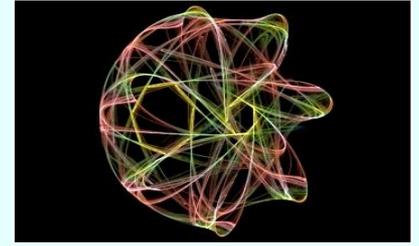


Il DNA mitocondriale è presente in strutture della cellula chiamate mitocondri.

E' circolare, è molto più piccolo di quello nucleare ed è presente in più copie.



Nel nucleo di ogni cellula umana ci sono 46 filamenti di DNA, avvolti a formare un “gomitolo”.

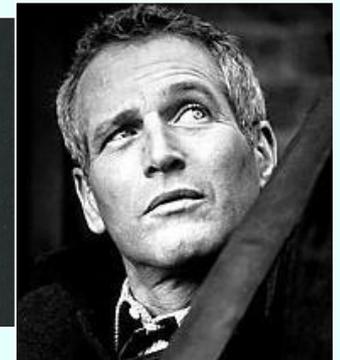
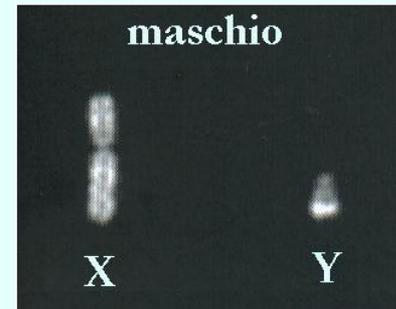
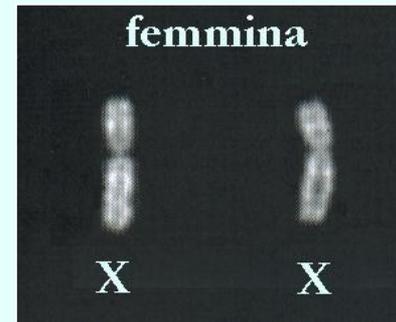
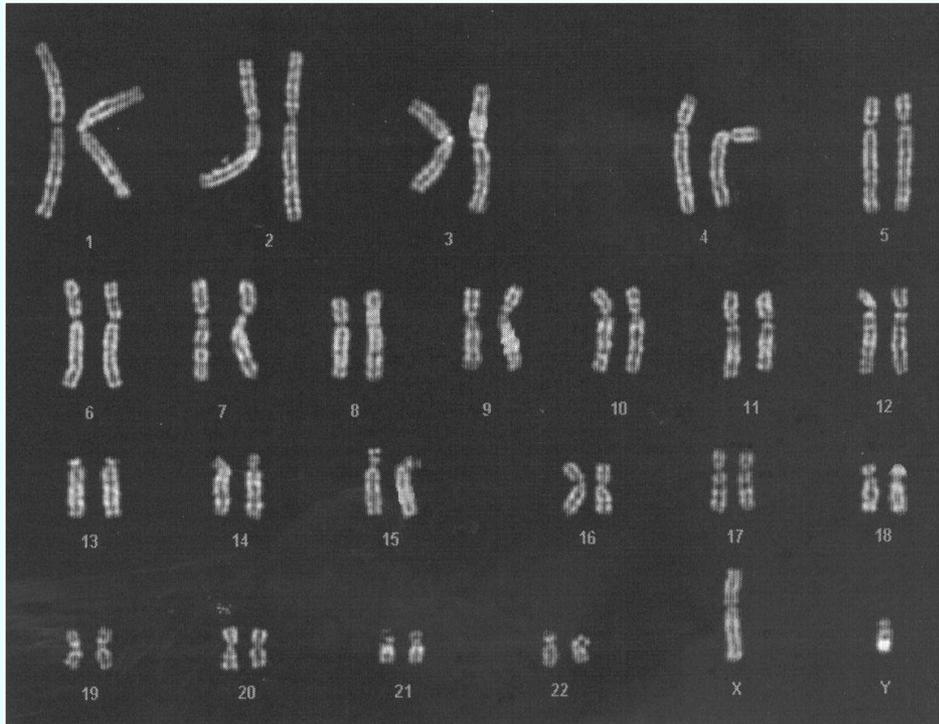


Se potessimo distendere il gomitolo di DNA avremmo un filo della lunghezza di oltre 2 metri!

Quando la cellula si divide, ogni filamento di DNA si compatta e forma un ***cromosoma***.

I cromosomi di una cellula umana sono 46.





I 46 cromosomi di una cellula sono organizzati in *coppie*: 22 coppie di **autosomi** e una coppia di **cromosomi sessuali**. Per ogni coppia, un cromosoma viene ereditato dalla madre e uno dal padre.

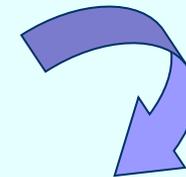
La coppia di **CROMOSOMI SESSUALI** è costituita da due **X** per la femmina e da un **X** e una **Y** per il maschio.

GENOTIPO: assetto genetico di un individuo

FENOTIPO: insieme delle caratteristiche di un individuo; dipende dal genotipo e dall'ambiente



GENOTIPI DIVERSI



FENOTIPI DIVERSI

Come si trasmette il DNA?

DNA nucleare: ogni individuo eredita 50% del suo DNA dal padre e 50% dalla madre.

Cromosoma Y: viene trasmesso dal padre ai figli maschi. *Ogni uomo ha lo stesso identico cromosoma Y del proprio padre ma anche del proprio nonno.*

DNA mitocondriale: viene trasmesso dalla madre a tutti i figli (sia maschi che femmine)



Il linguaggio del DNA

Sul DNA l'informazione genetica è scritta con un alfabeto di sole 4 lettere, le **basi azotate**:

ADENINA (A)

TIMINA (T)

GUANINA (G)

CITOSINA (C).

La complessità degli organismi e le differenze dovute a come si susseguono queste 4 "letter

Una sequenza di DNA:

CAGGGAAGATGAAAAAAGAGACTGTATTAGTAAGGCTTCTCCAG

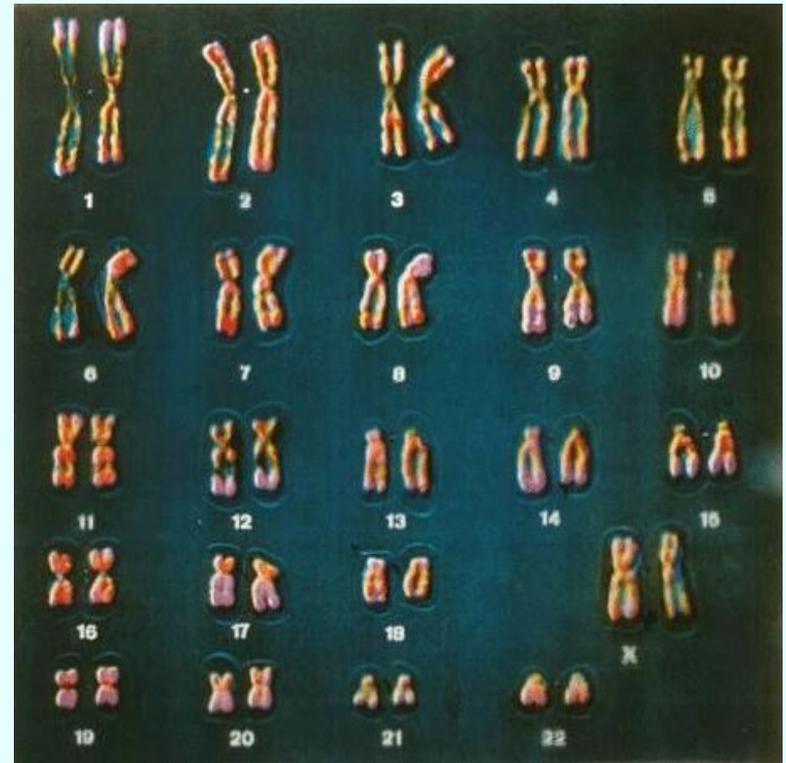


I geni

Ogni cromosoma è costituito da una successione di segmenti (**geni**) che come parole hanno un determinato significato.

I geni sono localizzati ognuno in una specifica posizione o **locus**.

Ogni gene/parola è presente in una persona in doppia copia.



Gli alleli

Tutti gli esseri umani hanno lo stesso tipo e lo stesso numero di geni.

Lo stesso gene può però presentare piccole differenze di sequenza tra un individuo e l'altro, come sinonimi di una stessa parola.

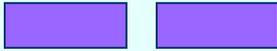
Ognuna di queste forme alternative del gene prende il nome di **allele**.

Gene H:

Allele 1 

Allele 2 

Possibili combinazioni in un individuo:

Individuo A 

Individuo B 

Individuo C 

I polimorfismi

Esistono specifiche zone del DNA, dette **polimorfismi** che presentano molte forme alternative (piú alleli) e risultano quindi estremamente variabili nella popolazione.

Forme alleliche conosciute per il polimorfismo D12S391

alleli: 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25

I polimorfismi nelle indagini forensi

I polimorfismi utilizzati oggi nelle indagini genetico-forensi sono i **MICROSATELLITI** o **STR (Short Tandem Repeats)**.

Un microsatellite è una specifica zona del DNA non-codificante costituita dalla ripetizione in successione (un numero variabile di volte) di un “blocco” costituito da 4 basi azotate.

La differenza tra un allele e l'altro sta nella lunghezza, determinata dal numero di ripetizioni.

