

***Překvapivě nové možnosti identifikace
člověka pomocí DNA***

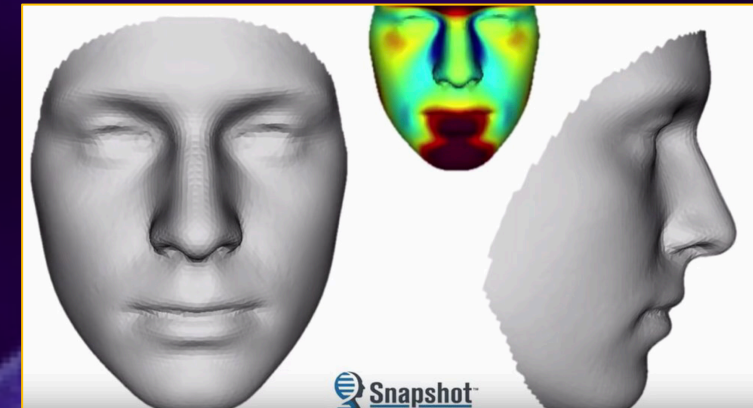
CRIME SCENE

*RNDr. Pavel Lízal, Ph.D.
Přírodovědecká fakulta MU
Ústav experimentální biologie
Oddělení genetiky a molekulární biologie
lizal@sci.muni.cz*

Předkládání důkazů aneb osnova přednášky



- možnosti identifikace viditelných znaků – tzv. **fenotypování**

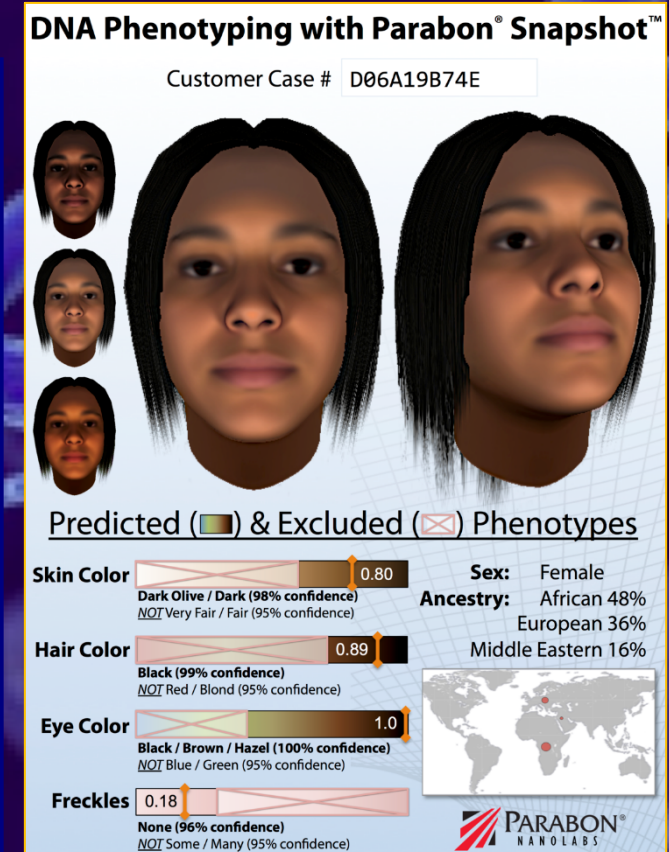


Další nové možnosti

- doposud byly standardně využívány metody, které se zaměřovaly na **nekódující místa** v DNA
- pro kriminalisty by však byla velmi **užitečná** i **analýza viditelných** identifikačních **znaků**
- v posledních 10 letech se rozvíjí nové **metody** tzv. „**DNA fenotypování**“ (DNA phenotyping)
- na základě DNA stopy by bylo možné **získat informace o možné podobě** nejenom **pachatele**, ale také **oběti nebo svědků**, kteří se na místě činu nacházeli
- **využití** tedy i tam, kde by **srovnávání s DNA databází nemělo šanci** na úspěch

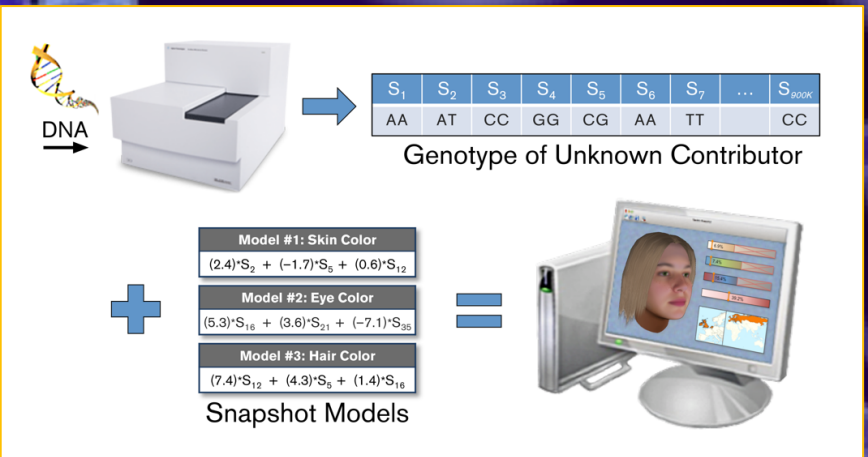
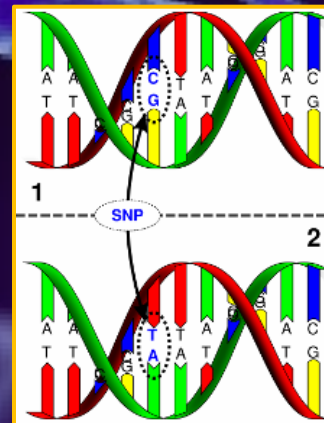
V současnosti se **prakticky testuje** stanovení:

- barvy očí
- barvy vlasů
- barvy kůže (stanovení původu)
- morfologie obličeje



Identifikace pomocí DNA – DNA fenotypování

- jedná se o **znaky s polygenní dědičností** – znaky jsou ovlivněny velkým počtem genů
- **v populaci se hledají významné geny a jejich varianty** se vztahem k projevu
- vyhledávají se specifické odchylky v DNA tzv. **SNP**
– lze si je představit jako alely, varianty jednotlivých genů
- **na základě sestavy SNP v různých genech pak lze provést statistickou předpověď daného fenotypu**



Předpověď barvy očí

- identifikace genů, SNP a vývoj předpovědního modelu probíhá od roku 2007

Rok	Počet genů	Počet SNP	modrá	hnědá	ostatní
2008	2 (OCA2 + HERC2)	13	97 %		
2009	8	37	91 %	93 %	73 %
2011	6	6	91 %	93 %	72 %

v % je udána „spolehlivost“
předpovědi

- od roku 2011 – předpovědní systém **IrisPlex** – 6 SNP v 6 genech (HERC2, OCA2, SLC24A4, SLC45A2, TYR a IRF4)
- předpověď vznikne vyplněním interaktivní excelovské tabulky - výpočet hodnot pravděpodobnosti pro zadané genotypy

Rok	Počet genů	Počet SNP	modrá	hnědá	ostatní
2014	6 (IrisPlex)	6	94 %	95 %	74 %

Předpověď barvy očí

A co **zelenoocí**?



