

Centro di Neuroscienze Comportamentali
Psicoterapia, Psicosessuologia, Neuropsicologia e
Psicologia Forense
Roma



Il seme della violenza

7 luglio 2021

A cura di
Bruno C. Gargiullo
Rosaria Damiani

Indice

Introduzione	p. 3
Alla ricerca del marchio di Caino	p. 4
Basi biologiche dell'aggressività	p. 7
Il cervelletto	p. 12
Disfunzionalità emotionale e violenza	p. 15
Influenze prenatali e perinatali	p. 20
Conclusioni: Trasmissione intergenerazionale della violenza	p. 31
Riferimenti bibliografici	p. 38

Introduzione

Le questioni riguardanti il crimine sessuale sono estremamente delicate e complesse. Questo tipo di reato ha un enorme impatto sulla vittima, sulla sua famiglia e sull'opinione pubblica.

Mettete insieme "sesso e crimine" e la vostra mente vi condurrà immediatamente ad un'immagine talmente raccapricciante da spingervi ad attribuire un siffatto comportamento criminale al "diverso" (emarginato, malato di mente, tossicodipendente), trasformandolo in un pericoloso nemico da espellere dal contesto sociale. Ma questa "rassicurante percezione" degli autori di reati così gravi riflette la realtà?

ALLA RICERCA DEL MARCHIO DI CAINO

Caino, il primo omicida/fratricida del mondo.

«Adamo conobbe poi Eva sua moglie: ella concepì e partorì Caino, e disse: "ho acquistato un uomo dal Signore". Partorì poi Abele, fratello di lui. Abele fu pastore di greggi e Caino agricoltore. Passò un tempo e Caino fece al Signore un'offerta dei frutti della terra, e Abele pure offrì dei primogeniti dei suoi greggi e il loro grasso. Or il Signore gradì Abele e ciò che gli offriva; ma non riguardò a Caino e alla sua offerta. Caino allora si irritò grandemente e la sua faccia si sconvolse. Il Signore disse a Caino: "Perché sei tu sdegnato, e perché il tuo viso è contratto? Se tu fai bene, non potrai tener alta la testa? Ma se tu fai male, il peccato non ti sta forse alla porta? Verso di te è la sua brama, ma tu devi dominarlo".

Caino disse poi ad Abele, suo fratello: "Andiamo fuori". E quando furono in campagna, Caino si scagliò contro Abele, suo fratello, e lo uccise. Il Signore domandò a Caino: "dov'è Abele, tuo fratello". Egli rispose: "Non lo so: sono forse io il custode di mio fratello?". Il Signore riprese: "Che hai fatto? La voce del sangue di tuo fratello grida dalla terra fino a me! Sii tu dunque maledetto e cacciato dalla terra, che ha aperto la bocca per ricevere dalla tua mano il sangue di tuo fratello. Quando tu vorrai coltivare il terreno, esso non ti darà più i suoi frutti: sarai errabondo e fuggiasco sulla terra". Caino disse al Signore: "La mia iniquità è troppo pesante da portare! Ecco, tu mi scacci ora da questo luogo e io sarò nascosto al tuo cospetto; sarò errabondo e fuggiasco sulla terra, e chiunque mi incontrerà, mi ucciderà". Il Signore gli rispose: "Or bene, chiunque ucciderà Caino, sarà punito sette volte tanto". Poi il Signore mise un segno su Caino, affinché chiunque lo incontrasse, non lo uccidesse» (dal libro della Genesi, Storia di Adamo, 1,26 - 5,32).

N.B. Mise un segno: probabilmente un tatuaggio, come quello portato dai nomadi del deserto siriano; ciò non come esecrazione, ma come difesa contro chi avesse voluto ucciderlo (La Sacra Bibbia, Edizioni Paoline, 1968)

La ricerca del marchio di Caino, nei soggetti criminali, ha rappresentato l'impegno dei primi criminologi, tra cui Cesare Lombroso, padre fondatore dell'antropologia criminale. A seguito delle osservazioni/misurazioni condotte su centinaia di crani di criminali italiani, Lombroso si era convinto di aver identificato i tratti anatomici del "criminale nato", nonché i diversi "marcatori di Caino" che egli definì stigmate ataviche, che differenziavano biologicamente i criminali dai non criminali (Raine A., 2013).