MICROSATELLITE

Unità di ripetizione: **GACT**:

Allele 3: AT **GACT GACT GACT** TTCG (3 ripetizioni)

Allele 4: AT **GACT GACT GACT GACT** TTCG (4 ripetizioni)

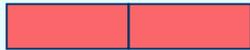
Allele 5: AT **GACT GACT GACT GACT GACT** TTCG (5 ripetizioni)

Allele 6: AT **GACT GACT GACT GACT GACT GACT** TTCG (6 ripetizioni)

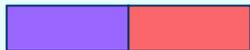
Allele 7: AT **GACT GACT GACT GACT GACT GACT GACT** TTCG (7 ripetizioni)

Ogni microsatellite è presente in doppia copia: ognuna di queste copie viene indicata con un numero che rappresenta il numero delle ripetizioni.

Se i due alleli hanno stessa lunghezza (es. 7;7) l'individuo è **OMOZIGOTE** per quello specifico microsatellite.

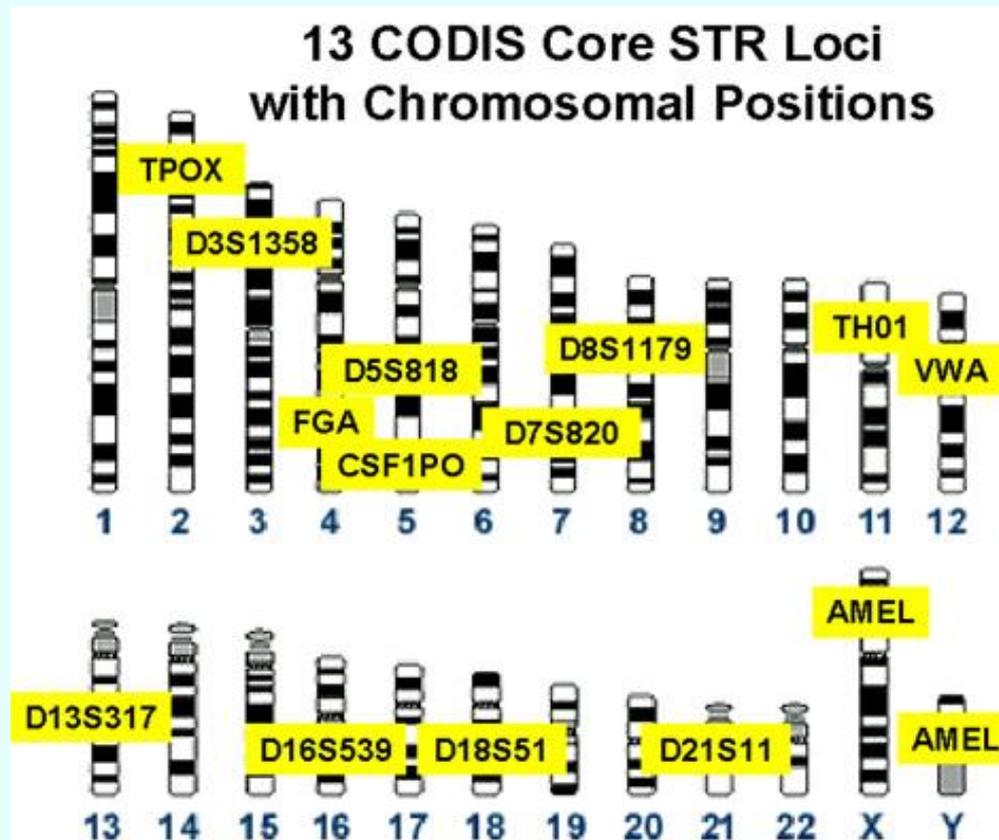


Se i due alleli hanno lunghezza diversa (es. 4;7) l'individuo è **ETEROZIGOTE** per quello specifico microsatellite.



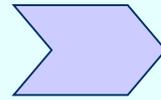
I microsatelliti dell'FBI

Attualmente vengono utilizzati 13/15 microsatelliti (i **microsatelliti autosomici**) più un microsatellite per il sesso.



Il profilo genetico

L'analisi dei microsatelliti di una persona consente di tracciare una sorta di codice a barre del DNA: il **PROFILO GENETICO**.



Il profilo genetico è una caratteristica che accompagna ogni individuo dall'epoca del concepimento a dopo la morte...

Quando è possibile utilizzare il test del DNA?

- ✓ Test di paternità/maternità/parentela
- ✓ Casi di violenza sessuale
- ✓ Match traccia biologica – individuo sospetto/vittima
- ✓ Identificazione di persone scomparse
- ✓ Identificazione nei disastri di massa
- ✓ Costruzione di banche dati



Come si traccia un profilo genetico?

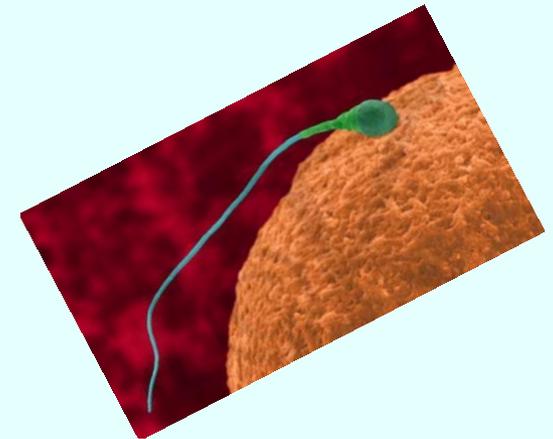
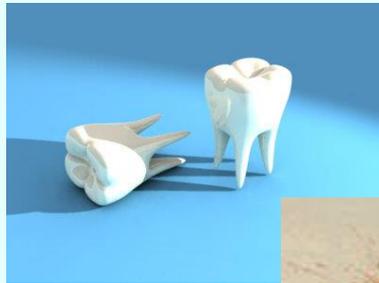
1. **Estrazione del DNA dal campione**
2. PCR (Polymerase Chain Reaction)
3. Sistema capillare con elettroferogrammi a “picchi”
4. Confronto tra i diversi profili genetici ottenuti
5. Analisi probabilistica



Estrazione del DNA dal campione

Tutte le cellule di una persona, da una cellula del sangue a una della pelle, da una cellula dell'osso a una di un capello, HANNO LO STESSO, IDENTICO DNA.

- Sangue
- Saliva
- Liquido seminale
- Capelli
- Denti
- Ossa
- Tessuti
- Urina



Come si traccia un profilo genetico?

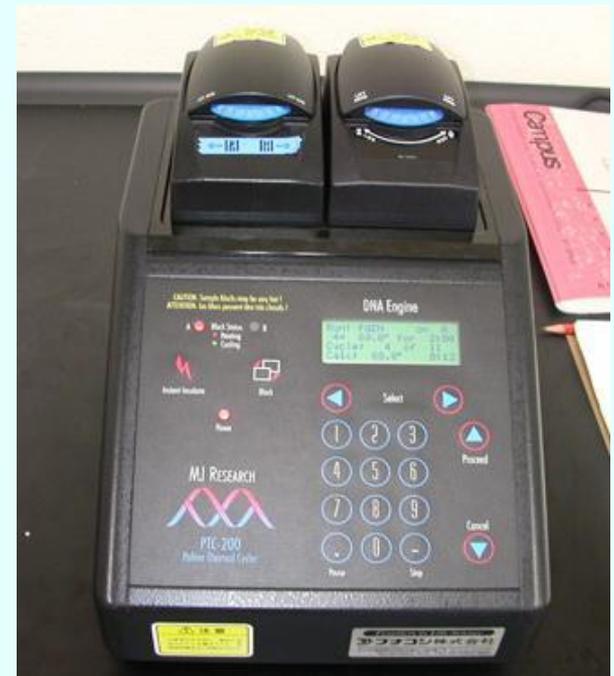
1. Estrazione del DNA dal campione
2. **PCR (Polymerase Chain Reaction)**
3. Sistema capillare con elettroferogrammi a “picchi”
4. Confronto tra i diversi profili genetici ottenuti
5. Analisi probabilistica



PCR (Polymerase Chain Reaction)

Tecnica che consente di ottenere milioni di copie del frammento di DNA che si vuole analizzare.

E' una reazione enzimatica che si svolge all'interno di provette, che vengono inserite in uno specifico strumento.

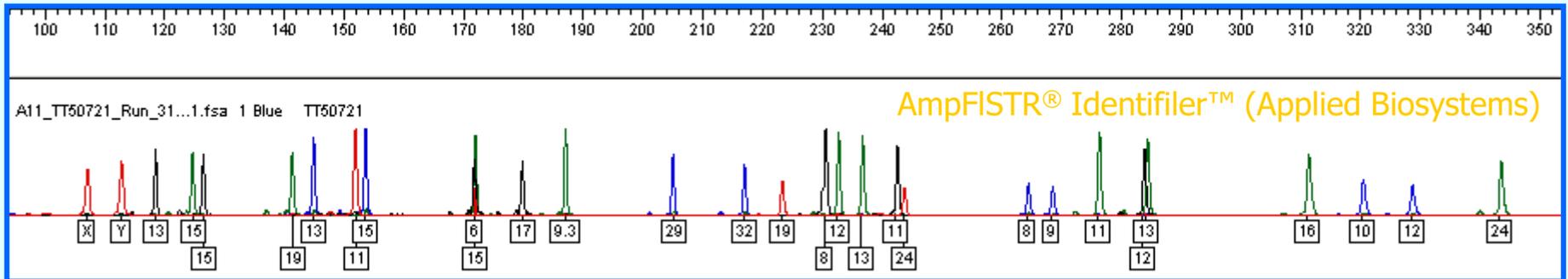


Come si traccia un profilo genetico?