- **interakce mezi 3 geny** (HERC2, OCA2 a TYRP1)
– spolehlivost předpovědi pro **zelenou** barvu očí je **69,7 %**

Předpověď barvy očí



EYE	Prob
Blue	0.000
Int.	0.003
Brown	0.997



EYE	Prob
Blue	0.952
Int.	0.040
Brown	0.008

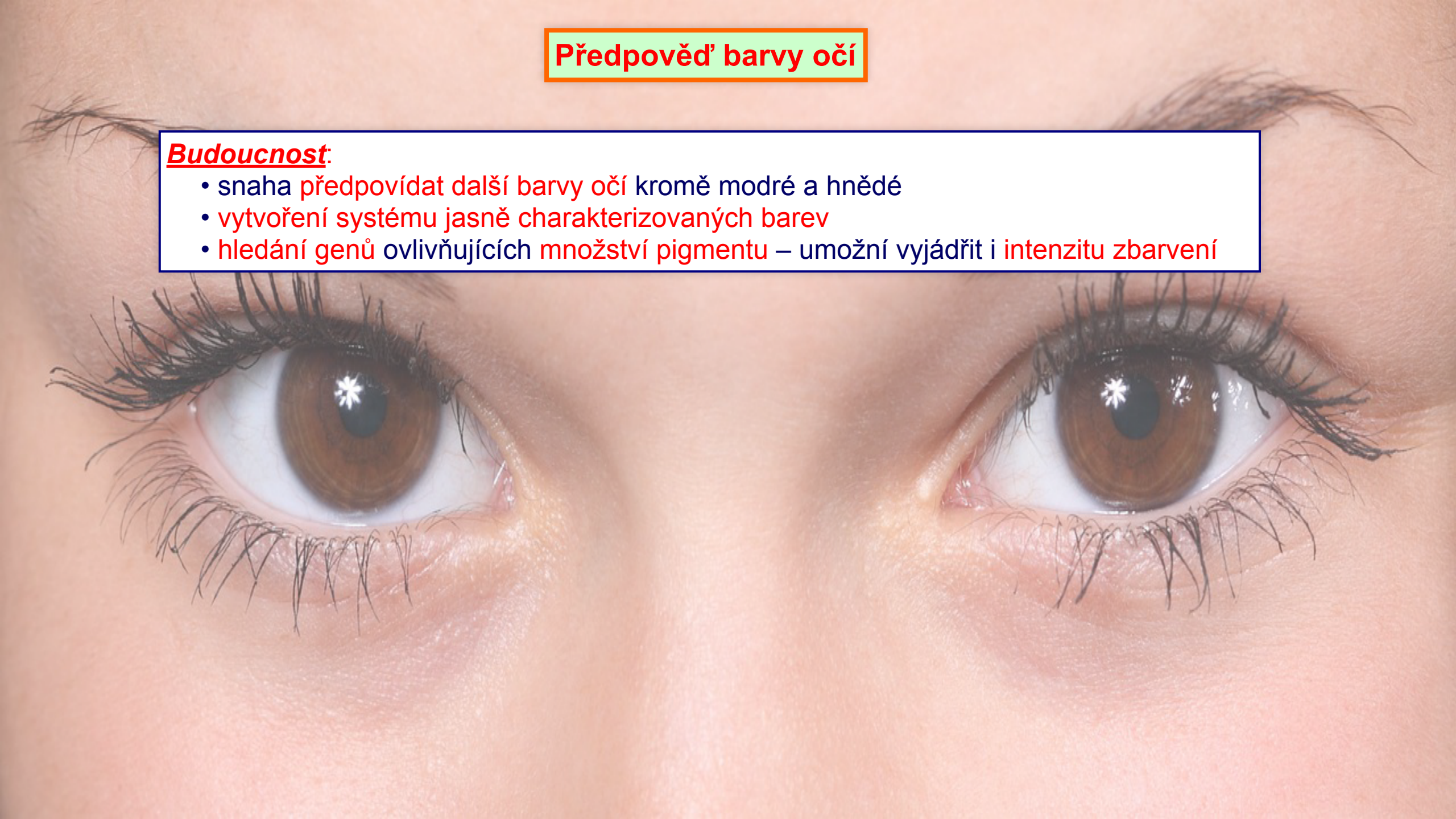


EYE	Prob
Blue	0.968
Int.	0.027
Brown	0.005

Předpověď barvy očí

Budoucnost:

- snaha předpovídat další barvy očí kromě modré a hnědé
- vytvoření systému jasně charakterizovaných barev
- hledání genů ovlivňujících množství pigmentu – umožní vyjádřit i intenzitu zbarvení



Předpověď barvy vlasů


- první pokus o předpověď – 2001 – předpověď **zrzavých** vlasů – na základě variability v genu **MC1R**

2007 – první testovací systém pro předpověď pouze zrzavých vlasů vytvořen pomocí **5 variant** genu MC1R



Předpověď barvy vlasů

2010 – **3 SNP** ve 3 genech (SLC45A2, SLC24A5 a HERC2) - předpověď množství melaninu se 76,3% spolehlivostí = **ostatní barvy vlasů**



Rok	Počet genů	Počet SNP	zrzavá	černá	hnědá	blond
2011	11	22	93 %	87 %	82 %	81 %
2013	HirisPlex	24	80 %	87,5 %	78,5 %	69,5 %
2014	HirisPlex		92 %	85 %	75 %	81 %

2013 – první testovací systém pro všechny barvy vlasů + barvy očí = **HirisPlex systém – 24 SNP** (z toho je **6 SNP** z IrisPlexu, **11 SNP** v genu MC1R a **7 SNP** v dalších genech)