«A Lombroso va l'indiscusso merito di avere per primo impiegato i metodi della ricerca biologica per lo studio del singolo autore di reato, oltre che aver dato avvio ad un indirizzo organico e sistematico nello studio della delinquenza» (Strano M., 2003).

Grazie al supporto di specifiche tecniche di indagine neuroscientifiche (risonanza magnetica funzionale e tomografia a emissioni di positroni) sono stati ottenuti risultati inimmaginabili in campo neuro-criminologico.

Kiehl K.A. (2001) ha pubblicato il primo studio sull'uso operativo della risonanza magnetica funzionale (fMRI) sul cervello dei criminali psicopatici. Questo ed altri studi sulla fMRI sono stati criticati per alcuni limiti dovuti all'esiguità del campione esaminato. Lo studio nel 2007, grazie alle sovvenzioni del National Institute on Drug Abuse, del National Institute of Mental Health, del United States Department of Energy e dello Stato del Messico, ha progettato e reso operativo il primo sistema mobile di risonanza magnetica funzionale. In collaborazione con il New Mexico Corrections Department, Kiehl e collaboratori hanno esaminato più di 1.010 detenuti volontari. L'inserimento in un data base delle numerose immagini cerebrali raccolte rappresenta, ancora oggi, il più importante archivio forense del mondo (Kiehl K.A. e Hoffman M.B., 2011).

Dall'analisi incrociata tra i dati ottenuti mediante la fMRI e i risultati desunti dal riesame della precedente letteratura scientifica neurobiologica sul sistema cognitivo-emozionale dei criminali psicopatici, Kiehl K.A. e Buckholtz J.W. (2011) sono giunti alla seguente conclusione: questi criminali sarebbero affetti da un deficit ipofunzionale costituzionale in alcune aree del paleoencefalo (istintive ed affettivo-emotive) e nelle connessioni tra quest'ultimo e il sistema neoencefalico (cognitive ed adattive). Detto deficit ipofunzionale causerebbe: assenza di emozioni, di coscienza e di empatia; incapacità di apprendere dai propri errori; asocialità ed impulsività (Raine A., 2003; 2004, Buckholtz J.W. e Kiehl K.A., 2009; 2010). Più precisamente, l'area disfunzionale sarebbe il sistema paralimbico (amigdala, cingolato posteriore e anteriore), ovvero una striscia di tessuto a forma di ferro di cavallo contenente diverse regioni cerebrali interconnesse tra loro, che registrano i sentimenti ed assegnano un valore emotivo alle esperienze. In particolare, i detenuti psicopatici hanno mostrato una severa riduzione dell'attivazione nell'amigdala e nel cingolato posteriore e, talvolta, una ridotta attivazione nel cingolato anteriore e nello striato ventrale, nonché un incremento dell'attivazione del giro frontale. Pertanto, la ridotta attività delle regioni paralimbiche e l'incremento dell'attivazione nella corteccia

frontale laterale sono state associate con la cognizione e non con l'emozione (Kiehl K.A. e Hoffman M.B., 2011).

In sintesi, i progressi nel campo delle neuroscienze sono stati così rapidi da consentire una maggiore consapevolezza dell'influenza biologica sul comportamento umano (normale o violento).

Ma, allora, criminali si nasce? Ci sono persone “nati per il crimine”, come titola Mary Gibson un suo lavoro del 2002? Se, in base alle ricerche condotte da qualificati neuroscienziati sulle matrici biologiche del comportamento umano deviante, le anomalie strutturali e funzionali del cervello, e non solo (genetici, ormonali, neurotrasmettitoriali, psicofisiologici), possono essere dei predittori di una futura delinquenzialità, quanto sono importanti le avverse circostanze della vita (famiglia e contesto socioculturale) nel determinare una condotta violenta? Pensare che la risposta sia nel mezzo è riduttivo quanto semplicistico.

Stabilire, quindi, se il ruolo delle variabili costituzionali sia maggiore, minore o uguale agli altri elementi (socio ambientale, momento contingente, personalità) è cosa non facile. Né tantomeno è possibile stabilire quali di questi fattori siano determinanti nell'insorgenza, nel mantenimento o nell'esacerbazione del comportamento deviante. Sicuramente il loro impatto su detto comportamento è diverso da caso a caso (Gargiullo B.C. e Damiani R., 2010).

