

# Molecular genetics and antisocial behavior: Where do we stand?

**Caterina Iofrida, Sara Palumbo and Silvia Pellegrini**

Laboratory of Molecular Biology, Department of Surgical, Medical and Molecular Pathology and of Critical Care, University of Pisa, Pisa I-56126, Italy

Corresponding author: Silvia Pellegrini. Email: [silvia.pellegrini@med.unipi.it](mailto:silvia.pellegrini@med.unipi.it)

*Experimental Biology and Medicine* 2014; 0: 1–9. DOI: [10.1177/1535370214529508](https://doi.org/10.1177/1535370214529508)

# Are Criminals BAD or MAD?





## How neuroscience and behavioral genetics improve psychiatric assessment: report on a violent murder case

*Davide Rigoni<sup>1\*</sup>, Silvia Pellegrini<sup>2</sup>, Veronica Mariotti<sup>2</sup>, Arianna Cozza<sup>2</sup>, Andrea Mechelli<sup>3</sup>, Santo Davide Ferrara<sup>4</sup>, Pietro Pietrini<sup>2</sup> and Giuseppe Sartori<sup>5</sup>*

**Table 3 | Genotypes identified in J.F.**

Polymorphism	J.F.'s genotype	
5HTTLPR	L (Long) S (Short)	Heterozygote
STin2 (SCL6A4)	STin2-10 STin2-12	Heterozygote
rs4680 (COMT)	A (Met) A (Met)	Homozygote
MAOA-uVNTR	MAOA-4 MAOA-4	Homozygote
DRD4-2/11	DRD4-4 DRD4-7	Heterozygote

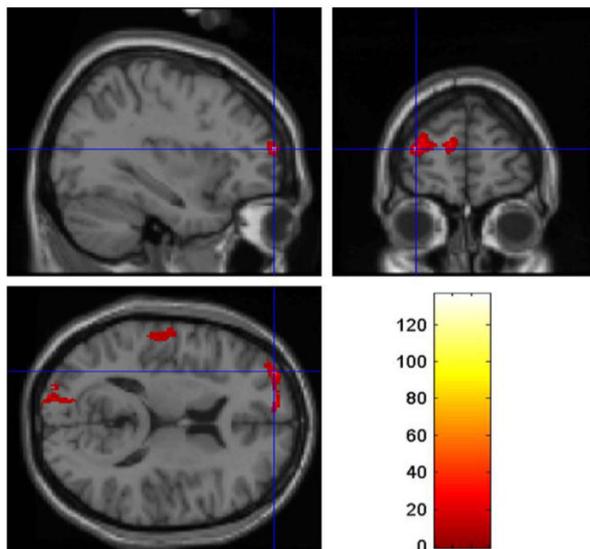


FIGURE 1 | Region of the left middle frontal gyrus showing reduced gray matter density in J.F. relative to healthy controls, at  $p < 0.05$  (corrected for multiple comparisons).

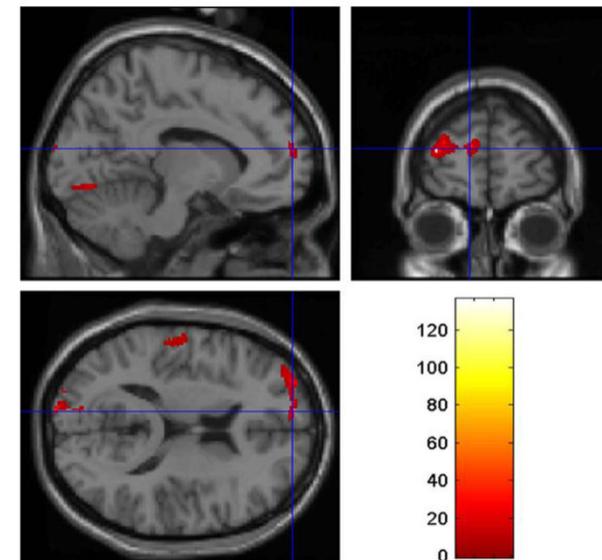


FIGURE 2 | Region of the left superior frontal gyrus showing reduced gray matter density in J.F. relative to healthy controls, at  $p < 0.05$  (corrected for multiple comparisons).

# Prima sentenza che include evidenze genetiche

- 2009. La Corte di Appello di Trieste **ha ridotto di 1 anno** la condanna dell'omicida Abdelmalek Bayout, portatore degli alleli di rischio per i geni MAOA, SLC6A4, COMT e DRD4.

SLC6A4_5HTTLPR LS	DRD4_1.11 7/7	MAOA_uVNTR 3	COMT rs4680 G/A	DRD4 rs1800955 C/C
----------------------	------------------	-----------------	--------------------	-----------------------

From The Times  
November 17, 2009

## The Get Out of Jail Free gene

The sentence of one killer in Italy has been reduced as he possesses a 'violent gene'. Can DNA be used as a defence?