Předpověď barvy vlasů



HAIR	Prob
Brown	0.079
Red	0.000
Black	0.919
Blond	0.001



HAIR	Prob
Brown	0.164
Red	0.197
Black	0.005
Blond	0.634

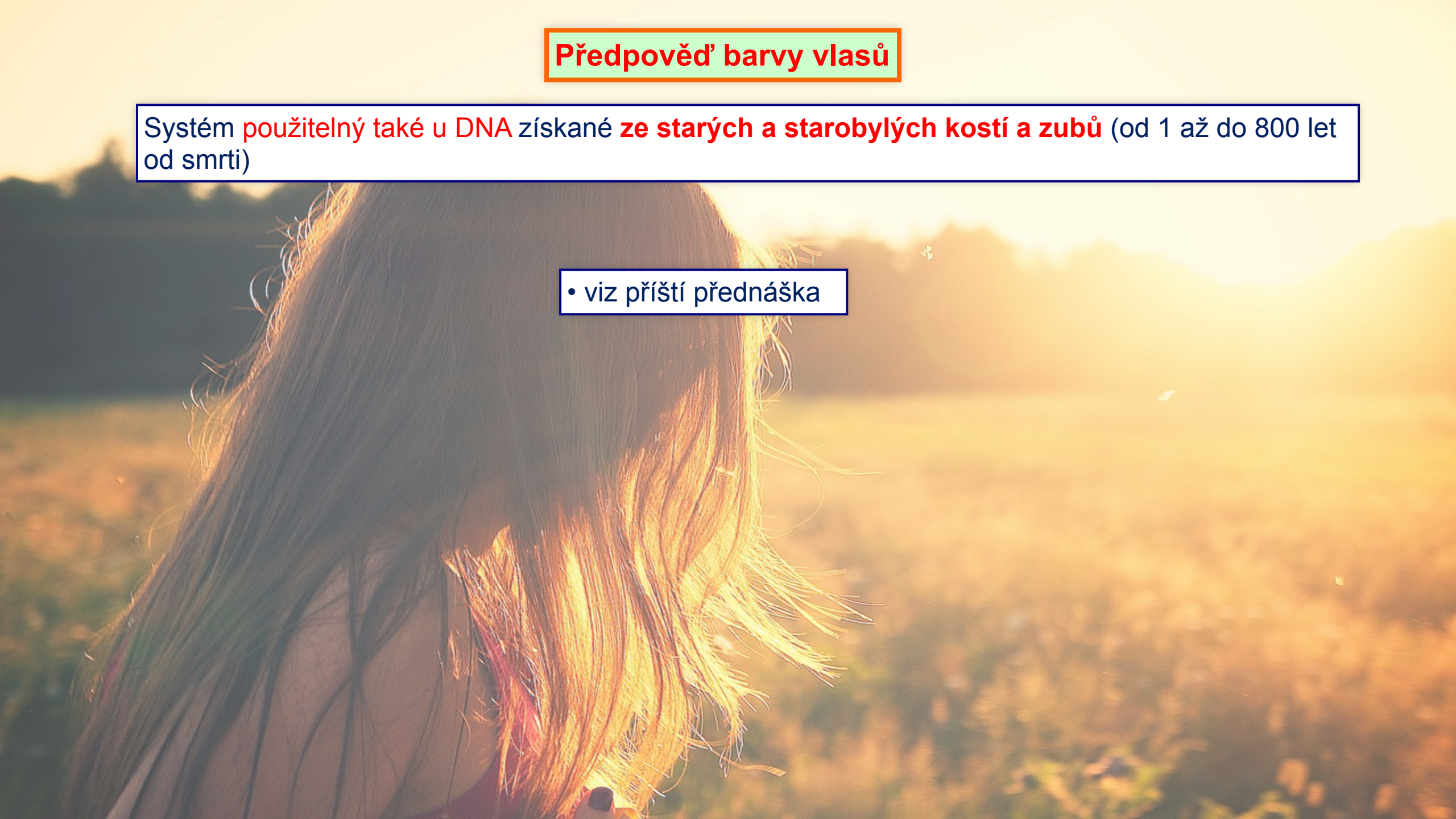


HAIR	Prob
Brown	0.045
Red	0.934
Black	0.001
Blond	0.021

Předpověď barvy vlasů

System **použitelný také u DNA získané ze starých a starobylých kostí a zubů** (od 1 až do 800 let od smrti)

- viz příští přednáška



Předpověď barvy vlasů

Problém:

- může být změna barvy vlasů u blondátých dětí, kterým v pubertě vlasy zhnědnou
- molekulární mechanismus pro tuto změnu barvy vlasů v dospělosti však znám prozatím není
 - HlrisPlex správně předpověděl tmavou barvu vlasů jen u 1/3 takto testovaných dětí
 - ztmavnutí vlasů je v 61-99 % případů dědičné = zavedení je otázkou času
- podobně jako zesvětlení nebo šedivění vlasů (v HlrisPlex systému proto zatím nejsou k dispozici)

Budoucnost

- podobně jako u barvy očí budou snahy v budoucnu ve směru předpovědi kvantifikace barvy vlasů

Předpověď barvy kůže

- **2010** - první pokusy o předpověď (3 SNP ve 3 genech - SLC45A2, SLC24A5 a ASIP)
- úspěšnost jen 45,7 % (vs. 76,4 pro barvu očí a 76,3 pro barvu vlasů)

- **2014** - 6 SNP v 6 genech
- úspěšnost - **98,3 %** pro bílou barvu, **92,7 %** pro černou a **83,7 %** pro ostatní (intermediate)

- navýšení na **10 SNP** = spolehlivost vzrostla na hodnoty:
 - **99 %** pro bílou
 - **96,6 %** pro černou
 - **80,3 %** pro intermediate

- **v současnosti** vysoce spolehlivý předpovědní systém **> 98 %**

Předpověď barvy kůže



SHADE	Prob
Light	0.002
Dark	0.998



SHADE	Prob
Light	0.994
Dark	0.006



SHADE	Prob
Light	0.987
Dark	0.013

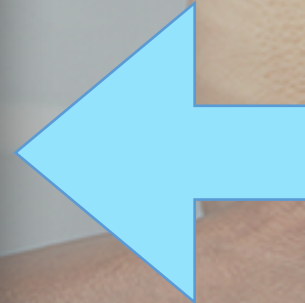
Předpověď barvy kůže

- 2018 HirisPlex-S - 41 SNP (z toho 17 pro barvu kůže)

Predicted phenotype		
	p-value	AUC Loss
blue eye	0.848	0
intermediate eye	0.088	0
brown eye	0.065	0
blond hair	0.706	0
brown hair	0.254	0
red hair	0.002	0
black hair	0.038	0
light hair	0.949	0
dark hair	0.051	0
very pale skin	0.009	0
pale skin	0.392	0
intermediate skin	0.598	0
dark skin	0.001	0
dark to black skin	0	0

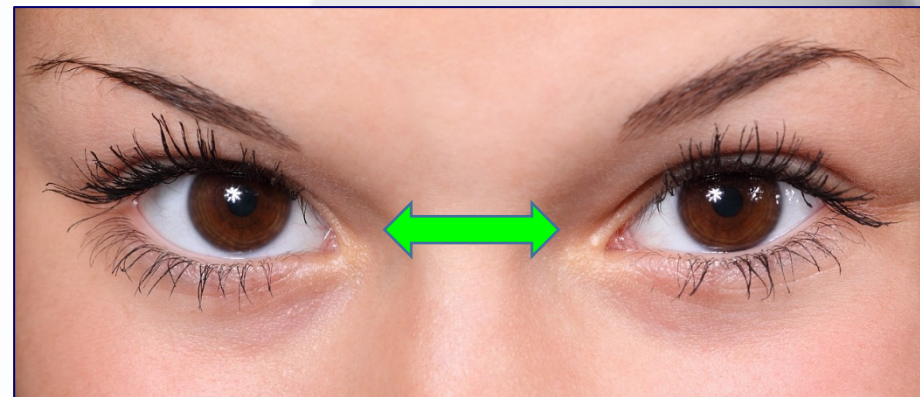
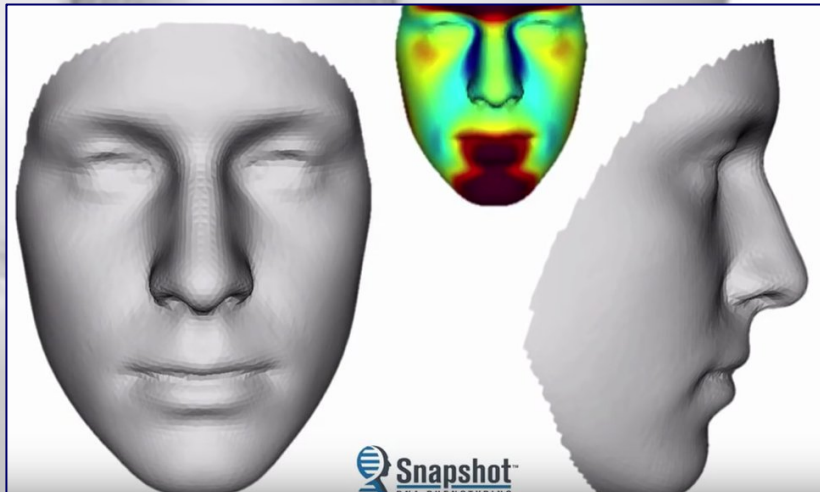