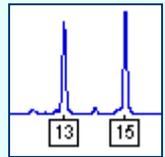
1. Estrazione del DNA dal campione
2. PCR (Polymerase Chain Reaction)
3. **Sistema capillare con elettroferogrammi a “picchi”**
4. Confronto tra i diversi profili genetici ottenuti
5. Analisi probabilistica



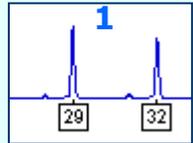
Sistema capillare con elettroferogrammi “a picchi”



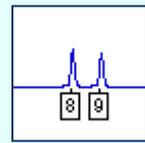
D8S1179



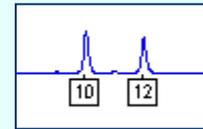
D21S1



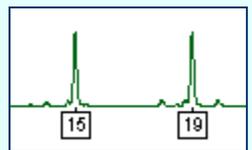
D7S820



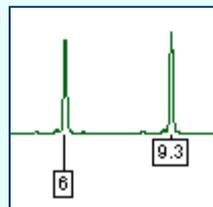
CSF1PO



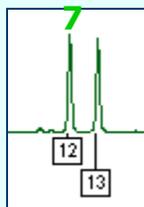
D3S1358



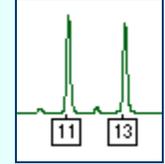
TH01



D13S31



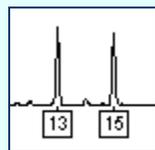
D16S539



D2S1338



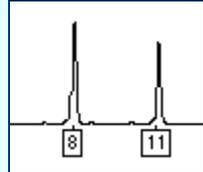
D19S433



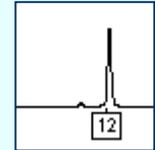
VWA



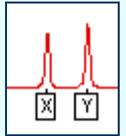
TPOX



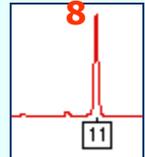
D18S51



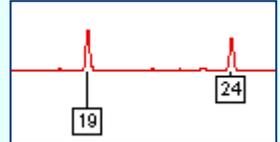
AMEL



D5S81



FGA



...i risultati

IL PROFILO GENETICO è di facile lettura: per ogni microsatellite (riportato con una sigla) vengono indicati i due alleli che formano la coppia.

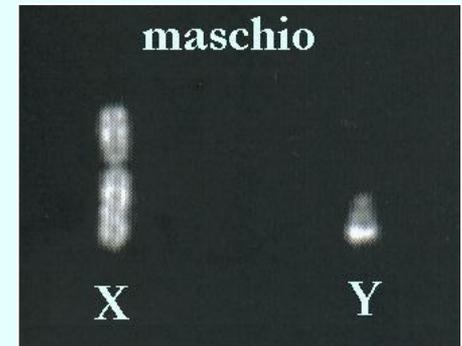
STR	Amelog.	D3S1358	vWA	FGA	D8S1179	D18S51	CSF1PO	TH01	TPOX
traccia	X-Y	15-16	18-20	21-23	13-15	12-12	9-10	7-10	8-11

Con l'esame del DNA è possibile stabilire se una traccia biologica appartiene a un uomo o a una donna.



Il profilo genetico del cromosoma Y

Il cromosoma Y è presente solo negli individui di sesso maschile ed è in singola copia.



Campione	DYS 389I	DYS 390	DYS 458	DYS 19	DYS 393	DYS 391	DYS 439	DYS 635	DYS 392
A	12	24	18	15	12	10	12	21	12

Come si traccia un profilo genetico?

1. Estrazione del DNA dal campione
2. PCR (Polymerase Chain Reaction)
3. Sistema capillare con elettroferogrammi a “picchi”
4. **Confronto tra i diversi profili genetici ottenuti**
5. Analisi probabilistica



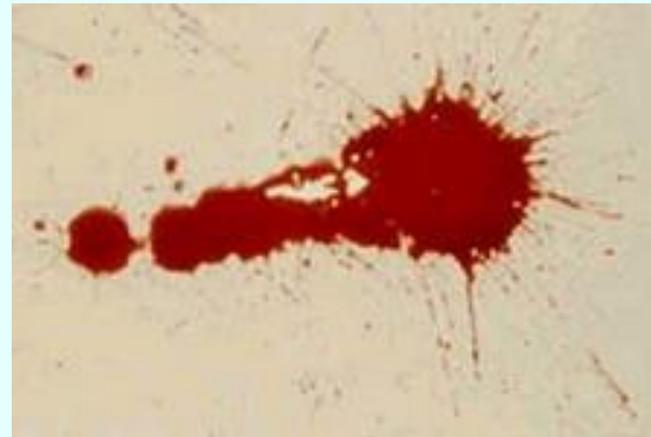
Il DNA viene ereditato al 50% dalla madre e al 50% dal padre...

Il confronto del DNA di una persona con i DNA dei genitori consente di stabilire legami di **paternità/maternità**.



Il profilo genetico identifica la persona...

E' possibile **confrontare** il profilo genetico ottenuto da una traccia di materiale biologico (come sangue, saliva, pelle, frammenti di ossa, capelli) con il profilo genetico del sospettato e/o della vittima.



Il test di paternità



Caso 1. Nel corso di una separazione, il marito sostiene di non essere il padre biologico del bambino. Il giudice chiede che venga eseguito il test di paternità.

	Amelog.	D3S1358	vWA	FGA	D8S1179	D21S11	D18S51	CSF1PO	TH01	TPOX
Madre	X-X	14-15	17-17	19-20	8-10	28-28	9-10	9-9	8-10	6-6
Figlio	X-Y	15-16	16-17	19-23	8-8	28-29	10-11	9-10	7-10	8-6
Padre	X-Y	16-17	16-18	23-29	8-11	29-29	11-11	10-12	6-7	7-8

I test per l'identificazione personale



Caso 2. In seguito all'uccisione di una donna, viene rilevata una macchia di sangue. Il magistrato richiede il confronto con il DNA della vittima e di due individui sospetti.

	Amelog	D3S1358	vWA	FGA	D8S1179	D21S11	D18S51	CSF1PO	TH01	TPOX
Macchia sangue	X-Y	15-16	18-20	21-23	10-10	30-31	11-11	9-10	7-10	8-11
Sospetto 1	X-Y	15-16	18-20	21-23	10-10	30-31	11-11	9-10	7-10	8-11
Sospetto 2	X-Y	14-17	16-17	21-23	8-11	29-29	11-11	11-12	6-7	6-11
Vittima	X-X	14-14	19-20	22-22	9-11	29-31	11-12	10-10	6-9	6-8

Il confronto tra profili del cromosoma Y

Campione	DYS 389I	DYS 390	DYS 458	DYS 19	DYS 393	DYS 391	DYS 439	DYS 635	DYS 392
traccia	12	24	18	15	12	10	12	21	12
Individuo A	13	23	16	16	14	10	11	22	11
Individuo B	12	24	18	15	12	10	12	21	12

Come si traccia un profilo genetico?

1. Estrazione del DNA dal campione
2. PCR (Polymerase Chain Reaction)
3. Sistema capillare con elettroferogrammi a “picchi”
4. Confronto tra i diversi profili genetici
5. **Analisi probabilistica**



L'interpretazione dei risultati nelle indagini di identificazione personale

La compatibilità genetica

Quando il profilo genetico della traccia risulta identico a quello del sospettato, per tutti i polimorfismi esaminati.

Campione	D8S1179	TPOX	TH01	CSF1P0
Traccia	11, 12	8, 8	6, 9	10, 10
sospetto	11, 12	8, 8	6, 9	10, 10

L'incompatibilità genetica

Quando il profilo genetico della traccia risulta diverso rispetto a quello del sospettato, per uno o più marcatori genetici.

Campione	D8S1179*	TPOX	TH01	CSF1P0*
Traccia	11, 12	8, 8	6, 9	10, 10
sospetto	11, 11	8, 8	6, 9	9, 10

... Uno dei limiti
dell'esame del DNA per
l'identificazione di persona
è rappresentato dai
GEMELLI
MONOZIGOTI, che hanno
identico profilo genetico!

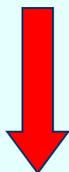


Il profilo genetico è una caratteristica individuale.

Da un test del DNA può emergere:

COMPATIBILITA'

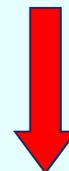
GENETICA



Individuazione del soggetto donatore di una traccia;
Conferma di un legame biologico di parentela.

INCOMPATIBILITA'

GENETICA



Esclusione che una traccia provenga da quel donatore;
Negazione del legame biologico di parentela.

IL TEST DEL DNA **NON** E' UN ESAME DI ROUTINE

La *genetica forense* è una materia complessa.

Le *eccezionalità* sono in realtà piuttosto comuni. Ogni test è unico!

La figura del *genetista forense* condensa conoscenze di biologia, criminalistica, genetica, medicina legale e statistica.