Anjana Ahuja A

MONDE 28/10/2009 À 10H10

## Un juge italien découvre le gène du meurtre

Un tribunal de Trieste a invoqué une «vulnérabilité génétique» prédisposant à la violence pour accorder une réduction de peine d'un an à un meurtrier d'origine algérienne

[Strafmilderung wegen "schlechter Gene" - science.ORF.at - \[ Traduci questa pagina \]](#)

2. Nov. 2009 ... Abdelmalek Bayout, ein algerischer Staatsbürger, der seit 1993 in Italien lebt, hatte am 10.

Lighter sentence for murderer with 'bad genes' : Nature News

Published online 30 October 2009 | Nature | doi:10.1038/news.2009.1050

News

## Lighter sentence for murderer with 'bad genes'

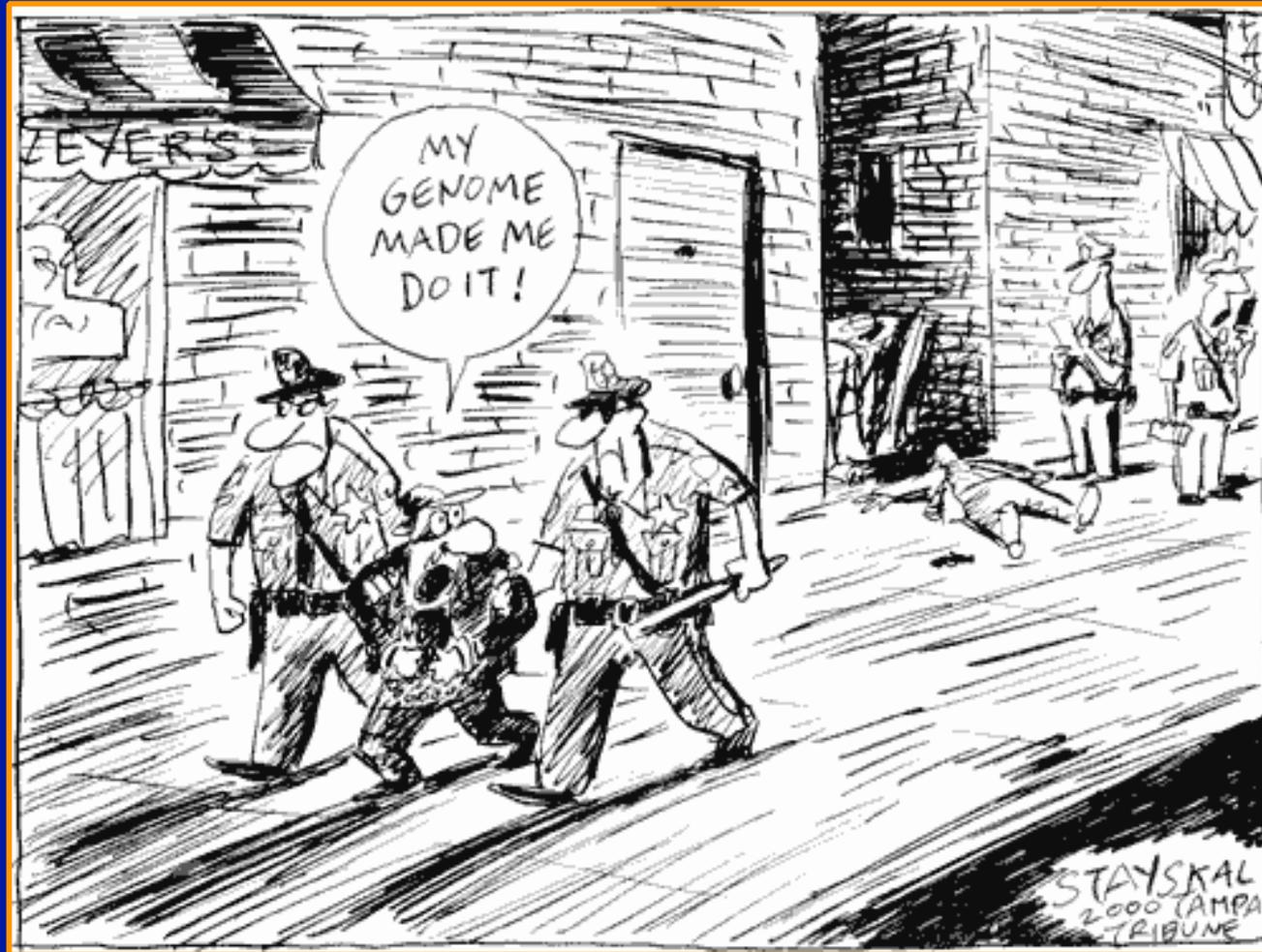
Italian court reduces jail term after tests identify genes linked to violent behaviour.