In altre parole, le caratteristiche psicologiche e comportamentali di ciascun individuo sono espressioni di una struttura neuro-anatomica che si sviluppa sotto l'influsso delle determinanti ambientali. Ciò significa che anche il “fondamento organico” può subire significative modificazioni nel corso della vita.

Inoltre, non dimentichiamo la vera “natura” dell'uomo, ovvero la sua inclinazione a trasgredire, che richiama alla memoria il “peccato originale”. Se solo prestassimo attenzione a quanto accade intorno a noi e, soprattutto, se avessimo la consapevolezza della nostra propensione ad un agire ingannevole e predatorio, capiremmo che “l'esperienza del male” è così forte da imporsi da sé.

BASI BIOLOGICHE DELL'AGGRESSIVITÀ

Gli uomini non nascono uguali ed il loro diverso destino, almeno sotto il profilo della propensione alla violenza, non dipende unicamente dalle influenze familiari, sociali ed esperienziali.

Da quando la *brain imaging* ha permesso ai ricercatori di esplorare il cervello dei criminali violenti, comparandolo con quello delle persone “normali”, nuovi orizzonti si sono aperti alla ricerca in campo neurocriminologico, mettendo in risalto l'esistenza di basi neurobiologiche nel comportamento criminale e richiamando l'attenzione dei giudici sulla possibile applicazione delle neuroscienze in ambito penale.

Adrian Raine, professore presso l'Università della Pennsylvania ed autore di un nuovo lavoro “*The Anatomy of violence - The Biological Roots of Crime*”, può essere considerato un pioniere nell'ambito della neurocriminologia. Raine ha dedicato molti anni allo studio di imaging cerebrali di assassini (es., Donta Page, Antonio Bustamante) e, ancora oggi, sta dedicando tempo ed energie allo studio del cervello dei criminali violenti e degli psicopatici.

Nel suo lavoro, l'autore fornisce una descrizione delle anomalie neurobiologiche che sono in stretta relazione con il comportamento criminale, considerando anche i fattori genetici ed ambientali che possono concorrere a tali anomalie. Pur non minimizzando l'influenza delle variabili sociali ed ambientali sul comportamento violento, lo studioso sottolinea l'importanza delle basi biologiche quali predittori di un futuro crimine e di un atto violento:

«Così come c'è una base biologica per la schizofrenia, per i disturbi d'ansia e per la depressione, anche per le condotte violente sono presenti elementi neurobiologici che ne spiegano le recidive». «Credo che i detenuti non sono motivati a cambiare perché pensano di essere cattivi, malvagi. Ma se il comportamento criminale recidivo venisse reinterpretato come un disturbo, sarebbe possibile rendere i criminali stessi più propensi al trattamento» (Raine A., 2013).

Nel paragrafo “*Mercy or justice – Should Page be executed?*” (Grazia o giustizia – Page dovrebbe essere giustiziato?) del capitolo “*The brain on trial*” (Il cervello come prova) l'autore riporta il caso di

Donta Page, afroamericano, che, all'età di 24 anni, rapinò, stuprò ed uccise una graziosa sua coetanea di razza caucasica (P. Tuthill).



Donta Page



Peyton Tuthill

Donta venne ritenuto colpevole di stupro e di omicidio volontario di primo grado e, per questo capo di imputazione, divenne un “candidato” alla pena capitale. Come perito di parte, Raine sostenne il modello biosociale per spiegare la violenza perpetrata dal periziando. La storia del giovane afroamericano è costellata di violenza ed abusi di ogni tipo (es., totale trascuratezza fisica ed emozionale materna; violenze fisiche materne per futili motivi con conseguenti traumi cerebrali; ripetute e gravi violenze fisiche e sessuali, compresa la penetrazione anale, perpetrate a danno del piccolo Donta da “predatori” del quartiere), assenza di una figura maschile di riferimento e, da non trascurare, la sua esposizione ad agenti neurotossici (piombo), di essere stato concepito da una madre adolescente affetta da gonorrea e di presentare difficoltà di apprendimento, scarso funzionamento cognitivo (compromissione della memoria e della funzionalità esecutiva), bassa attivazione fisiologica (bassa frequenza cardiaca a riposo: assenza di paura e comportamenti a rischio) e scarsa funzionalità della corteccia orbitofrontale e prefrontale mediale con ridotta funzionalità del polo temporale (mancanza di autocontrollo, difficoltà decisionali e di pianificazione). Presentava, inoltre, una storia familiare di disturbi mentali (nonno materno sessualmente incestuoso: abusava sessualmente della figlia, madre di Donta, sin dall'età di quattro anni), padre tossicodipendente e con precedenti penali.