Applicazioni di genetica forense

margini di errore e limiti delle analisi del DNA

Identificazione della natura e dell'origine di un campione

Applicazioni pratiche del test del DNA

Analisi su oggetti toccati

Le analisi su DNA degradato

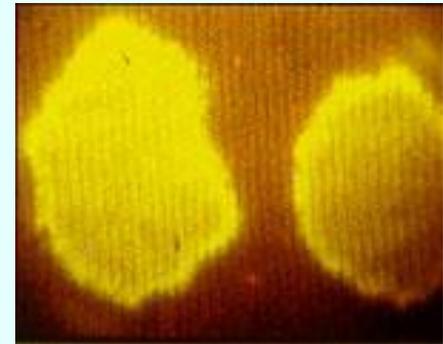
EMOGENETICA CLASSICA

Identificare il tipo di campione biologico

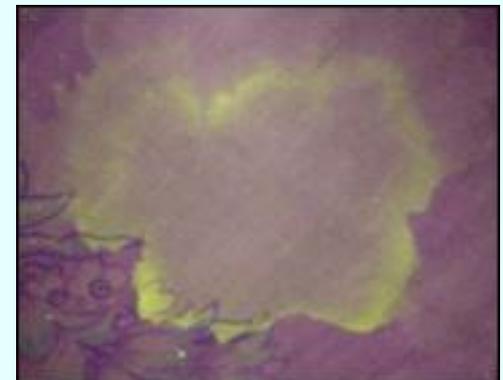
Illuminatori a diverse lunghezze d'onda



Saliva



Sperma



Diagnosi generica – i test di orientamento

Suggeriscono la presenza di un certo tipo di campione biologico

Test al luminol per sostanza ematica



Falsi positivi

Detergenti

Tensioattivi

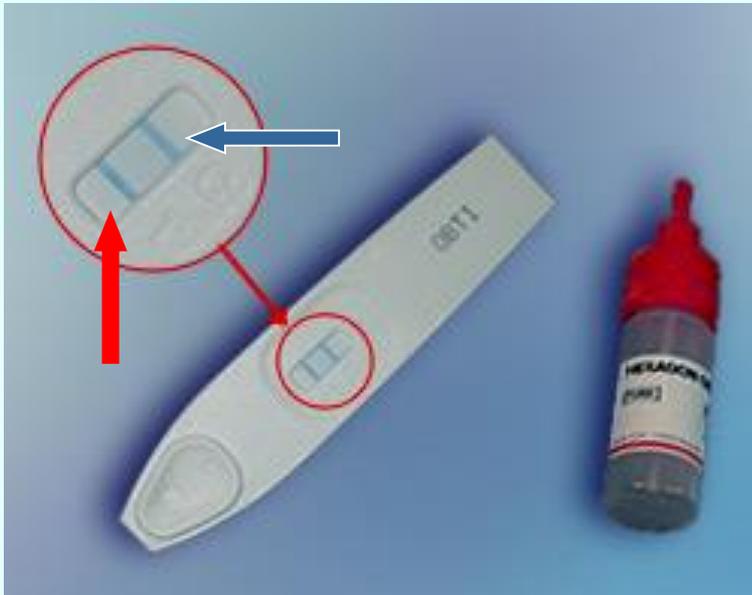
Vernici

Succhi di frutta

Diagnosi generica e di specie

Occorrono metodi specifici per identificare una certa sostanza.

Test OBTI per sostanza ematica



Falsi positivi

Emoglobina di

altri primati

Applicazioni di genetica forense

marginii di errore e limiti delle analisi del DNA

Identificazione della natura e dell'origine di un campione

Applicazioni pratiche del test del DNA

Analisi su oggetti toccati

Le analisi su DNA degradato

DNA usato in casi forensi

- **Test di paternità/maternità o parentela**
- **Esami di criminalistica**
 - Analisi di tracce e confronto con sospetti donatori (vittima, indagati, testimoni, investigatori, ecc.)
 - In casi di violenza sessuale (>2 su 3)
 - Ricostruzione ipotetica delle dinamiche di un fatto
 - Esami indiretti (ricerca in database, confronto con parenti)
- **Identificazione in disastri di massa**
- **Identificazione di persone scomparse**
- **Costruzione di banche dati del DNA**

Test di paternità/maternità o parentela

Il profilo genetico è costante per ogni individuo dall'epoca del concepimento a dopo la morte. Per esempio:

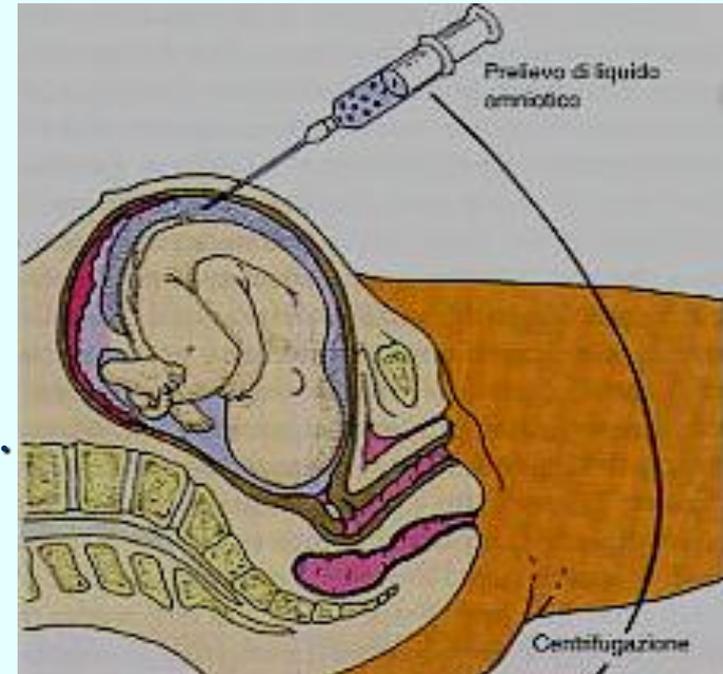
Si potrebbero fare test di paternità in utero.

Ma ciò è oggi vietato!

*Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato,
le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano:
accordo 15-07-2004*

“Linee-guida per le attività di genetica medica”

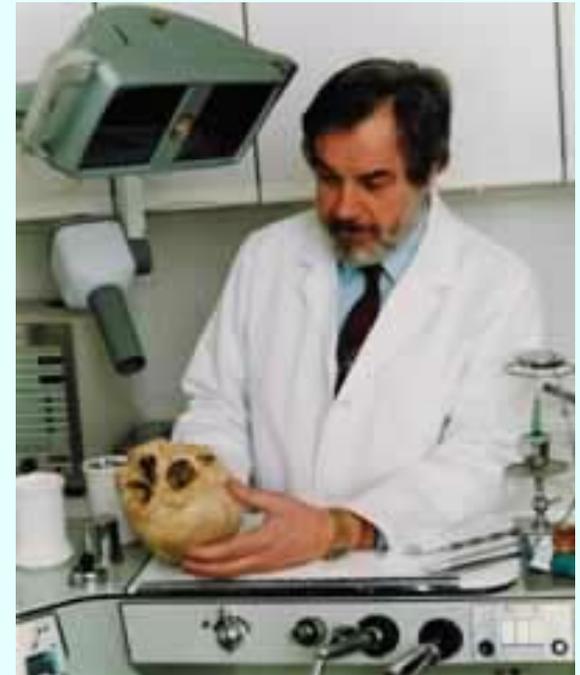
Non deve essere accolta “la richiesta da parte dei genitori di un test genetico sul feto al fine di accertare una condizione non specificamente collegata alla diagnosi di malattia (es. sesso, paternità, ecc.)”.



Test di paternità/maternità o parentela

Il profilo genetico è costante per ogni individuo dall'epoca del concepimento a dopo la morte. Per esempio:

Si possono eseguire accertamenti di parentela, tipicamente paternità/maternità, esaminando campioni provenienti da esumazioni, anche a distanza di molti anni, se non troppo degradati.



PERCHE' NEI TEST DI PATERNITA' 13-15 MARCATORI AUTOSOMICI SONO RITENUTI SUFFICIENTI?

SISTEMA	Figlio	Madre	Padre
D8S1179	12, 15	12, 14	13, 15
D21S11	29 , 29	29, 30	29, 33
D7S820	9 , 12	10, 12	9, 11
CSF1PO	10, 12	10, 13	12, 14
D3S1358	13, 16	13, 18	15, 16
TH01	6 , 6	6, 6	6, 9
D13S317	13 , 14	11, 14	11, 13
D16S539	11 , 11	11, 13	9, 11
VWA	17, 18	17, 17	17, 18
TPOX	8 , 8	7, 8	8, 10
D18S51	16 , 17	16, 17	14, 16
D5S818	11 , 13	12, 13	11, 13
FGA	21, 26	21, 25	24, 26

Rapporto costo-beneficio

Esaminando 13 marcatori del DNA la probabilità *a priori*, cioè prima di eseguire il test, di escludere un uomo falsamente accusato della paternità è superiore al 99,999%

Esami di criminalistica

**CON IL DNA SI PUO' PROVARE
L'INNOCENZA DI UNA PERSONA!**

The screenshot shows the top portion of the Innocence Project website. At the top, the text "Innocence Project" is displayed in white on a black background, with a DNA gel electrophoresis image below it. To the right, a search bar is partially visible with the text "Sea". Below this is a navigation menu with orange buttons for "About Us", "Case Profiles", "Causes and Remedies", "Support Us", "Policy", "Press", and "Links".

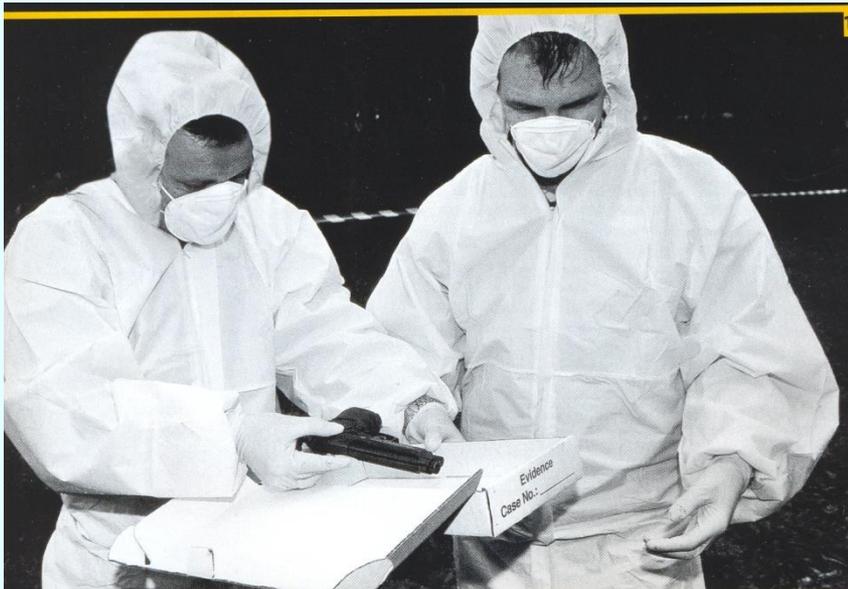
The main content area features a large portrait of Anthony Hicks on the left. To its right are three smaller, grayscale portraits of other individuals. Below the portraits, a table provides details for Anthony Hicks:

Anthony Hicks	
Year of Incident: 1990	
Jurisdiction: Wisconsin	
Sentence: 20 years	
Year of Exoneration: 1997	
Sentence Served: 5 years	
	January 25, 2007
	193 EXONERATED

Esami di criminalistica

Il profilo genetico può dirci se un soggetto ha lasciato parte di sé su un oggetto o se è probabile che sia passato da un certo posto.