Emiliano Feresin

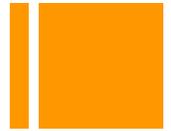


court in Italy has cut a prisoner's jail term because he has genes associated with aggressive behaviour. Ingram Publishing

Non è questa la giusta interpretazione della motivazione della sentenza



## Caso giudiziario reale - Sentenza Corte di Appello di Trieste, 2009

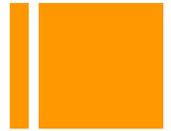


### **Perizia Psichiatrica:**

- Anamnesi
- Colloqui psichiatrici comprensivi di testistica psicopatologica

Pietrini, Pellegrini & Sartori, 2009;  
Pietrini, [www.brainfactor.it](http://www.brainfactor.it)  
Sartori, [www.brainfactor.it](http://www.brainfactor.it)

## Caso giudiziario reale - Sentenza Corte di Appello di Trieste, 2009



### **Perizia Psichiatrica:**

- Anamnesi
- Colloqui psichiatrici comprensivi di testistica psicopatologica
- **Esame neuropsicologico comprensivo di test standardizzati**
- **Esame morfologico-strutturale del cervello mediante risonanza magnetica cerebrale**
- **Esame attività cerebrale mediante fMRI**
- **Esame fattori di vulnerabilità genetica**

Pietrini, Pellegrini & Sartori, 2009;  
Pietrini, [www.brainfactor.it](http://www.brainfactor.it)  
Sartori, [www.brainfactor.it](http://www.brainfactor.it)

# Seconda sentenza che include evidenze genetiche

- 2011. Il Tribunale di Como ha ridotto da 30 a 20 anni, preceduti da 3 anni in un ospedale psichiatrico, la condanna di Stefania Albertani, portatrice degli alleli di rischio per i geni MAOA, SLC6A4, COMT e DRD4

SLC6A4_5HTTLPR	DRD4_1.11	MAOA_uVNTR	COMT rs4680	DRD4 rs1800955
SS	4/7	3/4	G/A	T/T

# Il caso di Como

QN

Data:  
martedì 30.08.2011

Estratto da Pagina:  
17

## Bruciò la sorella, niente ergastolo «Ha anomalie nel cervello»

Como, dichiarata seminferma di mente dopo l'analisi della materia grigia

**Gabriele Moroni**  
di COMO

**LE ANOMALIE** cerebrali hanno condizionato i suoi atti. La morfologia del cervello e i geni hanno inciso sulla sua aggressività e influito sui suoi comportamenti criminali. L'imputata presenta «alterazioni in un'area del cervello che ha la funzione di regolare le azioni aggressive» e dal punto di vista genetico ha dei fattori «significativamente associati a un maggior rischio di comportamento impulsivo, aggressivo e violento». Quindi ha «agito senza avere il pieno controllo delle sue facoltà mentali» e «commesso i reati senza conservare la piena capacità di controllo dei suoi atti, ovvero senza conservare la piena capacità di indirizzarli, di percepire il disvalore e di au-

**PRIMA VOLTA IN ITALIA**  
Le neuroscienze entrano nelle aule di tribunale  
Condannata a vent'anni

todeterminarsi liberamente». Per la prima volta in Italia le neuroscienze determinano la valutazione della imputabilità di un imputato ed entrano nelle motivazioni di una sentenza.

L'iniziativa del suo legale, il penalista milanese Guglielmo Gulotta (che l'assisteva con l'avvocato Gerardo Spinelli) e la consulenza della difesa hanno evitato l'ergastolo a una comasca, Stefania Albertani, 28 anni, accusata del sequestro e dell'omicidio della sorella, della distruzione e occultamento del suo cadavere e del tentato omicidio dei genitori. Era stata riconosciuta totalmente sana di mente sia dal consulente della procura sia dal perito nominato dal gup. I pm Maria

Vittoria Isella e Giuseppe Rose avevano chiesto l'ergastolo. Lo scorso maggio il gup di Como, Luisa Lo Gatto, aveva invece accolto la tesi della seminfermità di mente e condannato in abbreviato Stefania Albertani (di cui era stata riconosciuta la pericolosità sociale) a 20 anni di carcere, preceduti da 3 di ospedale psichiatrico.

La Albertani aveva denunciato la scomparsa della sorella. Il corpo di Mariarosa era stato scoperto solo nel luglio 2009, presumibilmente un paio di mesi dopo il delitto, alle spalle dell'abitazione della famiglia, a Cirimido, bruciato, avvolto in due teli e nascosto nel giardino. Stefania le aveva somministrato sedativi per impedire che lasciasse la casa. Il 7 ottobre i carabinieri avevano intercettato in diretta e sventato il tentativo di Stefania di strangolare la madre Alma con una cintura e di dare fuoco agli abiti. Lo stesso giorno la Albertani aveva inserito uno straccio bruciato nel serbatoio dell'auto del padre perché si sviluppasse un incendio.

**I CONSULENTI** scelti da Gulotta, Giuseppe Sartori dell'università di Padova, e Pietro Pietrini, dell'ateneo pisano, hanno controbattuto la tesi della piena imputabilità e fatto prevalere quella del vizio parziale di mente. Già l'esame psichiatrico tradizionale ha accertato che la Albertani soffre di «sindrome dissociativa».

Gli accertamenti tecnico-scientifici sulla struttura e la funzionalità del sistema cerebrale hanno evidenziato «delle differenze nella morfologia e nel volume delle strutture cerebrali ... alterazioni nella densità della sostanza grigia in alcune zone chiave del cervello ... anche nei processi che regolano la menzogna, oltre che nei processi di suggestionabilità e autosuggestionabilità e nella regolazione delle azioni aggressive».