The HirisPlex-S System				
Gene	SNP	Allele	No. of Alleles	
1	MC1R	rs312262906	A	0 1 2 NA
2	MC1R	rs11547464	A	0 1 2 NA
3	MC1R	rs885479	T	0 1 2 NA
4	MC1R	rs1805008	T	0 1 2 NA
5	MC1R	rs1805005	T	0 1 2 NA
6	MC1R	rs1805006	A	0 1 2 NA
7	MC1R	rs1805007	T	0 1 2 NA
8	TUBB3	rs1805009	C	0 1 2 NA
9	MC1R	rs201326893	A	0 1 2 NA
10	MC1R	rs2228479	A	0 1 2 NA
11	MC1R	rs1110400	C	0 1 2 NA
12	SLC45A2	rs28777	C	0 1 2 NA
13	SLC45A2	rs16891982	C	0 1 2 NA
14	KITLG	rs12821256	G	0 1 2 NA
15	LOC105374875	rs4959270	A	0 1 2 NA
16	IRF4	rs12203592	T	0 1 2 NA
17	TYR	rs1042602	T	0 1 2 NA
18	OCA2	rs1800407	A	0 1 2 NA
19	SLC24A4	rs2402130	G	0 1 2 NA
20	HERC2	rs12913832	T	0 1 2 NA
21	PIGU	rs2378249	C	0 1 2 NA
22	LOC105370627	rs12896399	T	0 1 2 NA
23	TYR	rs1393350	T	0 1 2 NA
24	TYRP1	rs683	G	0 1 2 NA
25	ANKRD11	rs3114908	T	0 1 2 NA
26	OCA2	rs1800414	C	0 1 2 NA
27	BNC2	rs10756819	G	0 1 2 NA
28	HERC2	rs2238289	C	0 1 2 NA
29	SLC24A4	rs17128291	C	0 1 2 NA
30	HERC2	rs6497292	C	0 1 2 NA
31	HERC2	rs1129038	G	0 1 2 NA
32	HERC2	rs1667394	C	0 1 2 NA
33	TYR	rs1126809	A	0 1 2 NA
34	OCA2	rs1470608	A	0 1 2 NA
35	SLC24A5	rs1426654	G	0 1 2 NA
36	ASIP	rs6119471	C	0 1 2 NA
37	OCA2	rs1545397	T	0 1 2 NA
38	RALY	rs6059655	T	0 1 2 NA
39	OCA2	rs12441727	A	0 1 2 NA
40	MC1R	rs3212355	A	0 1 2 NA
41	DEF8	rs8051733	C	0 1 2 NA



Předpověď morfologie obličeje

- **svatým grálem** forenzní genetiky
- **hledání genů a SNP od roku 2012** - 10 000 Evropanů, **5 kandidátních genů** (PAX3, PRDM16, TP63, C5orf50 a COL17A1) asociovaných s odlišnostmi obličeje stanovených pomocí 3D magnetické rezonance
- např. gen **TP63** - kde jedinci **heterozygotní v jedné variantě SNP** oproti standardní variantě mají **o 0,9 mm** a **homozygoti o 1,8 mm zmenšenou vzdálenost očí od sebe**



Komerční řešení

2 společnosti – **Parabon NanoLabs** (Reston, Virginia, USA) a **Identitas** (Toronto, Kanada; VB; USA) vyvinuly **statistické modely na základě i analýz více než 12 000 dvojčat** (projekt "TwinsUK,,)

Parabon NanoLabs – program Snapshot

Identitas – Identitas Forensic Chip

SNP pro:

- barvu očí
- barvu vlasů
- barvu kůže
- výšku postavy
- tvar ušního boltce
- kudrnatost vlasů
- pihovatost



Komerční řešení

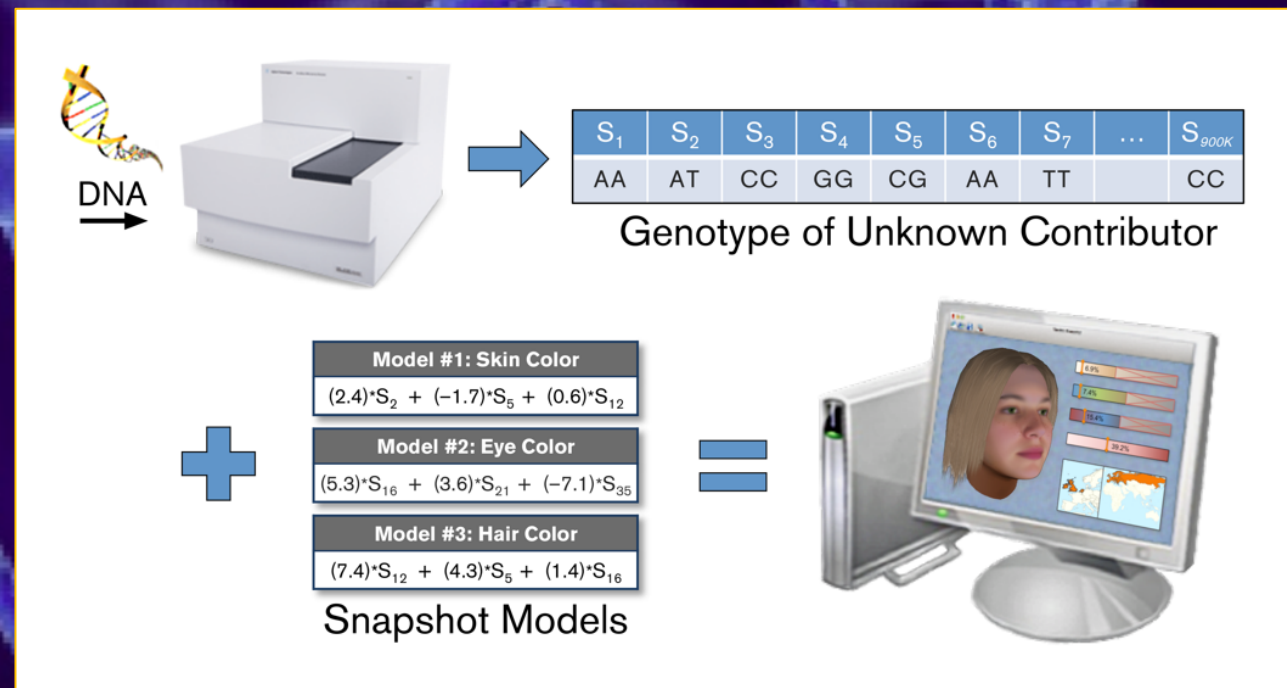
2 společnosti – **Parabon NanoLabs** (Reston, Virginia, USA) a **Identitas** (Toronto, Kanada; VB; USA) vyvinuly **statistické modely na základě i analýz více než 12 000 dvojčat** (projekt "TwinsUK,,)

Parabon NanoLabs – program Snapshot

- již provedly **experimentálně desítky rekonstrukcí podoby** v různých kriminálních případech

Identitas – Identitas Forensic Chip

- uvažují o **identifikaci nemocí** u testovaného – zatím se **řeší etické hledisko**

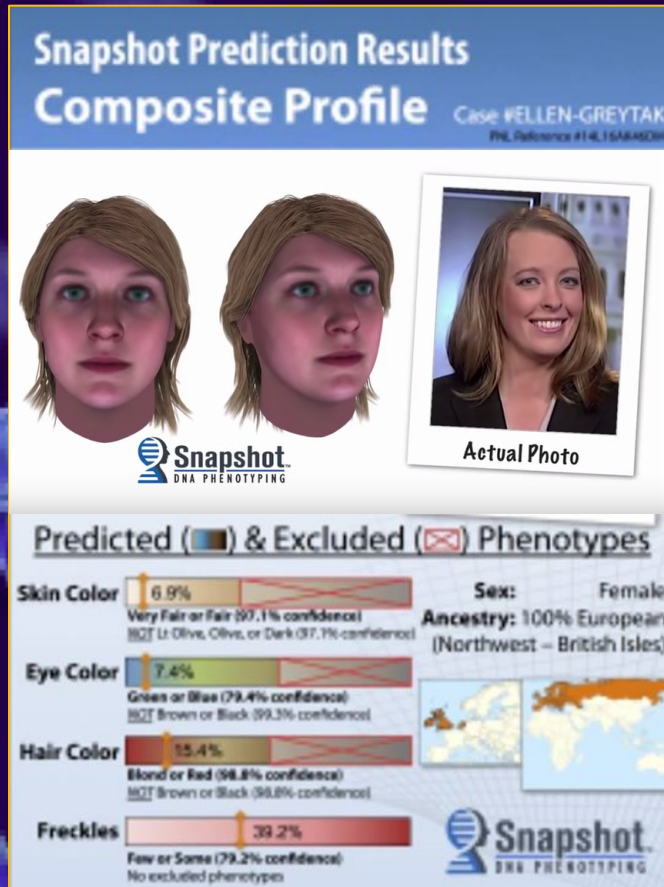


Komerční řešení

2 společnosti – **Parabon NanoLabs** (Reston, Virginia, USA) a **Identitas** (Toronto, Kanada; VB; USA) vyvinuly **statistické modely** na základě i analýz více než 12 00 dvojčat (projekt "TwinsUK,,)