E' fondamentale che il sopralluogo giudiziario sia compiuto con le dovute cautele per evitare contaminazioni.



La repertazione e conservazione del reperto è fondamentale per ottenere risultati attendibili dalle analisi del DNA.

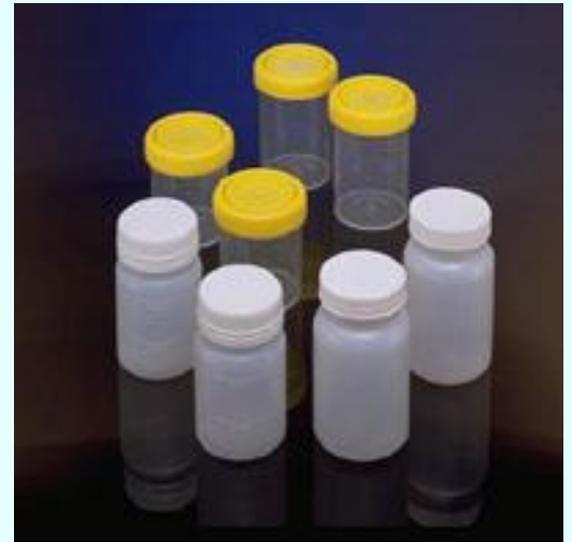
Impiego di materiale dedicato per la repertazione e conservazione del campione biologico



Sistemi di protezione



Tamponi sterili



Contenitori idonei

Esami di criminalistica

E' sufficiente una piccola parte del campione per le analisi



Molto spesso è quindi possibile compiere accertamenti ripetibili (art. 359 c.p.p. e art. 327 bis c.p.p.).

PERCHE' IN CRIMINALISTICA 13-15 MARCATORI AUTOSOMICI SONO RITENUTI SUFFICIENTI?

	D8	D21	D7	CSF	D3	TH01	D13	D16	vWA	TPO	D18	D5	FGA
Cam	13, 14	29, 30	10, 11	11, 12	15, 16	6, 7	11, 12	11, 12	16, 17	8, 8	12, 14	11, 12	21, 22
Freq	13%	11%	12%	20%	13%	13%	18%	17%	12%	28%	5%	22%	6%

Frequenza del profilo stimata in una popolazione italiana

1 su 200.000.000.000

La probabilità di discriminare *a priori* un soggetto falsamente accusato di aver lasciato quella traccia è $> 99,999\%$

IN CRIMINALISTICA E' MOLTO UTILE
STUDIARE ALCUNE CARATTERISTICHE DEL DNA

Il cromosoma Y

UOMO X, Y

DONNA X, X



L'esame del profilo del cromosoma Y può essere molto utile quando ci sono tracce miste donna-uomo.

L'esame Y-STR favorisce l'identificazione del profilo genetico maschile nei casi di violenza sessuale

Campione	D8S1179	D21S11	D7S820	CSF1PO	D3S1358	TH01	Amelogenina
Traccia	10, 13, 14, 15	29, 30, 32	8, 10, 11, 12	10, 11, 12	15, 16, 17	6, 7, 9	X-Y
Vittima	10, 13	29, 30	8, 11	10, 12	16, 17	7, 9	X-X
Sospetto	14, 15	29, 32	10, 12	11, 11	15, 16	6, 9	X-Y

Campione	DYS391	DYS389-I	DYS439	DYS389-II	DYS438	DYS437
Traccia	10	14	11	31	10	14
Vittima	-	-	-	-	-	-
sospetto	10	14	11	31	10	14

Tuttavia...

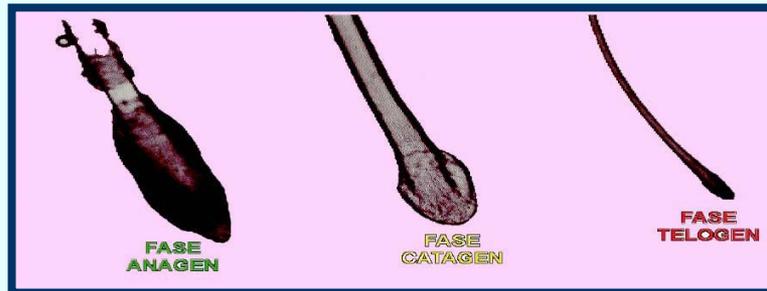
- Uomini discendenti da uno stesso padre non possono essere discriminati tra loro con l'esame del cromosoma Y;
- Ci sono pochissimi dati di popolazione sui marcatori del cromosoma Y.

Utile per le esclusioni, ma bassa la probabilità di match

IN CRIMINALISTICA E' MOLTO UTILE STUDIARE ALCUNE CARATTERISTICHE DEL DNA

DNA mitocondriale

cellule prive
di nucleo



DNA nucleare scarso
e/o degradato



Tuttavia...

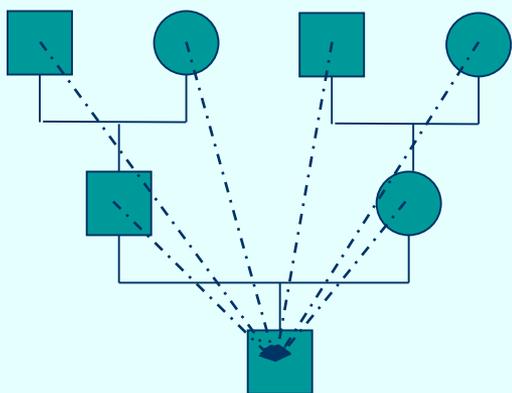
- Tutti i soggetti imparentati per via materna hanno lo stesso DNA mitocondriale;
- Ci sono pochissimi dati di popolazione sul DNA mitocondriale.

Utile per le esclusioni, ma bassa la probabilità di match

IN CRIMINALISTICA E' MOLTO UTILE STUDIARE ALCUNE CARATTERISTICHE DEL DNA

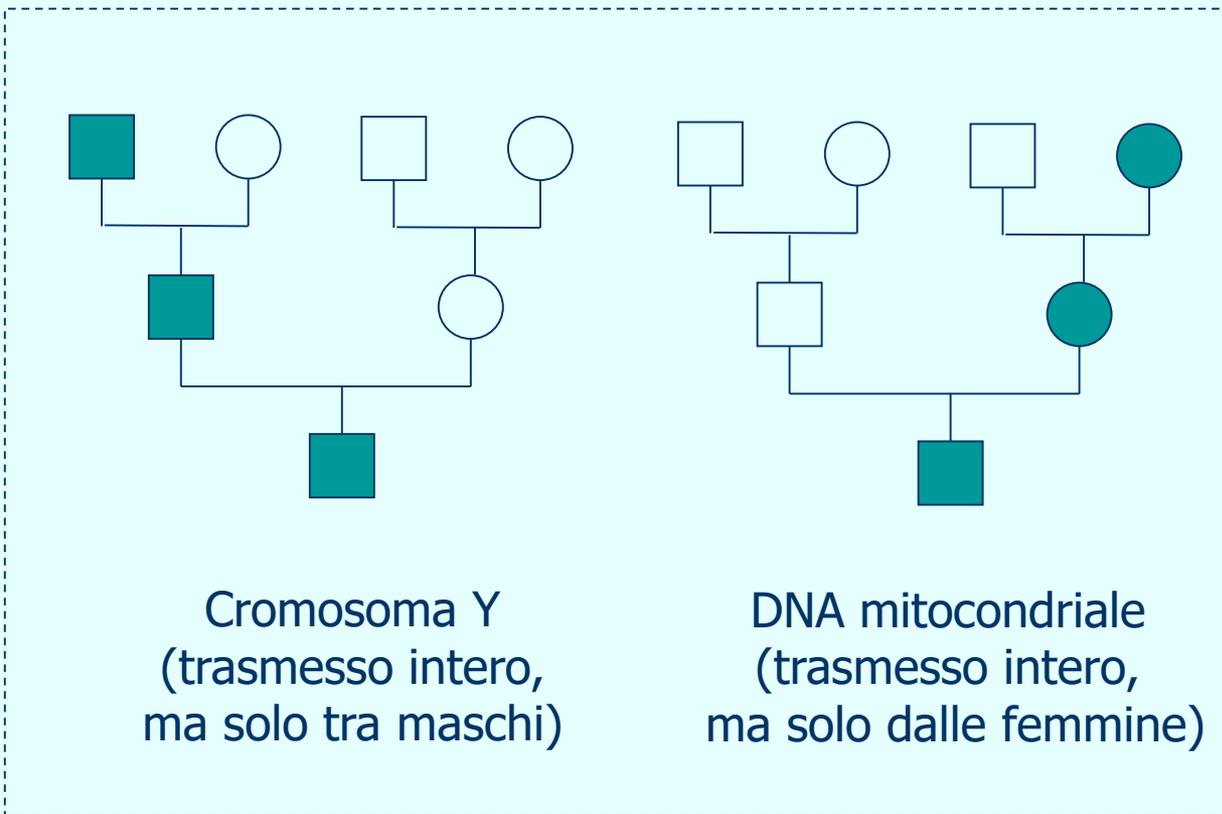
L'EREDITARIETA'