Stefania Albertani e, a sinistra, il luogo del ritrovamento del corpo della sorella (Fdk e Cusa)

# La genetica entra in aula per misurare l'incapacità

Anche test clinici e sul Dna in aiuto per provare il vizio di mente

A CURA DI  
Vincenzo Lusa  
Selene Pascasi

Il processo penale cambia rotta. Infatti il giudice, nell'esaminare la posizione del reo, inizia ad affidarsi anche a indagini neuroscientifiche e morfologiche sul cervello e sul patrimonio genetico del criminale: chiamate in aiuto per valutare sia l'imputabilità, sia la responsabilità dell'imputato.

È questo il trend che emerge da alcune sentenze di merito. A partire dalla Corte d'assise di appello di Trieste (sentenza 5/2009) che ha aperto un varco nell'uso delle neuroscienze, seguita poi, nel maggio 2011, dal giudice per le indagini preliminari di Como e, da ultimo, dal tribunale di Cremona. Nei primi due casi, i giudici si sono appoggiati alla genetica per valutare l'effettiva capacità di intendere e volere dell'imputato, misurando la pena comminata in base alla reale partecipazione psicologica del reo alla commissione del delitto. Nel terzo caso, invece, le neuroscienze sono state utilizzate per confermare la tesi della colpevolezza dell'imputato, già emersa con altri mezzi di prova.

## Oltre i test psichiatrici

Protagonista della vicenda comasca, una giovane condannata a 20 anni di reclusione per aver assassinato la sorella e aver tentato di strangolare la madre. Sottoposta a perizia, la

donna è stata riconosciuta incapace d'intendere e volere, e il Gip ha dichiarato la sussistenza del vizio parziale di mente della criminale.

È importante, però, sottolineare la metodica tecnico-giuridica mediante la quale si è arrivati a riconoscere questo vizio: il giudice - anziché affidarsi ai tradizionali test psichiatrici - ha preso a riferimento i risultati di indagini neuroscientifiche con l'obiettivo di disegnare la mappa delle condizioni psicologiche dell'imputata. Si tratta di esami condotti sul cervello e sul suo patrimonio genetico, attraverso i quali il perito cerca di far luce sul reale stato psichico posseduto dal

reo nel compimento dell'atto criminale: un parametro che entra nella valutazione della sanzione più adeguata per l'omicida. Così, nel processo entrano le caratteristiche genetiche del reo, nella convinzione che, se anomale, possano influire sull'intento criminale.

Nel caso esaminato dal Gip di Como, gli accertamenti hanno evidenziato la presenza nella donna di tre alleli (particolari tipologie di geni) "colpevoli" di esporla, secondo il giudice, all'insorgenza di fonti di stress, a un «maggiore rischio di comportamento impulsivo, aggressivo e violento». Di qui, la decisione del Gip di Como di concederle la diminuzione

del vizio parziale di mente.

## L'anomalia nel Dna

A fare da apripista è stata nel 2009 la Corte d'assise d'appello di Trieste. I giudici hanno infatti delineato una visione della capacità di intendere e di volere, che, per alcuni versi, si distanzia da quella tradizionalmente proposta e prende le mosse dalle tecniche di indagine connesse al campo scientifico delle neuroscienze. Tanto che la pronuncia triestina potrebbe portare a rivisitare, sotto il profilo giuridico e scientifico, concetti come quello di pericolosità sociale (vale a dire, una sorta di forma "aggravata" di capacità a delinquere).

Il caso giudiziario di Trieste, balzato agli onori della cronaca al di là di ogni previsione, si era acceso a seguito di un banale alterco, sfociato in omicidio. L'assassino, nel corso del processo di primo grado, venne riconosciuto parzialmente incapace d'intendere e volere, ma non al punto di beneficiare di uno sconto di pena. Impugnata la sentenza, in appello la difesa ha giocato la carta delle neuroscienze ottenendo la nomina di due periti, uno esperto in genetica molecolare e l'altro in neuropsicologia clinica.

Anche in questo caso l'anomalia genetica dell'imputato, dovuta alla presenza di geni ritenuti in grado di anticipare la soglia di vulnerabilità rispetto agli eventi esterni, ha indotto la Corte a mitigare la pena inizialmente inflitta. Fondamentale, dunque, la valutazione di sette parametri: mutazioni genetiche, selezione naturale, migrazione, deriva genetica (parte del patrimonio genetico dell'individuo), ambiente, personalità del reo e biologia dell'encefalo.