Parabon NanoLabs – program Snapshot

Identitas – Identitas Forensic Chip



První nasazení v praxi

- poprvé použije tento přístup policie v USA ve městě Columbia v lednu 2015
- případ **dvojnásobné vraždy z 9. ledna roku 2011**, kdy byla neznámým pachatelem zavražděna 25-letá Candra Alston a její 3-letá dcera Malaysia Boykin
- na místě činu **vzorek neznámé DNA** (neznámý profil DNA, profilováno také 150 podezřelých)
- firma **Parabon NanoLabs pomocí programu Snapshot** (analyzuje několik desítek tisíc SNP) odvodila možnou podobu nositele této DNA
- **chybí sice údaje o stáří a váze jedince, ale i tak je to významná indicie**



Candra Alston a Malaysia Boykin (Zdroj: Columbia Police Department)

Sex: Male ♂

Skin: Dark / Dark Olive Not: Very Fair, Fair, or Light Olive 90.7

Eyes: Brown / Black Not: Blue or Green 94.6

Hair: Brown / Black Not: Red or Blond 59.3

Freckles: None 25.0 Not: Few, Some, or Many

Ancestry: 92% West African
8% NW European

Snapshot™
DNA PHENOTYPING

© 2015 Parabon NanoLabs, Inc. All Rights Reserved.

<http://Parabon-NanoLabs.com/Snapshot>

První úspěšně vyřešený veřejně publikovaný případ:

- 4.2.2012 zavraždění Troy and LaDonna Frenchovi (Severní Karolína, USA)
- DNA získána z několika kapek krve ze zábradlí schodiště
(pachatel se pořezal nožem, kterým vyhrožoval dceři zavražděných)
- DNA profilování nenalezlo pachatele (nebyla shoda v databázi ani u podezřelých)
- analýza příbuznosti - pachatelem mohl být někdo z rodiny Johna Alvareze – přítele dcery zavražděných
- analýza chromozomu Y vyloučila jak otce, tak i bratra dívčina přítele
- únor 2015 vyšetřovatelé zadávají analýzu u společnosti Parabon



První úspěšně vyřešený veřejně publikovaný případ:

- 7.5.2015 na základě 850 000 míst v DNA zveřejněna podoba pachatele

- velmi světlá pleť, hnědé oči, tmavé vlasy a smíšený původ - z poloviny evropský a z poloviny latinskoamerický

- vymodelována byla také podobizna tváře

- latinskoamerický původ pachatele přivádí vyšetřovatele zpět k Johnu Alvarezovi

- vymodelovaná tvář je nápadně podobná tváři José Alvarezze Jr. (bratr Johna Alvarezze)

- odebrána DNA José Alvarezovi Sr. (otec) a José Alvarezovi Jr. – poskytli ji dobrovolně

- tradiční profilování prokázalo shodu DNA z místa činu s DNA José Alvarezze Jr.

- a současně se zjistilo, že José Alvarez Sr. není biologickým otcem José Alvarezze Jr.

- 25.8.2015 zatčen, později se doznal k dvojnásobné vraždě

- 8.7.2016 odsouzen ke dvěma po sobě jdoucím doživotním trestům bez možnosti podmíněčného propuštění

- 4.1.2017 byl pak případ definitivně uzavřen

[SOLVED] Rockingham County, NC
Case Closed 2017-01-04

Snapshot Prediction Results

Composite Profile

Snapshot #3999837068
PNL Document #15E06M49-R01C01



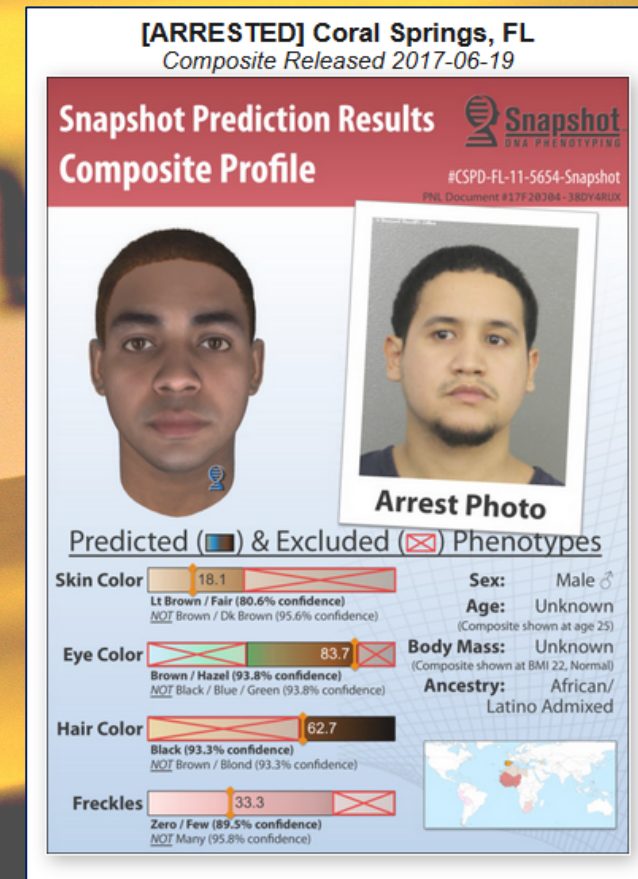
Predicted (☑) & Excluded (☒) Phenotypes

Skin Color	8.9	☒	Sex:	Male ♂
Fair / Very Fair (96.5% confidence)			Age:	Unknown
NOT Lt Olive / Dk Olive / Dark (96.5% confidence)			(Composite shown at age 25)	
Eye Color	82.2	☒	Body Mass:	Unknown
Brown / Hazel (93.8% confidence)			(Composite shown at BMI 22, Normal)	
NOT Black / Blue / Green (93.8% confidence)			Ancestry:	Latino / European
Hair Color	66.8	☒		
Brown / Black (98.7% confidence)				
NOT Red / Blond (98.7% confidence)				
Freckles	39.5	☒		
Few / Zero (71.9% confidence)				
NOT Many (91.7% confidence)				



Další úspěchy metody

- 2011 – v bytě nalezen ubodaný 31letý Michael Todd Hamilton
- DNA pachatele získána z velkého množství krve na těle oběti
- mezi více než 40 profilovanými osobami pomocí DNA pachatel nalezen nebyl
- březen 2016 – stanovení podoby
- podoba nasměrovala detektivy na jednoho z podezřelých - Jasona Martineze
- před analýzou byl jako pachatel vyloučen - měl na 11.6.2011 alibi a DNA odmítl poskytnout
- na základě soudního povolení získali Martinezovu DNA z láhve od limonády, kterou odhodil při sledování do odpadkového koše
- DNA profilování potvrdilo shodu s DNA z místa činu
- pomocí DNA byl usvědčen i druhý pachatel Kadian A. G. Roper (DNA získána z plivance na parkovišti)



Další úspěchy metody

- metoda vhodná i pro identifikaci neznámých vzorků, části těl apod. nezvěstných, **obětí** nebo svědků

Galveston, TX
Composite Released 2016-07-15

Snapshot Prediction Results
Phenotype Report



Snapshot
DNA PHENOTYPING
Case #1988-02562

Contact: Galveston Police Dept.
(409) 765-3762

Sex: Female ♀
Age: Unknown
(Shown at age 25)