Marcatori autosomici



Autosomici
(trasmessi in parte da
tutti gli antenati)

Marcatori parentali



Cromosoma Y
(trasmesso intero,
ma solo tra maschi)

DNA mitocondriale
(trasmesso intero,
ma solo dalle femmine)

Y-STR utili nei casi di persone scomparse

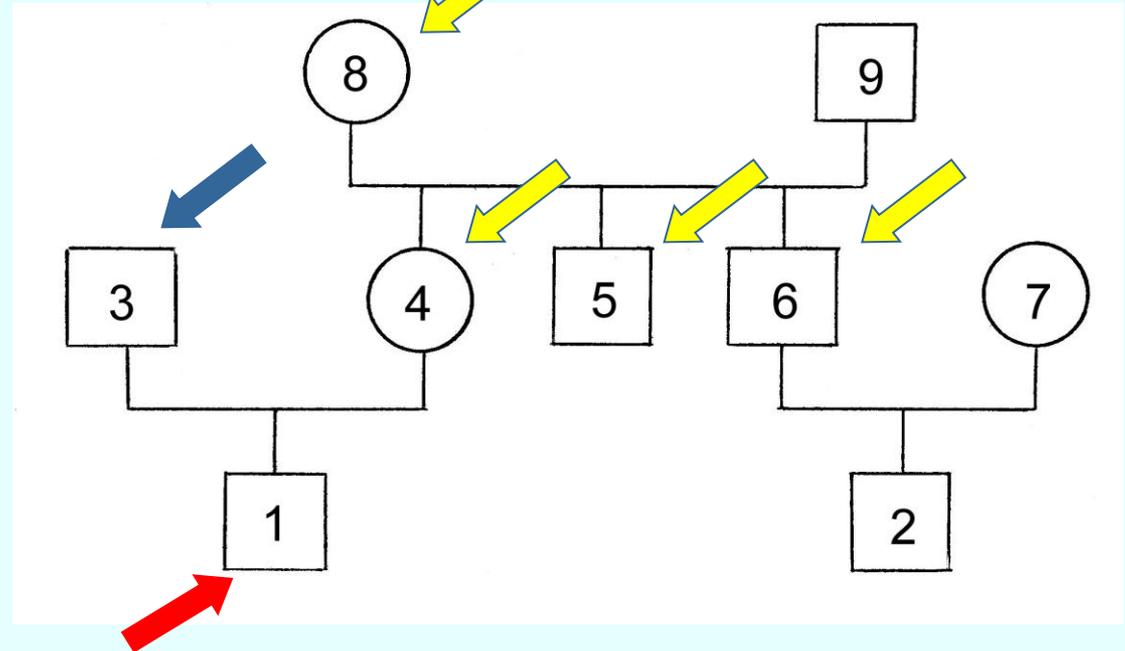


?

Segno terzo
paterno

Accertamenti indiretti

Acquisire informazioni sul DNA attraverso parenti del sospetto



 **Cromosoma Y**

 **DNA
mitocondriale**

CHE COSA **NON** PUO' DIRE IL TEST DEL DNA

- i tempi e modi di deposizione della traccia biologica

A + B: traccia mista



Quando e come si è formata la traccia?
Tre giorni fa, ieri, stamani?
Prima A e poi B?
Prima B e poi A?
Contemporaneamente?

Applicazioni di genetica forense

marginii di errore e limiti delle analisi del DNA

Identificazione della natura e dell'origine di un campione

Applicazioni pratiche del test del DNA

Analisi su oggetti toccati

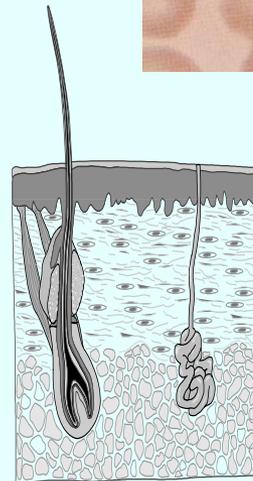
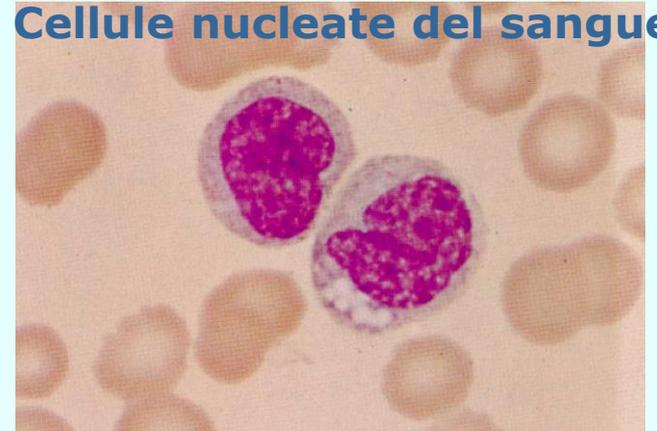
Le analisi su DNA degradato

Campioni biologici ordinari

Si può trovare DNA praticamente in tutti i materiali biologici



Cellule nucleate del sangue

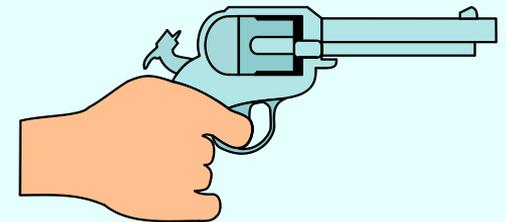


Altri oggetti potenziali fonti di DNA

DNA per contatto = da poche a 50 cellule



- Impronte digitali;
- colletti di camicie, maglie, indumenti in genere;
- passamontagna, caschi da moto;
- orologi, anelli, stanghette di occhiali;
- oggetti impugnati, matite, penne, armi bianche, armi da fuoco ecc.



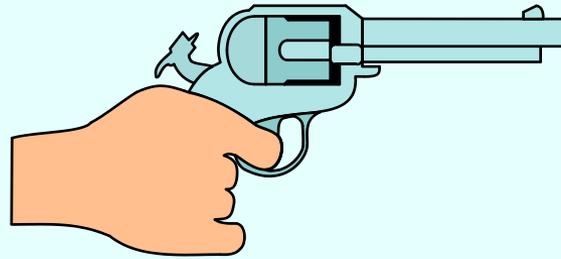
Le analisi con basso numero di copie di DNA (Low Copy Number - LCN) sono difficili

Si tratta quasi sempre di accertamenti irripetibili
(art. 360 c.p.p. ed art. 391 decies c.p.p.).

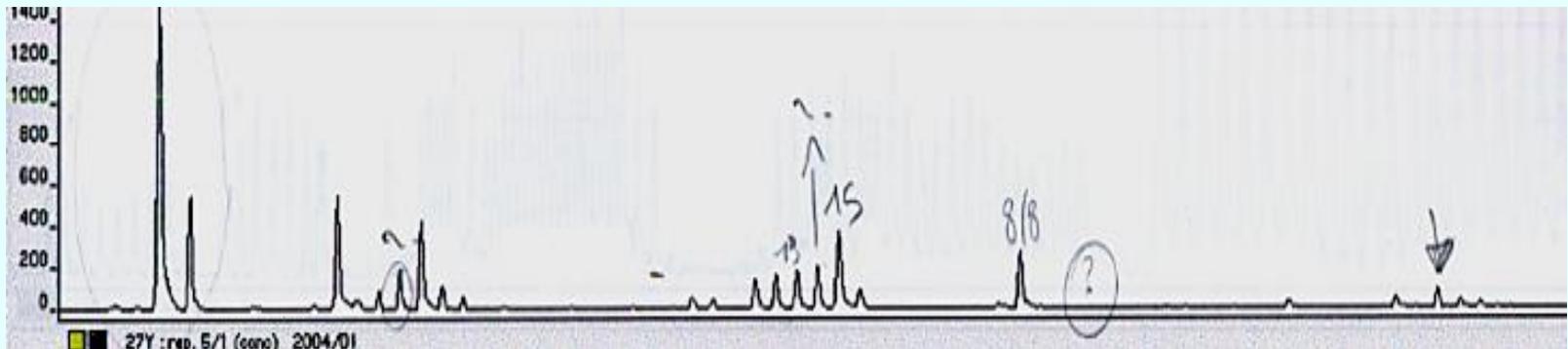
LCN ha diversi limiti, specialmente quando non si possono effettuare ripetizioni dell'esame (tracce esigue), per verificare la riproducibilità dei risultati.

Il danneggiamento del DNA può simulare l'effetto LCN.

Profili con basso numero di copie di DNA (Low Copy Number - LCN)



Chi ha impugnato l'arma del delitto?



Profili complessi da interpretare!

Esistono differenti tipi di donatori

La capacità di lasciare tracce biologiche su un oggetto toccato è donatore-dipendente

Buoni donatori - lasciano molte cellule quando toccano un oggetto.

Cattivi donatori - lasciano poche cellule quando toccano un oggetto.