## TEST ED ESAMI



### CORTE D'ASSISE D'APPELLO DI TRIESTE

1 ottobre 2009, n. 5

In tema di accertamento della capacità d'intendere e volere del reo affetto da disturbi di personalità e privo di capacità cognitive e intellettive pari alla norma, rivestono particolare rilievo anche ulteriori indagini, quali la somministrazione di test neuropsicologici e il ricorso alla risonanza magnetica funzionale dell'encefalo. Indicative altresì sono le indagini genetiche tese a individuare polimorfismi genetici capaci d'influire le reazioni alle variabili ambientali, fra cui l'esposizione ad eventi stressanti, tanto da indurre il reo a reagire con comportamenti di tipo impulsivo

## GENI «AGGRESSIVI»



### GIUDICE PER LE INDAGINI PRELIMINARI DI COMO

20 maggio 2011

In materia di valutazione comportamentale e clinica del reo mentalmente insano, non può darsi che le tecniche neuroscientifiche rappresentino un utile completamento alla tradizionale indagine psichiatrica. Nel processo, pertanto, potranno essere prese in considerazione, ai fini dell'accertamento dell'eventuale vizio di mente dell'imputato, altresì le indagini neuroscientifiche disposte con rigore dai consulenti tecnici della difesa, da cui emerge il possesso da parte del reo, di alleli significativamente associati a un maggior rischio di comportamenti impulsivi, aggressivi e violenti

## IL COMMENTO

### La rivoluzione degli «alleli»

Il processo penale si trasforma e le sentenze di Trieste e di Como lo testimoniano. Quella cui stiamo assistendo è una rivoluzione delle metodologie volte a comprendere sia la capacità di intendere e di volere del reo, sia la sua imputabilità.

Lo attesta il fatto che oggi, più che mai, per gli operatori giuridici è essenziale conoscere i meccanismi della mente umana e i processi biologici alla base. Basti pensare che negli ultimi anni nel nostro Paese le neuroscienze hanno aperto un sipario sulla natura umana, rivelandoci la presenza di