La tesi difensiva di Raine, secondo la quale le radici del comportamento criminale di Page erano da ricercare nella combinazione di fattori biologici e sociali (multicausalità), venne accolta dal collegio giudicante, composto da tre giudici, che condannarono l'imputato all'ergastolo e non più alla pena capitale.

Per meglio comprendere l'idea centrale del suo lavoro, si riporta ciò che Raine stesso ha scritto

«[...] Un bambino non chiede di nascere con delle complicazioni biologiche o con una disfunzionalità all'amigdala o con un gene responsabile del basso livello di MAOA (monoaminossidasi-A). Se questi fattori predispongono bambini innocenti ad una vita criminale, possiamo considerarli pienamente responsabili di future azioni violente - condannandoli per i reati commessi? Essi hanno libertà di scelta nel senso stretto della parola?» (Raine A., 2013).

Non andrebbe incontro ad un identico destino, aggiungiamo noi, anche un bambino che, pur senza fattori neurobiologici predisponenti ("attitudine alla violenza"), nasce e cresce in un ambiente familiare e culturale gravemente degradato, ovvero senza fattori protettivi? Di certo, la combinazione di fattori biologici e sociofamiliari avversi potrebbero "condannare" un individuo all'antisocialità.

A proposito dei fattori protettivi, Raine rappresenta se stesso quale possibile candidato ad un comportamento antisociale (bassa frequenza cardiaca a riposo, malnutrizione nell'infanzia, tratti antisociali adolescenziali, scansione cerebrale simile ad un serial killer) se non vi fossero stati dei fattori protettivi quali una famiglia amorevole, accudente e stabile.

Può un fattore protettivo (es., una famiglia amorevole) preservare un bambino ("a rischio") dal possibile sviluppo di un comportamento antisociale/violento?

È bene sottolineare che l'organismo e l'ambiente forniscono gli elementi e le condizioni di base per la costruzione dell'organizzazione psichica e che quest'ultima regola l'azione di entrambi e le interazioni tra loro (meccanismo di *feedback*). Comunque, le caratteristiche psico-comportamentali di ciascun individuo sono "espressioni" di una struttura neuro-anatomica che è il prodotto dell'interazione tra "natura e cultura". Pertanto, tutti i comportamenti sono multifattorialmente determinati e l'eterogeneità riflette l'intervento di più fattori di rischio o di tutela.

In *"The Anatomy of Violence"*, Raine si tuffa nel cervello dei criminali violenti e degli psicopatici per scoprire le cause della violenza e dei comportamenti antisociali, giungendo alla conclusione che alla base dei comportamenti criminali, oltre all'elemento sociale ed ambientale, vi è un terzo elemento (l'altra faccia della medaglia) ovvero il neurobiologico (*neurobiological marker*). Fornisce un'ampia disamina di come la genetica, la biologia, le strutture e le funzioni neurali, la socializzazione e l'ambiente possano influenzare la violenza e ne sono, a loro volta, influenzate (*feedback* o retroazione).

«Noi oggi – scrive l'autore - sappiamo che circa un chilo e mezzo della materia grigia è coinvolta in ogni cosa che facciamo - vedere, sentire, toccare, muoversi, parlare, emozionarsi, pensare, tastare e leggere. E se tutte le azioni ed i comportamenti derivano dal cervello, perché non lo possono essere anche i comportamenti violenti? Perché non l'omicidio?».

Fossetta occipitale mediana

Interessante è il tentativo di Raine di riabilitare la figura del padre fondatore dell'antropologia criminale, l'italiano Cesare Lombroso. Infatti, il primo capitolo *Basic Instincts: how violence evolved* si apre con l'importante scoperta, fatta dal medico italiano, durante un'autopsia di routine del cranio del famigerato brigante calabrese Giuseppe Villella (1871), che cambiò radicalmente sia la sua vita che il corso della criminologia.