Applicazioni di genetica forense

marginii di errore e limiti delle analisi del DNA

Identificazione della natura e dell'origine di un campione

Applicazioni pratiche del test del DNA

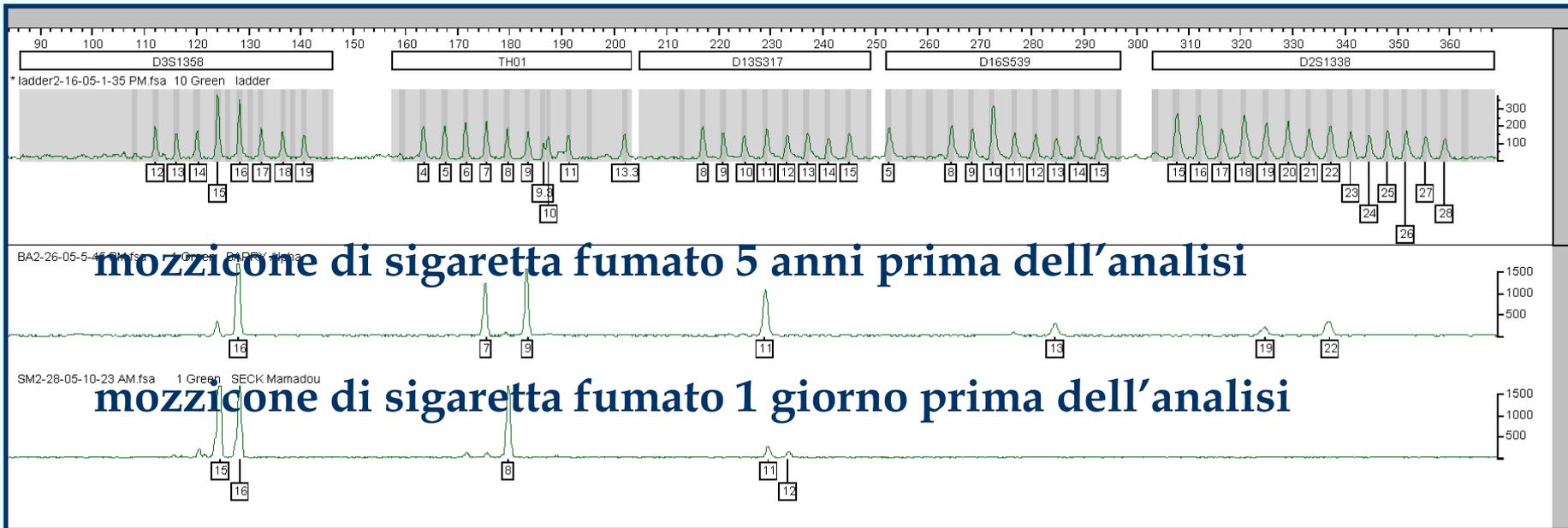
Analisi su oggetti toccati

Le analisi su DNA degradato

La degradazione

La qualità di un profilo genetico dipende dal grado di integrità delle molecole di DNA.

La degradazione del DNA dipende dal tempo, ma soprattutto dalle condizioni di conservazione del reperto (temperatura, umidità, azione di microorganismi, etc...)