alleli - forme alternative dello stesso gene - che potrebbero aiutare a spiegare alcune predisposizioni umane.

Tutto ciò porta a concludere che l'"apertura" agli studi genetici nel processo potrebbe contribuire a sfociare un nuovo trend giuridico.

La comprensione dei complessi fenomeni mentali e la loro "traduzione" processuale sarà affrontata in modo sempre più multidisciplinare: criminologia e psichiatria si alleeranno con le neuroscienze, che studiano gli stati mentali e i comportamenti in cui i neurotrasmettitori biologici umani assumono rilievo, con la psicologia cognitiva, che esamina come la mente umana elabora le informazioni che ci giungono dall'esterno tramite gli organi di senso, e con le neuroscienze cognitive, fusione delle due discipline.

# Nello stesso anno negli Stati Uniti

- 2011, in *State v. Waldroup* (WL 5051677, at \*1, 2011). **La Corte di Appello del Tennessee ha esonerato dalla pena di morte l'omicida Bradley Waldroup, portatore di un allele a bassa attività del gene MAOA**

# Profili genetici criminali

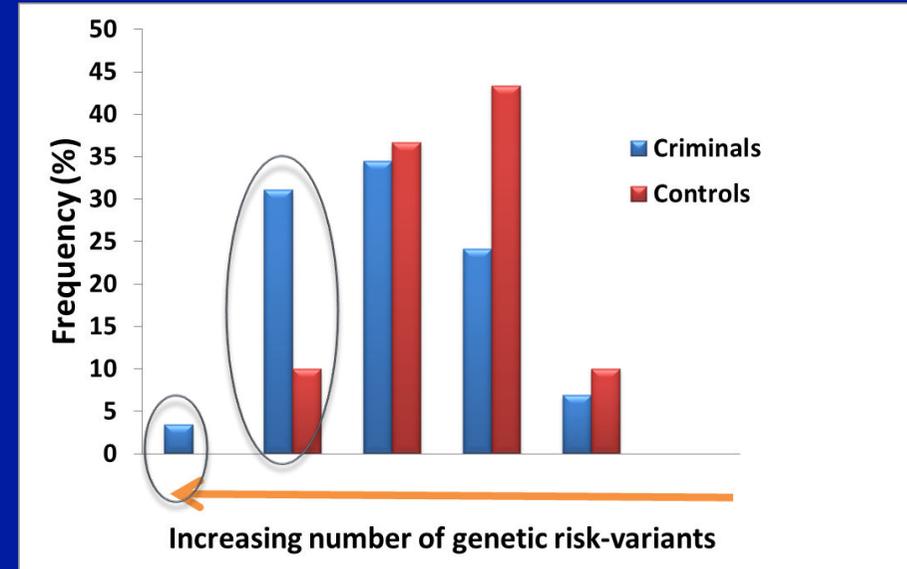
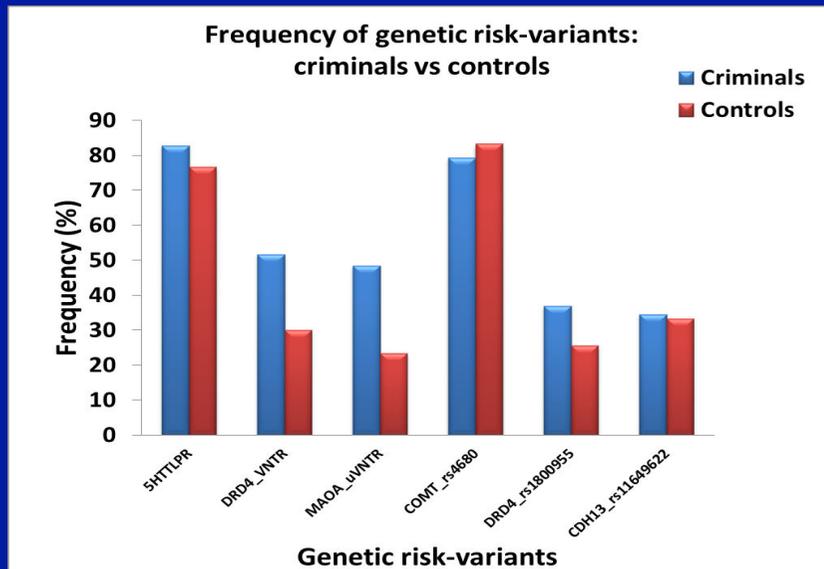
Sample	5HTTLPR	DRD4_VNTR	MAOA_uVNTR	COMT_rs4680	DRD4_rs1800955	CDH13_rs11649622
C2	LS	7/7	3	G/A	C/C	G/A
C3	LS	7/7	3	A/A	T/C	G/G
C4	LL	4/2	3	G/A	T/T	G/G
C5	LL	4/4	3	G/G	C/C	G/A
C7	LS	4/7	4	G/A	C/C	G/A
C8	LS	2/4	4	A/A	T/T	G/A
C9	SS	4/7	3	G/A	C/C	G/G
C10	SS	4/4	4	G/A	T/T	G/G
C11	LS	3/7	4	G/A	C/C	G/A
C12	LS	4/4	4	G/A	C/C	G/G
C13	LS	4/4	3	G/A	T/C	G/G
C14	LL	4/4	4	G/G	T/T	G/A
C15	SS	4/4	3	G/A	T/T	G/A
C16	SS	4/4	3	G/A	T/T	G/G
C17	LS	4/4	4	G/A	T/T	G/G
C18	LL	4/4	3	G/A	T/C	G/G
C19	LS	4/7	4	G/G	C/C	G/A
C21	LS	2/4	3	G/G		G/G
C23	LS	3/4	3	A/A	T/C	G/G
C24	SS	4/7	4	G/G	T/C	G/G
C25	LS	4/4	3	G/A	T/C	G/A
C26	LS	4/4	4	G/A	T/C	G/G
C27	LS	4/7	4	A/A	T/T	G/G
C28	LS	4/4	4	G/A	T/T	G/A
C29	LS	4/7	4	G/A	T/T	G/G
C30	LS	4/7	3	G/A	T/T	G/G
C31	LS	4/4	4	G/G	T/C	G/G
C32	LS	4/7	3	G/A	T/C	G/G
C33	LL	5/7	3	G/A	T/C	G/G