Body Mass: Unknown
(Shown at BMI 22, Normal)

Ancestry: Central East Asian
(Chinese)



Region	Percent
East Asia - Central	98.29%

Snapshot
DNA PHENOTYPING

Skin Color 25.1
NOT: Fair / Very Fair / Dark Brown (96.7% confidence)
Light Brown / Brown (96.7% confidence)

Eye Color 96.7
NOT: Blue / Green (100.0% confidence)
Brown / Black (54.3% confidence)

Hair Color 94.8
NOT: Blond / Brown (100.0% confidence)
Black (100.0% confidence)

Freckles 6.5
NOT: Few / Some / Many (98.6% confidence)
Zero (98.6% confidence)

© 2017 Parabon NanoLabs, Inc. All rights reserved. <https://Parabon-NanoLabs.com/Snapshot>

- 1988 - nalezeno bezhlavé tělo mladé ženy
- případ znovu otevřen pro analýzu DNA společností Parabon Nanolabs
- stanovena pravděpodobná podoba a původ oběti
- výzva veřejnosti, zda ženu někdo zná

Další úspěchy metody

od roku 2015 - použito již ve více než stovce případů v USA (některé byly i zveřejněny)

[ARRESTED] Coral Springs, FL
Composite Released 2017-06-19

Snapshot Prediction Results Composite Profile

#CSPD-FL-11-5654-Snapshot
PNI Document #17F28384-38DYARUX

Arrest Photo

Predicted (■) & Excluded (☒) Phenotypes

Skin Color	18.1	Sex: Male ♂
Lt Brown / Fair (80.6% confidence)		Age: Unknown
NOT Brown / Dk Brown (95.6% confidence)		(Composite shown at age 25)
Eye Color	83.7	Body Mass: Unknown
Brown / Hazel (93.8% confidence)		(Composite shown at BMI 22, Normal)
NOT Black / Blue / Green (93.8% confidence)		Ancestry: African/Latino Admixed
Hair Color	62.7	
Black (93.3% confidence)		
NOT Brown / Blond (93.3% confidence)		
Freckles	33.3	
Zero / Few (89.5% confidence)		
NOT Many (95.8% confidence)		

Snapshot Prediction Results Composite Profile

#SCL-09-4465-LA-Sn
PNI Document #17G25848-GD

Arrest Photo

Predicted (■) & Excluded (☒) Phenotypes

Skin Color	14.4	Sex: Male ♂
Fair / Very Fair (75.0% confidence)		Age: Unknown
NOT Dk Olive / Dark (94.3% confidence)		(Composite shown at age 25)
Eye Color	14.0	Body Mass: Unknown
Green / Blue (82.1% confidence)		(Composite shown at BMI 22, Normal)
NOT Brown / Black (99.3% confidence)		Ancestry: North European
Hair Color	58.4	
Brown / Black (94.7% confidence)		
NOT Red / Blond (94.7% confidence)		
Freckles	61.1	
Few / Some (50.0% confidence)		
NOT Zero (91.0% confidence)		

[ARRESTED] Albuquerque, NM
Composite Released 2017-07-25

Snapshot Prediction Results Composite Profile

#APD-NM-08-169900-Snapshot
PNI Document #17G26L12-GSDGR11

Actual Photo

Predicted (■) & Excluded (☒) Phenotypes

Skin Color	9.4	Sex: Male ♂
Fair / Very Fair (79.0% confidence)		Age: Unknown
NOT Brown / Dk Brown (99.3% confidence)		(Composite shown at age 25)
Eye Color	23.0	Body Mass: Unknown
Green / Hazel (93.9% confidence)		(Composite shown at BMI 22, Normal)
NOT Blue / Brown / Black (93.9% confidence)		Ancestry: Admixed European and Native American
Hair Color	19.1	
Blond / Brown (97.9% confidence)		
NOT Black (97.9% confidence)		
Freckles	21.5	
Zero (92.5% confidence)		
NOT Few / Some / Many (92.5% confidence)		

[IDENTIFIED] Costa Mesa, CA
Composite Released 2017-02-23

Snapshot Prediction Results Composite Profile

#CMPD-CA-97-06559-Snapshot
PNI Document #17D28024-72U2158P2A

Actual Photo

Predicted (■) & Excluded (☒) Phenotypes

Skin Color	24.1	Sex: Male ♂
Lt Brown / Brown (91.1% confidence)		Age: Unknown
NOT Fair / Very Fair / Dk Brown (91.1% confidence)		(Composite shown at age 25)
Eye Color	95.0	Body Mass: Unknown
Brown / Hazel (68.8% confidence)		(Composite shown at BMI 22, Normal)
NOT Blue / Green (99.99% confidence)		Ancestry: Latino
Hair Color	73.7	
Black (99.8% confidence)		
NOT Brown / Blond (99.8% confidence)		
Freckles	10.6	
Zero (98.1% confidence)		
NOT Few / Some / Many (98.1% confidence)		

Další nové možnosti

Výzkum prozatím probíhá:

Výška postavy



- 412 SNP, 76 %

Tvar vlasů



- 32 SNP, 66 % (pro Evropany)

Plešatost



- 6 SNP, 6 x vyšší riziko

Pihovatost



- 14 SNP, 65-79 %

Další nové možnosti

Výzkum prozatím probíhá:

Věk



- pomocí metylace DNA
- s odchylkou $\pm 2,49$ roku
- zatím nepoužitelná metoda
 - potřeba velké množství DNA
 - tkáňově specifické
 - další vlivy na stupeň metylace

Příjmení

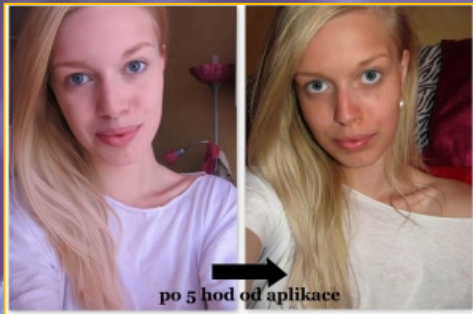


- viz 4. přednáška

Komplikace předpovědi viditelných znaků

uměle změněný vzhled

- barva očí - **kontaktní čočky**
- barva vlasů - **barvení a odbarvování vlasů**
- barva kůže - **samoopalovací krémy**
- struktura vlasů - **kadeřnické úpravy vlasů**
- **plastická chirurgie** (transplantace vlasů, obličeje atd.)



- **pro chycení pachatele není ani tak důležitý jeho vzhled v době činu, jako hlavně spíše až po něm - v době, kdy má být chycen**
- vypomoci mohou fotografie nebo údaje v OP, ŘP, pasech, kriminalistických databázích apod.

Zajímavost na závěr: Analýza DNA i ve službách umění?