Degradazione

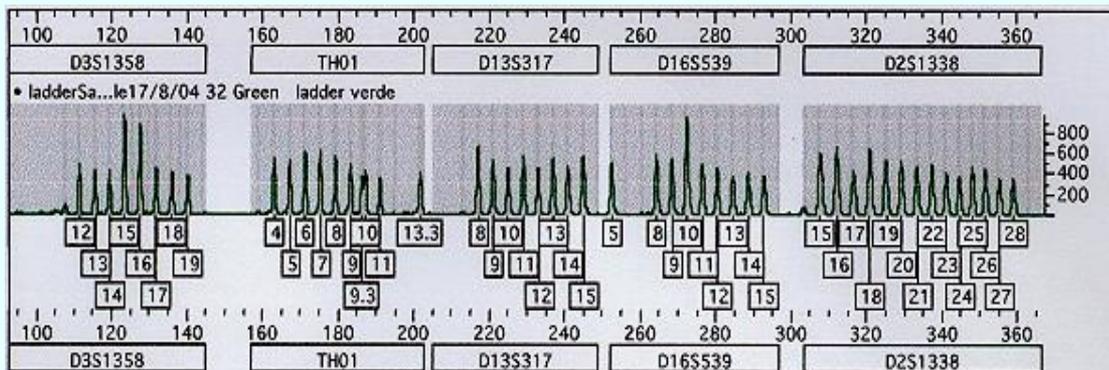
4 diverse analisi dello stesso campione

↓ Alleli aggiuntivi

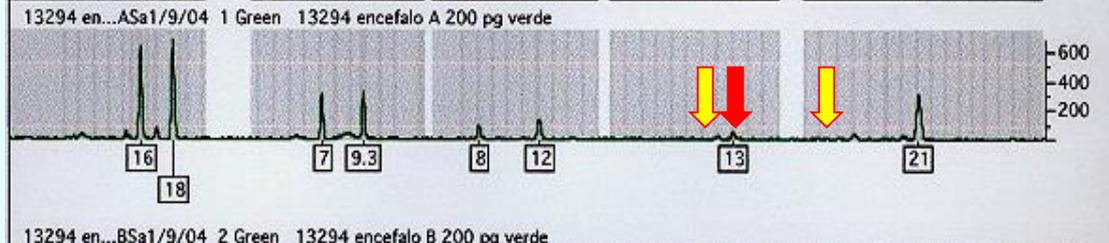
↓ Alleli mancanti

A, B e C: campioni degradati artificialmente

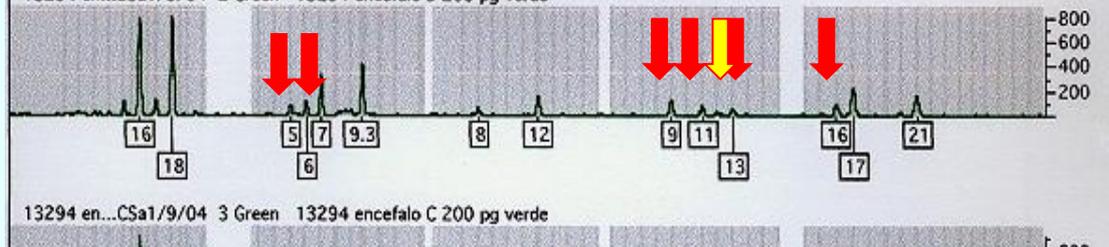
A



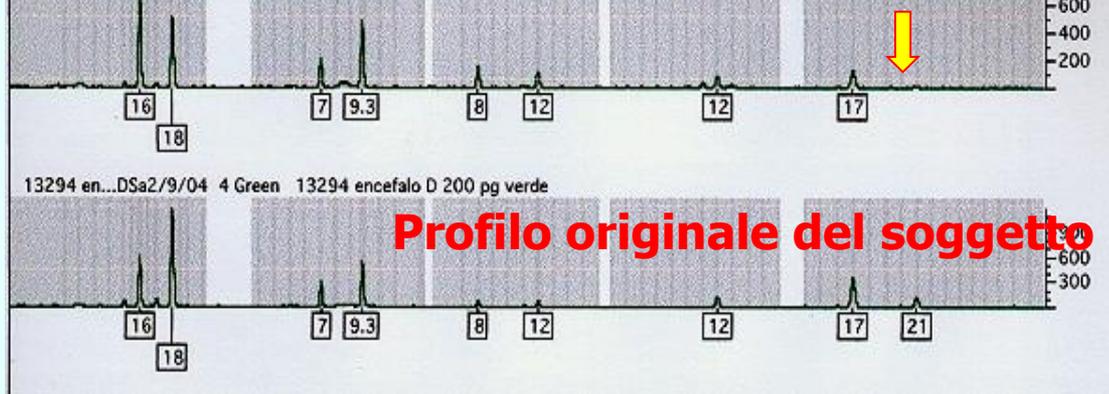
B



C



D

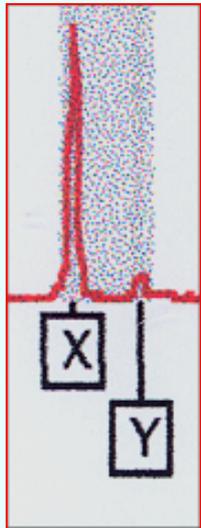


Degradazione

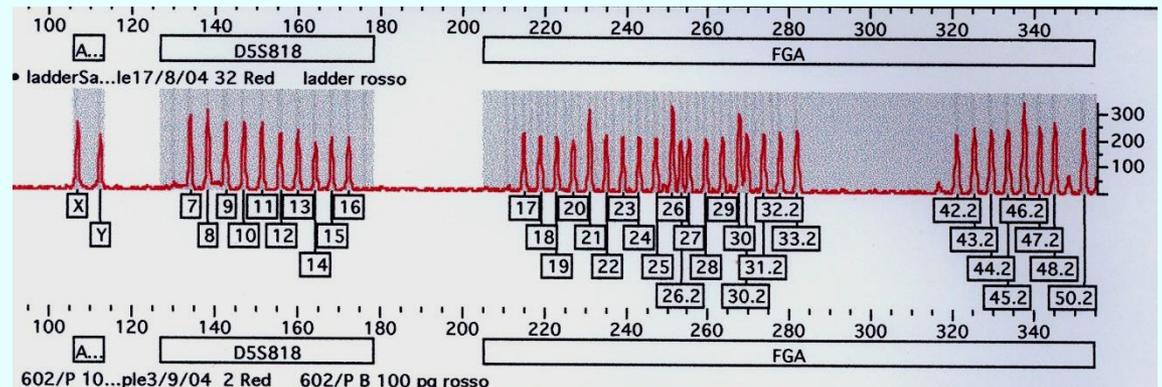
4 diverse analisi dello stesso campione

↓ Alleli aggiuntivi

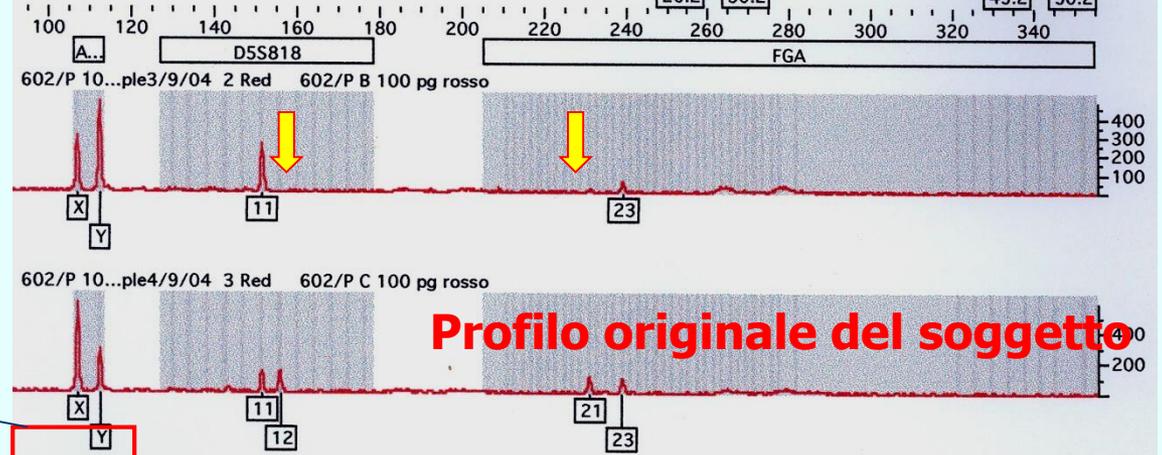
↓ Alleli mancanti



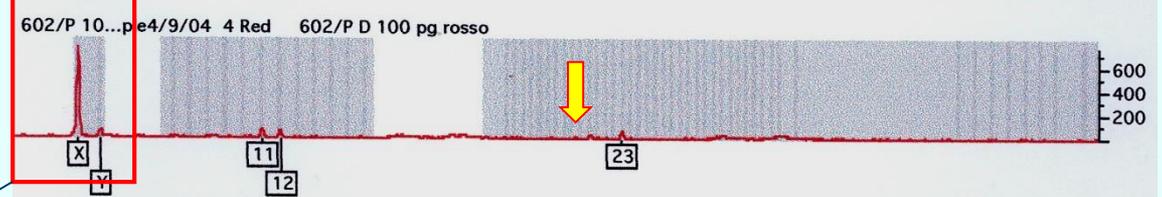
A



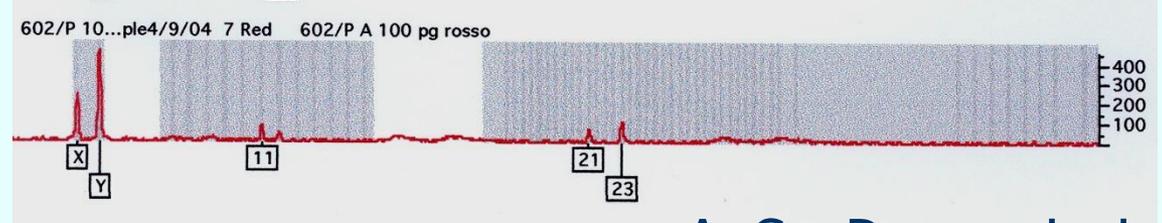
B



C



D

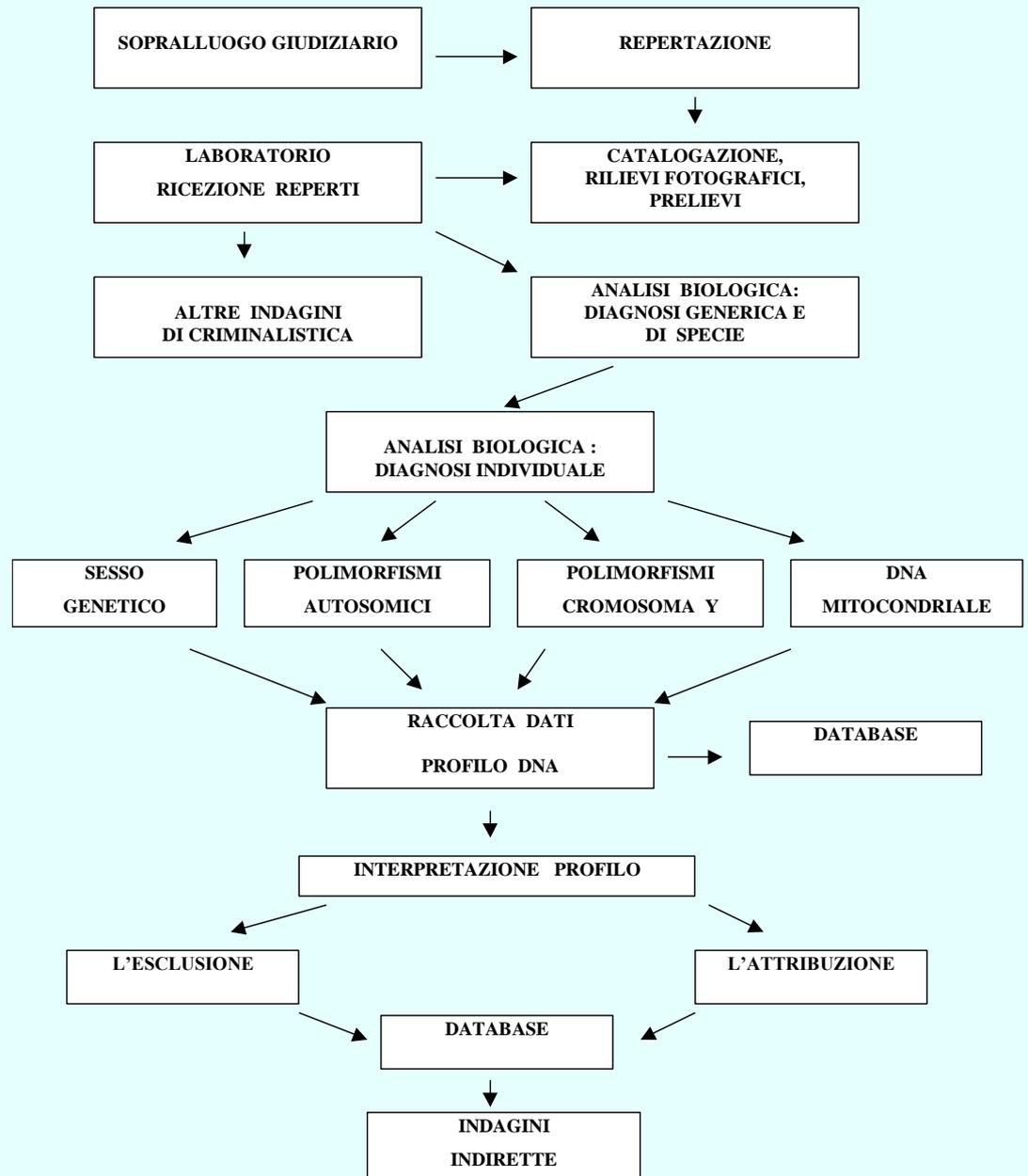


A, C e D: campioni degradati artificialmente

ADO

Gli errori

Il miraggio della prova assoluta non esiste: è indispensabile mettere in conto la possibilità di un errore umano.



I limiti del test del DNA

Gemelli identici non possono essere distinti con il DNA.

Campioni degradati e/o contaminati, tracce miste eccessivamente complesse possono fornire risultati non interpretabili.

Il test del DNA è quasi sempre un esame comparativo.

ATTENZIONE: il campione biologico si può facilmente trasportare da un luogo all'altro.

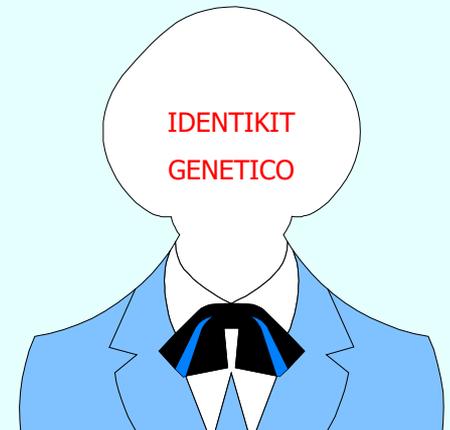
CHE COSA PUO' DIRE *A PRIORI* IL TEST DEL DNA?

OGGI

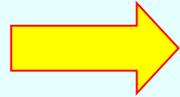
Il sesso dell'individuo che ha depositato la traccia biologica

DOMANI (**FORSE...**)

- informazioni riguardo alle origini etniche di chi ha depositato la traccia biologica
- informazioni sulle caratteristiche antropometriche di chi ha depositato la traccia biologica



Altre curiosità...



N°	Amelog.	D3S1358	vWA	FGA	D8S1179	D18S51	CSF1PO	TH01	TPOX
traccia	X-Y	15-16	18-20	21-23	10-10	11-11	9-10	7-10	8-11

I costi

Il costo dei prodotti di laboratorio per ottenere un profilo genetico da un campione "ordinario" è intorno ai 30 €.

I maggiori costi di una consulenza genetico-forense sono dovuti alle altre attività e al tempo richiesto al consulente.



N°	Amelog.	D3S1358	vWA	FGA	D8S1179	D18S51	CSF1PO	TH01	TPOX
traccia	X-Y	15-16	18-20	21-23	10-10	11-11	9-10	7-10	8-11

I tempi

Possono essere necessari diversi giorni per analizzare un solo campione, se particolarmente contaminato e/o degradato.

Ma il profilo genetico da un campione "ordinario" può essere ottenuto in tempi molto rapidi, circa 4 ore.