In **rosso** gli alleli associati con il comportamento antisociale

# Confrontando criminali e controlli

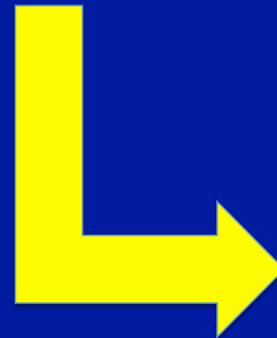
**Campione:** 30 criminali maschi responsabili di omicidio di I grado

**Controlli:** 200 soggetti con nessuna storia di comportamento criminale



- I criminali hanno un numero maggiore di varianti di rischio rispetto ai controlli
- In particolare, pochissimi controlli hanno 5 varianti di rischio e nessuno 6

# Genotipo x ambiente negativo



Comportamento antisociale

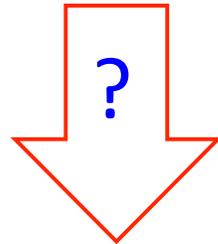


# Effetti dell' ambiente sul patrimonio genetico



# FATTORI AMBIENTALI

- eventi prenatali
- eventi postnatali: malattia, istruzione, educazione, alimentazione, esposizione ad agenti tossici, rapporto coi genitori, traumi in età precoce.....



fenotipo

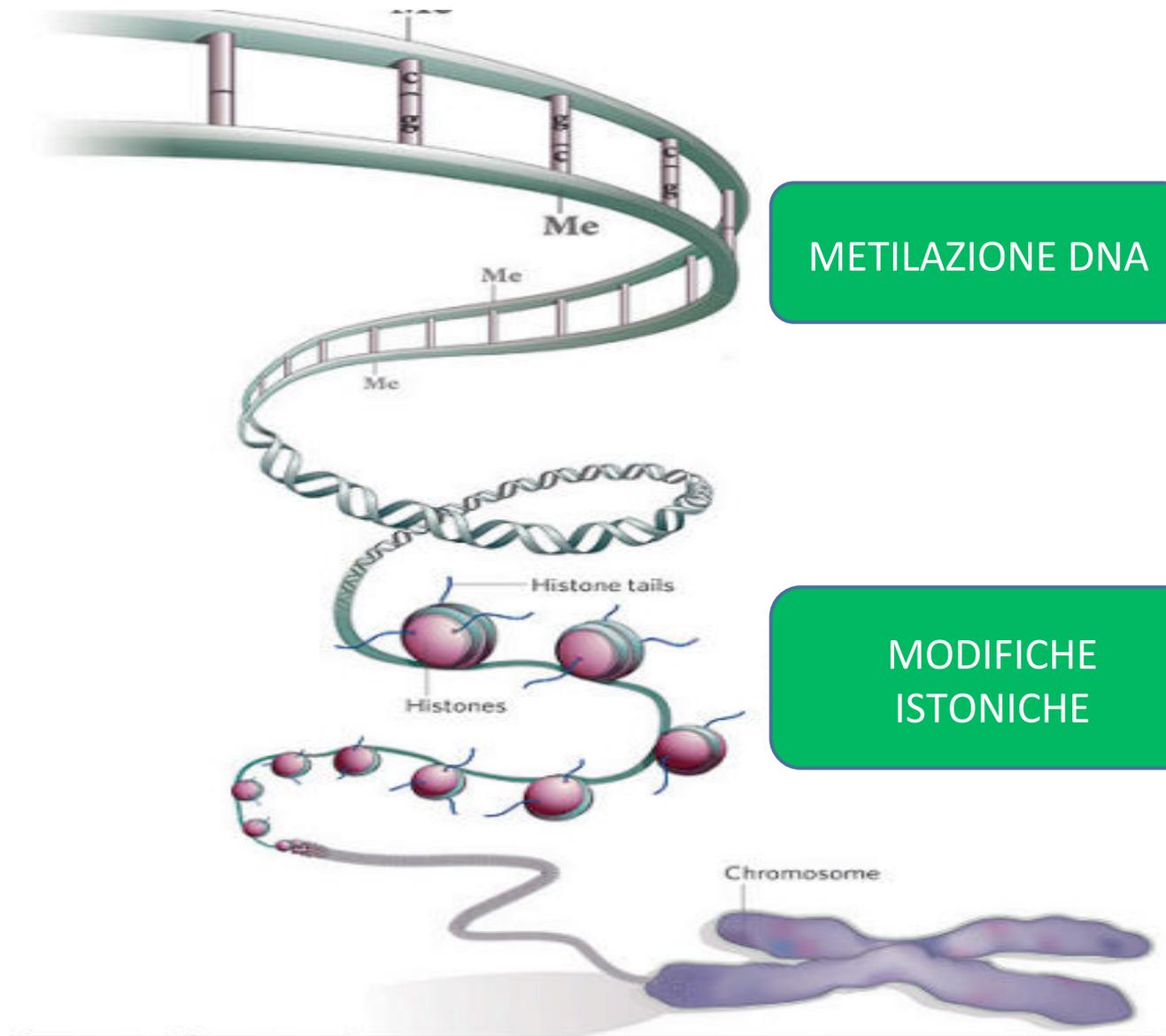
# Effetti dell'ambiente sul patrimonio genetico



Epigenetics:  
Our experiences may  
effect our DNA

**influenza l'attività dei gene  
senza modificare la struttura  
del DNA**

# Meccanismi epigenetici



# Cosa succede quando l'ambiente è positivo?



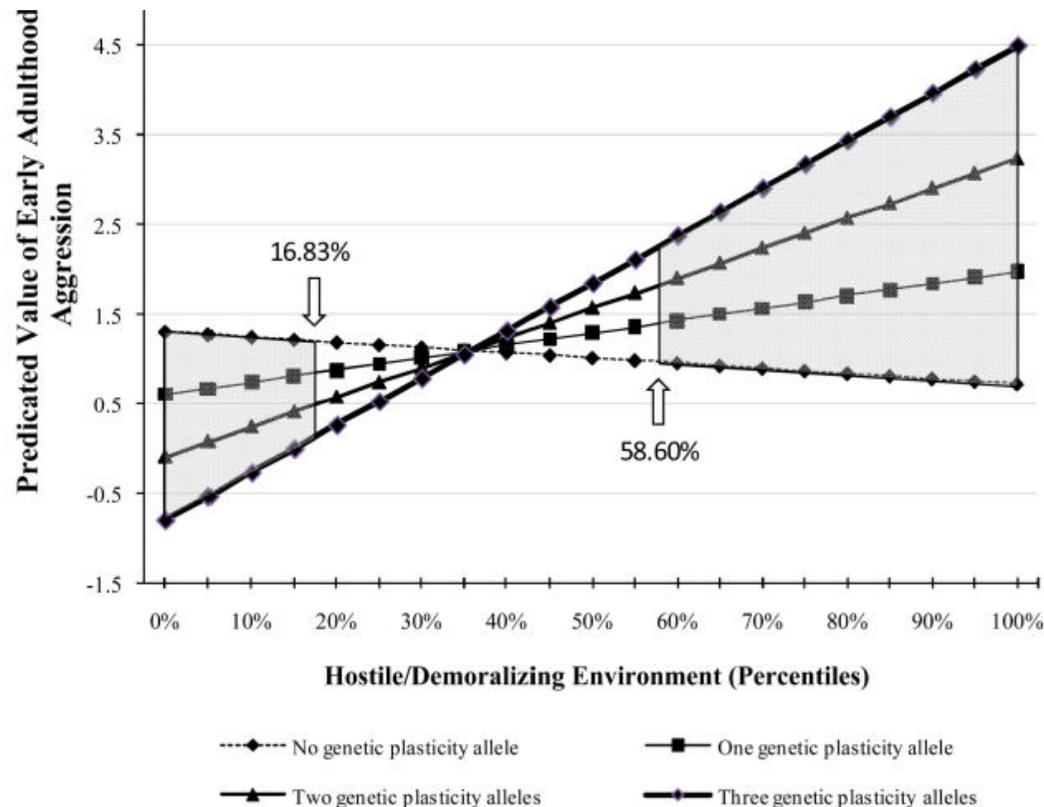
Comportamento prosociale

# The concept of plasticity genes

Published in final edited form as:

*Youth Violence Juv Justice*. 2012 January 1; 10(1): 3–24. doi:10.1177/1541204011422087.

## SOCIAL ADVERSITY, GENETIC VARIATION, STREET CODE, AND AGGRESSION: A GENETICALLY INFORMED MODEL OF VIOLENT BEHAVIOR



(Simons et al., 2012)

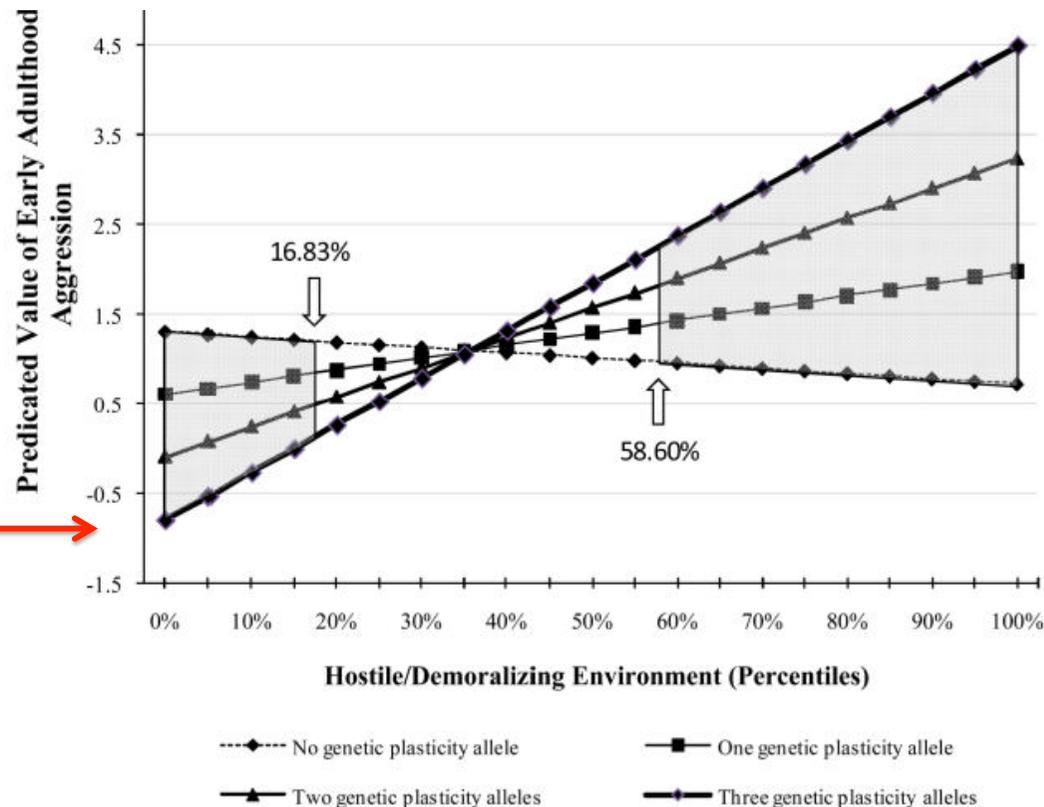


# The concept of plasticity genes

Published in final edited form as:

*Youth Violence Juv Justice*. 2012 January 1; 10(1): 3–24. doi:10.1177/1541204011422087.

## SOCIAL ADVERSITY, GENETIC VARIATION, STREET CODE, AND AGGRESSION: A GENETICALLY INFORMED MODEL OF VIOLENT BEHAVIOR



(Simons et al., 2012)



- I geni non hanno alcun effetto deterministico sul comportamento
- Parlare di varianti genetiche di rischio può essere riduttivo
- E' più corretto parlare di geni di plasticità che rendono i portatori più suscettibili sia ad un ambiente negativo che ad uno positivo
- Pensiamo all'importanza dell'ambiente in senso sia educativo che riabilitativo

Neuroscienze e biologia molecolare  
stanno approfondendo la nostra  
comprensione del rapporto  
**nature vs nurture**

Nè l'ambiente nè la natura da soli  
possono spiegare la complessità del  
comportamento umano che in realtà  
**dipende dalla loro stretta  
interazione**

***Nessuno è cattivo per scelta, ma ciascuno può diventare cattivo per una errata predisposizione del corpo e per un insegnamento senza educazione; questo è orribile per ciascuno e accade contro la sua volontà.***

**Plato, Timaeus, 86e**