Così, il Lombroso ("Annali Universali di Medicina", 1874) descrive il Villella:

«Uomo di cute scura, scarsa e grigia la barba, folti i sopraccigli e i capelli, di colore nero-grigiastro, naso arcuato, alto della persona (m. 1,70) però in grazia non so bene se di acciacchi reumatici, o che altro, era tutto stortilato, camminava a sghebo, ed aveva torcicollo, non so bene se a destra o a sinistra. Ipocrita, astuto, taciturno, ostentatore di religiose pratiche, negava di avere commesso alcuna disonestà azione, ma infatti era così appassionato al furto che derubava fino i compagni di carcere».

Cosa vide Lombroso, da stravolgerlo così tanto, nel cranio del Villella? Egli evidenziò, alla base del cranio, una inusuale incavatura (che chiamò fossetta occipitale mediana) che interpretò come il riflesso di un piccolo cervelletto, o "piccolo cervello", situato al di sotto dei due grandi emisferi cerebrali:

«mi sembra di vedere tutto in una volta, distinguendosi chiaramente illuminato come in una vasta pianura sotto un cielo fiammeggiante, la questione della natura criminale, che riproduce nel tempo civilizzato le caratteristiche non solo dei selvaggi primitivi, ma di tipi ancora più lontanamente bassi come i carnivori».

«La fossetta occipitale mediana - scrive Mario Carrara (1908) - eccezionale nell'uomo è costante nei primati inferiori, eccetto che nell'orango e nel gorilla, nei quali manca sempre, nonché nei mammiferi inferiori [...] Appunto nel 60% circa dei casi si è trovata la fossetta occipitale associata ad un'ipertrofia del verme del cervelletto in modo da riprodurre nella sua completezza la struttura che è indicata negli indicati animali. Il Lombroso e gli altri osservatori che hanno praticato numerosissime ricerche su quest'argomento hanno ottenuto cifre assai analoghe: il Lombroso l'ha trovata nel 16% dei crani di criminali e nel 5% dei normali; il Marimò nel 15%; l'Ardù nel 14%; il Lucynel nel 19% dei criminali. In razze inferiori, particolarmente negli Aimara d'America, si trova nella proporzione del 40%».

Da questa singolare e quasi macabra osservazione, il Lombroso divenne il padre fondatore della criminologia, generando una teoria straordinariamente controversa che fece rapidamente clamore in tutto il continente. La sua teoria ebbe due punti cardini: esisteva una base del crimine, che originava nel cervello, ed i criminali rappresentavano un ritorno evolutivo delle specie più primitive.

I criminali, credeva il Lombroso, potevano essere identificati sulla base delle “stigmati ataviche”, o caratteristiche fisiche

«[...] poca capacità cranica, fronte sfuggente, frequenza maggiore delle strutture medio-frontali, [...] spessore maggiore dell'osso cranico, sviluppo enorme delle mandibole e degli zigomi, obliquità delle orbite, [...] orecchie ad ansa o voluminose», affermando che «molti dei caratteri che presentano gli uomini selvaggi, le razze colorate, sono, anche, propri dei delinquenti abituali» (Raine A., 2013).

Molti anni sono trascorsi da quando Cesare Lombroso, padre fondatore dell'antropologia criminale, orientò le sue ricerche al delinquente piuttosto che al delitto, sostenendo che era cruciale studiare il corpo del criminale, ovvero i caratteri anatomici dei delinquenti, senza trascurare, naturalmente, i fattori personali (es., sesso ed età), sociali (es., condizioni economiche), fisici e climatici (es., temperatura, traumi e malattie fisiche) e psichici (es., imitazione e suggestione).

CERVELLETO

Il cervelletto, sebbene costituisca solo il 10% della massa cerebrale, contiene più della metà dei neuroni del cervello umano. Esso occupa la maggior parte della fossa cranica posteriore (Kandel E.R. et al., 2000).