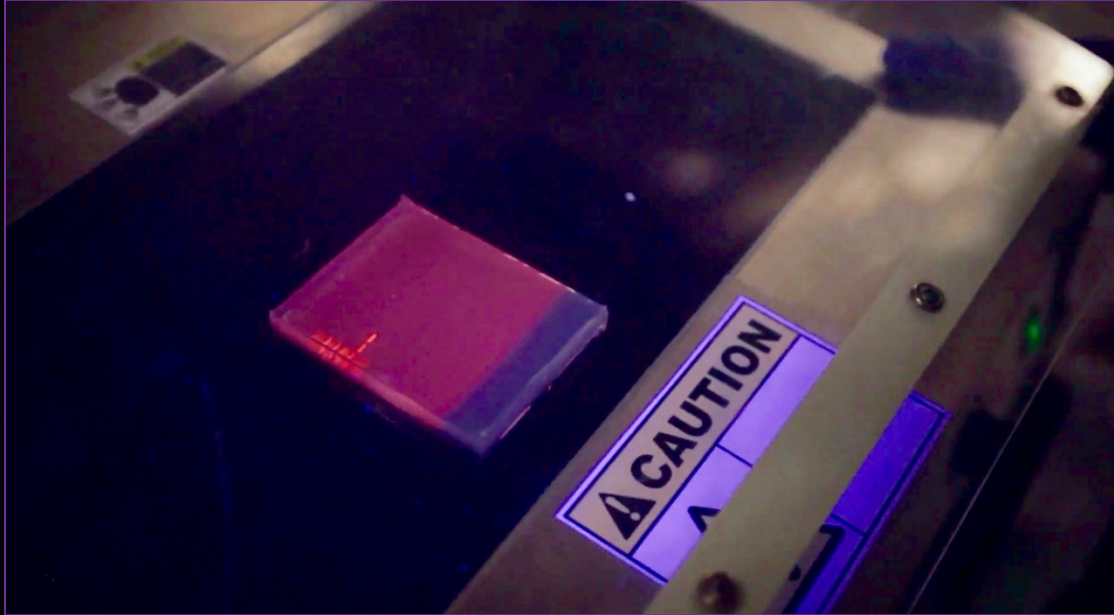
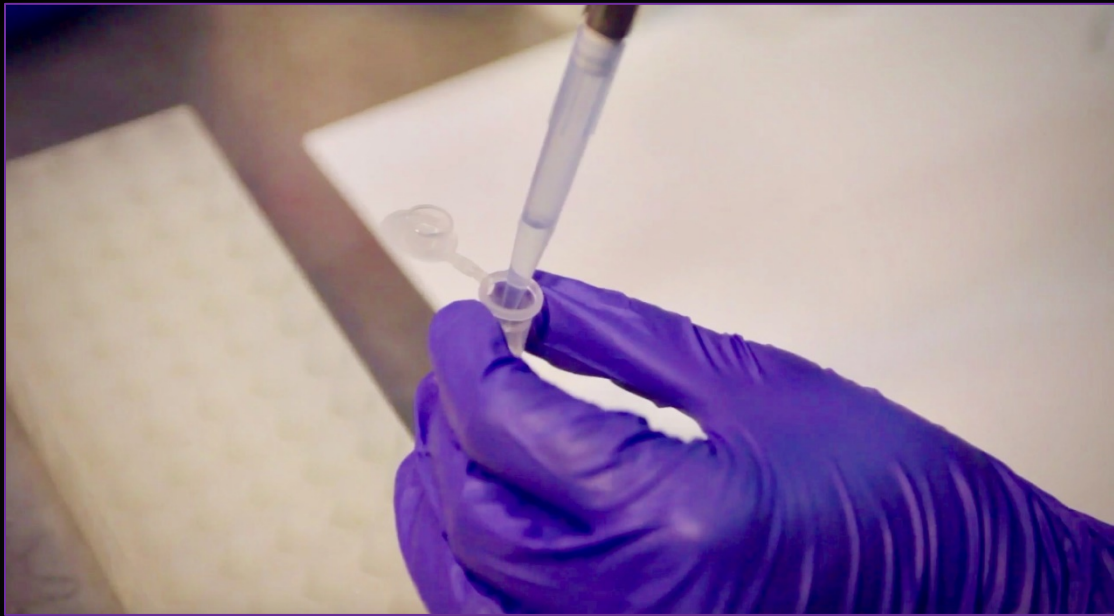
- postupu rekonstrukce možné podoby podle DNA využila i umělkyně Heather Dewey-Hagborg
- sesbírala v ulicích biologický materiál (žvýkačka, nedopalek cigarety apod.)
- po izolaci a analýze DNA využila forenzních technik a zrekonstruovala možnou podobu lidí, kteří tento materiál na veřejných místech nevědomky zanechali



Zajímavost na závěr: Analýza DNA i ve službách umění?




Zajímavost na závěr: Analýza DNA i ve službách umění?



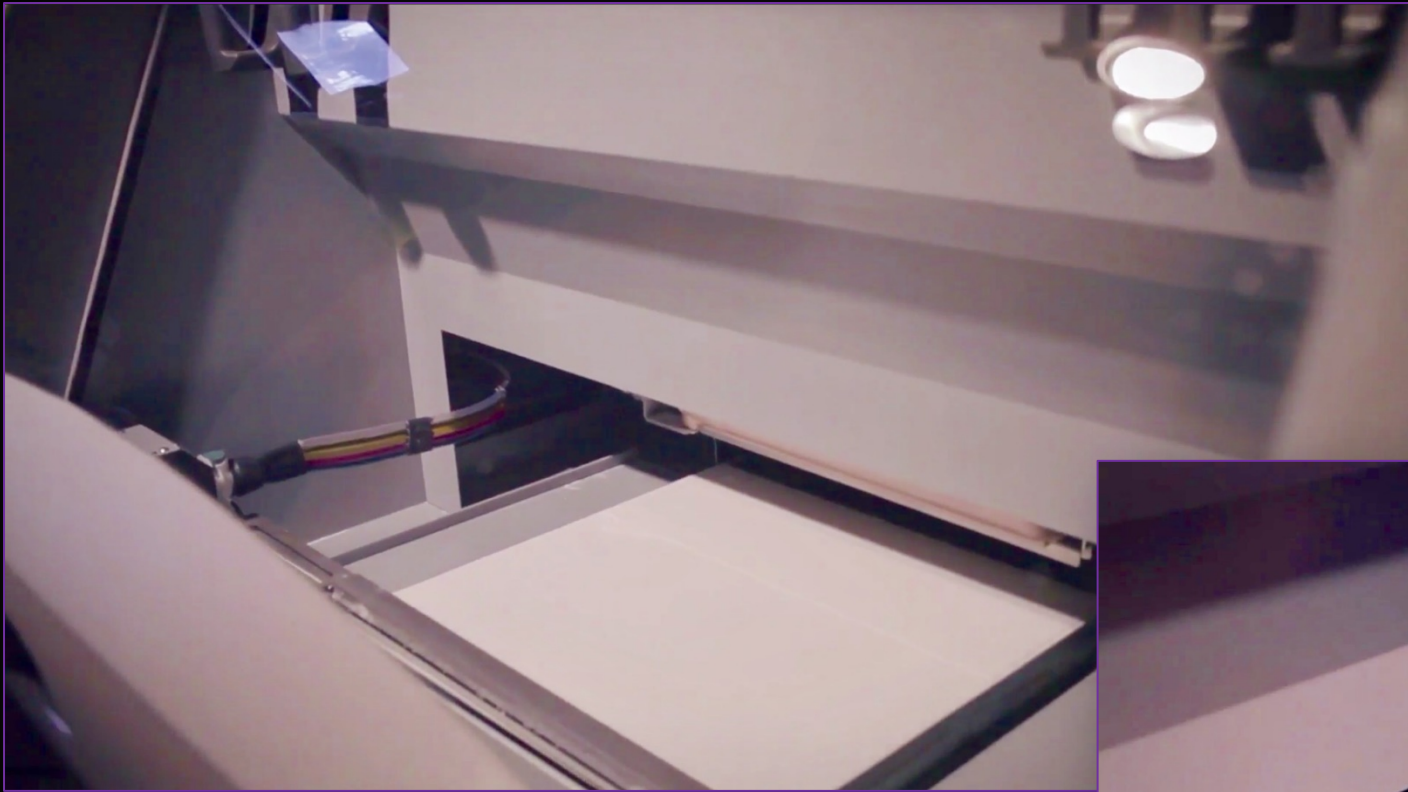
Zajímavost na závěr: Analýza DNA i ve službách umění?

```
1 from DNA_imports*
2
3 #dna = DNA()
4 #dna.loadSNPFile("~/Users/heather/Documents/strangerVisions/genome_Heather_Dewey_Hagborg_Full_20120416094211.txt")
5 #dna.getMThaploEthnicity(["USA2c"])
6 #name = "heather_x"
7
8 #dna.loadSNPFile("~/Users/heather/Documents/strangerVisions/SNP_files/genome_Mikolaj_Habryn_Full_20110124123252.txt")
9 #dna.getMThaploEthnicity(["V1a1"]) #can get haplogroups from 23andme files here: http://dna.jameslick.com/ethap/
10 #name = "Mikolaj2"
11
12 #Manu Sporny http://manu.sporny.org/ https://github.com/msporny/dna
13 #dna.loadSNPFile("~/Users/heather/Documents/strangerVisions/SNP_files/ManuSporny-genome.txt")
14 #dna.getMThaploEthnicity(["M5a"]) #can get haplogroups from 23andme files here: http://dna.jameslick.com/ethap/
15 name = "manu_sporny6"
16
17 #grta also on git https://github.com/orta/dna
18 #dna.loadSNPFile("~/Users/heather/Documents/strangerVisions/SNP_files/orta_dna.txt");
19 #dna.getMThaploEthnicity(["T2b5"]);
20 #name = "grta"
21
22 #dna.getGender()
23 #dna.getTraits()
24 #dna.getSNPEthnicity() #don't use this yet, wait til more params available
25
26 #make one up
27 #dna.getMThaploEthnicity(["C"])
28 #dna.setGender(-2) #-2 = female
29 #dna.traits.weight = 10
30 #dna.traits.dark_skin = 1
31 #dna.traits.age = 0
32 #dna.checkCoefs()
33 #name = "imaginary"
34
35 # "m. east", "african", "latino", "n. american", "w. asian", "n.e. asian", "e. asian", "s.e. asian", "n. euro", "s. euro"
36 model = ParamModel(dna.ethnicity.ethnicityVector["m. east"], dna.ethnicity.ethnicityVector["african"],
37 dna.ethnicity.ethnicityVector["latino"], dna.ethnicity.ethnicityVector["n. american"],
38 dna.ethnicity.ethnicityVector["w. asian"], dna.ethnicity.ethnicityVector["n.e. asian"], dna.ethnicity.
39 dna.ethnicity.ethnicityVector["s.e. asian"], dna.ethnicity.ethnicityVector["n. euro"], dna.ethnicity.
40 dna.ethnicity.ethnicityVector["pacific"], dna.gender, dna.traits.weight, dna.traits.dark_skin, dna.tr
41
42 model.makeModel()
```