In passato, il cervelletto, o cerebello, non ha ricevuto molte attenzioni negli studi scientifici sugli aspetti non motori del comportamento umano, quali la cognizione e le emozioni. Tuttavia, alcuni scienziati, alla fine degli anni '70, hanno iniziato a dimostrare l'importanza del cervelletto nei disordini emozionali (Snider R.S. e Maiti A., 1976; Heath R.G., 1977). A questa conclusione era giunto, due secoli prima, Franz Joseph Gall (1758-1828) che si spinse a considerare il cervelletto la "sede dell'amore".

Una svolta significativa la si deve agli studi condotti da Jeremy Schmahmann che estese il ruolo funzionale del cervelletto ai domini della cognizione e delle emozioni (Schmahmann J.D., 1991). Successivamente, il legame cervelletto-emozioni venne confermato da diversi studi clinici che posero in evidenza una significativa presenza delle anomalie cerebellari nei disturbi emozionali, inclusa la schizofrenia e la depressione (Schmahmann J.D., 2004).

La tabella sottostante riporta alcune delle ricerche che hanno dimostrato il coinvolgimento del cervelletto nei disturbi emotivi.

Aree di ricerca	Autori	Risultati
Neuroanatomia funzionale	Heath et al. (1977; 1978)	Risposte del sistema limbico e stato umorale in seguito alla stimolazione elettrica del cervelletto
	Supple et al. (1993) Schutter et al. (2005)	Rapporto tra verme e paura appresa La stimolazione magnetica transcranica nella zona del cervelletto produce stati affettivi positivi
	Sacchetti et al. (2004)	Cambiamenti sinaptici a lungo termine indotti nella corteccia cerebellare dalla paura condizionata
Danni cerebrali	Schmahmann e	Lesioni della fossa posteriore: CCAS; disinibizione comportamentale, ottundimento degli affetti, psicosi e dismetria cognitiva
	Sherman (1988)	CCAS dopo la resezione chirurgica del tumore cerebellare in bambini: danni al Verme che producono una disregolazione affettiva
	Levisohn et al (2000)	Atrofia olivopontocerebellare: disinibizione comportamentale, malinconia, paura e allucinazioni uditive
Neuroimmagine funzionale	Liotti et al. (2000)	Attività cerebellare durante la malinconia e l'ansia in un gruppo di volontari senza problemi di salute
	Habel et al. (2005)	Attività cerebellare durante gli stati umorali positivi
	Wiech et al. (2005)	Correlazione positiva tra attività del cervelletto ed esperienza cronica del dolore

Psichiatria	Ichimiya et al. (2001)	Ridotto volume del verme cerebellare in pazienti schizofrenici trattati con neurolettici
	Loeber et al. (2001)	Ridotto volume del cervelletto inferiore nella schizofrenia
	Kwoseva (2004)	Anomalie cerebellari in pazienti schizofrenici
	Okugawa et al. (2005)	Anomalie della sostanza bianca nei peduncoli cerebellari mediani in pazienti schizofrenici
	Okugawa et al. (2003)	Ridotto volume del verme nella schizofrenia cronica
	Soares e Mann (1997)	Depressione conseguente alla riduzione del volume cerebellare
	Beyer et al. (2002)	Ridotto volume del verme nei disturbi dell'umore
	Leroi et al. (2002)	Psicopatologia in pazienti con patologie degenerative cerebellari: una comparazione con il Morbo di Huntington
	Neil et al. (2005)	Riduzioni del volume del verme nel disturbo maniaco-depressivo

Ulteriori studi, sugli aspetti neurali delle emozioni, hanno confermato l'importanza del cervelletto nella regolazione e nel controllo degli stati emotivi, oltre alla coordinazione motoria, alla postura e al linguaggio (Baillieux H. et al., 2008). E' da sottolineare che il cervelletto presenta innumerevoli connessioni bidirezionali con diverse aree della corteccia cerebrale, o neocorteccia (frontale, parietale e temporale) che modulano le emozioni (Turner B.M. et al., 2007; Middleton F.A. et al., 2001; Clausi S. et al., 2009).

BOX1

La *corteccia frontale*, parte anteriore del cervello, contiene l'area corticale motoria e la corteccia premotoria. Il lobo frontale è responsabile, in particolare, delle funzioni cognitive esecutive che includono il problem solving, il ragionamento astratto, la concentrazione, la spontaneità e la direzionalità dei comportamenti finalizzati (Giancola, Martin, Moss, Pelham e Tarter, 1996; Griffin e Tsao, 2012; Longo, Kerr e Smith, 2013).

La *corteccia parietale*, localizzata nella parte superiore del cervello, contiene l'area somestesica primaria, o area sensitiva primaria, a cui afferiscono gli stimoli tattili, dolorifici, pressori e termici. Data la sua vicinanza con la corteccia motoria primaria, influenza le attività motorie volontarie, inclusi i movimenti intenzionali e la manipolazione di oggetti (Kandel, Schwartz e Jessel, 1991).

La *corteccia temporale*, situata nella parte inferiore degli emisferi cerebrali, è sede del riconoscimento visivo (giro paraippocampale), della percezione uditiva e della memoria. In particolare, il lobo temporale sinistro (area di Wernicke) è deputato alla comprensione del linguaggio parlato e alla scelta delle parole, mentre il destro permette di comprendere l'intonazione del discorso e la sequenza dei suoni. La prosopagnosia è una interessante manifestazione di una lesione al lobo temporale che si traduce in una marcata difficoltà nel riconoscere i volti. Detto fenomeno è stato frequentemente legato alla criminalità e alla psicopatologia (Suchy, Whittaker, Strassberg e Eastvold, 2009).

Basandosi su questi studi, le teorie sulla regolazione emozionale hanno posto in luce proprio queste complesse interazioni tra circuiti corticali e cerebellari, attivati durante un'esperienza emozionale. Studiando la topografia funzionale del cervelletto, le porzioni mediali del lobo VII del cerebello sembrano assumere una particolare rilevanza nella regolazione di alcuni processi emozionali, proprio per le

loro connessioni con il circuito limbico (Stoodley C.J. e Schmahmann J.D., 2010). Ad anomalie strutturali del “cervelletto limbico” (verme e nucleo del fastige) in adulti e bambini con lesioni congenite (agenesia cerebellare, displasia, ipoplasia) o acquisite (ictus cerebellare, tumore, cerebelliti, trauma e disturbi degenerativi) ne consegue una disregolazione degli affetti, definita da Schmahmann J.D. e Sherman J.C. (1998) *Sindrome Cognitivo Affettiva Cerebellare (Cerebellar Cognitive Affective Syndrome - CCAS)*. I comportamenti osservati da Schmahmann, Weilburg e Sherman (2007), e descritti dagli stessi pazienti e loro familiari, includevano: distraibilità, iperattività motoria, disinibizione, ansietà, comportamenti ritualistici e stereotipati, pensieri illogici e assenza di empatia, ruminazioni e ossessioni, disforia e depressione, atteggiamento difensivo (distanza fisica dall'altro), iperattivazione sensoriale, apatia, comportamenti regressivi e evidenti difficoltà socio-relazionali, così come aggressività e irritabilità. Questi profili neuro comportamentali sono stati raggruppati in cinque domini: disturbo del controllo dell'attenzione, disturbo del controllo emozionale, disturbo delle abilità sociali, disturbo dello spettro autistico e disturbo dello spettro psicotico.

In breve, la sindrome Cognitivo Affettiva Cerebellare presenta i seguenti disturbi: delle funzioni esecutive (deficit di organizzazione, di adattamento al contesto e di ragionamento astratto, della memoria di lavoro e diminuzione della fluency verbale che si traduce in stile linguistico telegrafico ed, in alcuni casi, in mutismo), delle capacità cognitive spaziali (disorganizzazione e memoria visuo-spaziale deficitaria), linguistici (disprosodia, agrammatismi, leggera anomia), di calcolo (discalculia) e dello stile di personalità (apparente socievolenza, irritabilità, appiattimento o ottundimento affettivo, disinibizione comportamentale, depressione, letargia, mancanza di empatia, tratti ossessivo-compulsivi e labilità emozionale).