Next, these traits are used as parameters in custom software to generate a new 3D facial image.

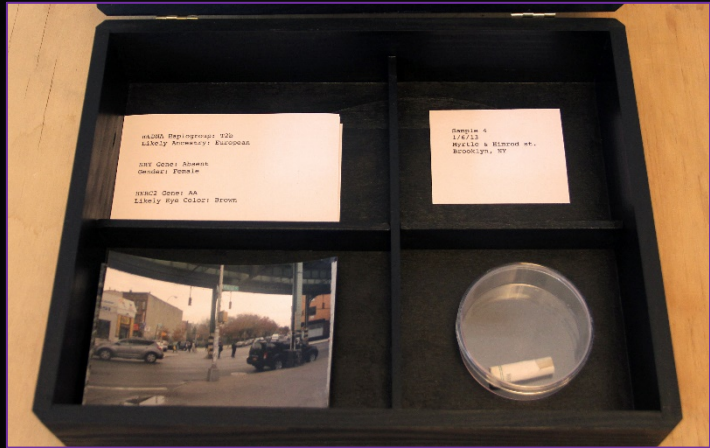
Zajímavost na závěr: Analýza DNA i ve službách umění?



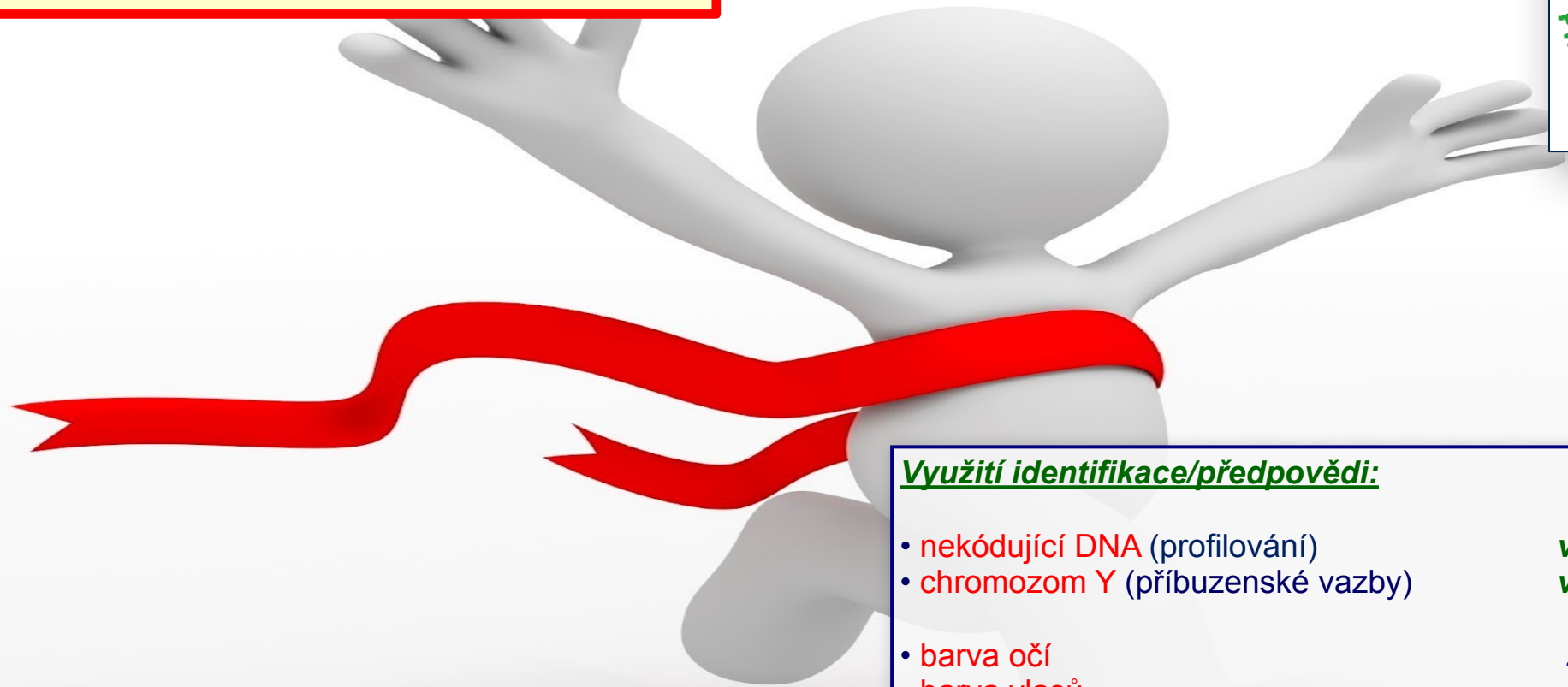
Zajímavost na závěr: Analýza DNA i ve službách umění?



Zajímavost na závěr: Analýza DNA i ve službách umění?



Děkuji za pozornost!



Využití identifikace/předpovědi:

- nekódující DNA (profilování)
- chromozom Y (příbuzenské vazby)

**využívá se
využívá se**

- barva očí
- barva vlasů
- barva kůže
- morfologie obličeje

**začíná se využívat
začíná se využívat
začíná se využívat
začíná se využívat**

- věk jedince
- výška postavy
- plešatost
- příjmení

**možná budoucnost
možná budoucnost
možná budoucnost
možná budoucnost**

MUNI Univerzita
třetího
věku
U3V