DISFUNZIONALITÀ EMOZIONALE E VIOLENZA

L'alto tasso di violenza, che quotidianamente si registra, ha sollecitato i biologi, e non solo, a ricercare i predittori (elementi che possono lasciare presagire future condotte violente) e le cause di questo comportamento umano distruttivo. Le loro ricerche si sono focalizzate sugli aspetti neurobiologici dello "stile affettivo", che potrebbero predisporre un individuo a forme di comportamento aberrante. Con il termine "stile affettivo" hanno inteso far riferimento alle differenze individuali, determinate da quelle variabili neurofisiologiche che governano la reattività emozionale (Davidson R.J., 2000). Ad esempio, la propensione ad un agire violento impulsivo è stata associata ad una bassa soglia di tolleranza (facile reattività) a stati affettivi negativi (es., rabbia, stress e/o agitazione) e ad una incapacità nel valutare adeguatamente le prevedibili conseguenze negative di una condotta violenta. Numerosi studi, infatti, hanno accertato che condizioni emotivo-affettive negative possono far precipitare ed esacerbare un comportamento aggressivo (Berkowitz L., 1999). In questo paragrafo verranno brevemente trattate quelle forme di aggressioni, spontanee e non programmate, definite impulsive (Linnoila M. e Charney D.S., 1999) che si differenziano da quelle strumentali/premeditate (Barratt E.S. et al., 1999). Sebbene la maggior parte degli studi neurobiologici sull'aggressività e la violenza non fanno alcuna distinzione tra aggressività premeditata da quella impulsiva, detta distinzione si è resa necessaria per meglio comprendere le basi genetiche, neurochimiche e neuroanatomiche funzionali di entrambi i tipi di violenza.

Recenti studi hanno evidenziato che, nel cervello umano, l'emozione viene di norma modulata da un complesso circuito cerebrale che comprende: corteccia prefrontale, amigdala, ippocampo, ipotalamo, cingolato anteriore, insula, striato ventrale ed altre strutture neurali interconnesse.

BOX2

«[...] l'osservazione di volti altrui che esprimono un'emozione determinerebbe un'attivazione dei neuroni specchio della corteccia premotoria. Questi invierebbero alle aree somatosensoriali e all'insula una copia del loro pattern di attivazione (copia efferente), simile a quello che inviano quando è l'osservatore a vivere

quell'emozione. La risultante attivazione delle aree sensoriali, analoga a quella che si avrebbe quando l'osservatore esprime spontaneamente quell'emozione ("come se"), sarebbe alla base della comprensione delle reazioni emotive degli altri» (Rizzolatti G. e Sinigaglia C., 2006, p.179-180).

«La vista di un volto disgustato o addolorato determinerebbe nel cervello dell'osservatore una modifica nell'attivazione delle sue mappe corporee, sicchè egli percepirebbe l'emozione altrui "come se" fosse lui stesso a sentirla» (ibidem, p.178).

«Ora, non c'è dubbio che il nostro sistema motorio entri in risonanza di fronte ai movimenti facciali altrui. Ma, [...], ciò vale anche quando questi ultimi non hanno alcuna valenza emotiva. La nostra opinione è che postulare un coinvolgimento delle aree della corteccia sensoriale nel riconoscimento delle emozioni altrui sia pleonastico (Cosa che in fondo ammette lo stesso Damasio, quando indica nell'insula la regione più importante del circuito "come se"). Le informazioni provenienti dalle aree visive che descrivono i volti o i corpi che esprimono un'emozione arrivano direttamente all'insula, dove attivano un meccanismo specchio autonomo e specifico, in grado di codificarle immediatamente nei corrispondenti formati emotivi. L'insula è il centro di questo meccanismo specchio in quanto non solo è la regione corticale in cui sono rappresentati gli stati interni del corpo, ma costituisce un centro di integrazione visceromotoria la cui attivazione provoca la trasformazione degli input sensoriali in reazioni viscerali. [...] Va detto che ciò non significa che senza l'insula il nostro cervello non sarebbe in grado di discriminare le emozioni degli altri (Damasio A.R., 2003, p.145). Ma, per dirla con un autore la cui pregnanza non cessa di stupire, William James, queste ultime sarebbero in tale caso ridotte a "una percezione soltanto cognitiva, pallida, fredda, destituita di qualsiasi colore emotivo"(James W., 1980, p.751). Siffatto colore emotivo dipende, infatti, dalla condivisione delle risposte visceromotorie che concorrono a definire le emozioni» (ibidem, p.179-180).

Poiché la modulazione delle emozioni include processi che amplificano, attenuano o mantengono uno stato emotivo, l'aggressività impulsiva può essere considerata il prodotto di un deficit di detta regolazione emozionale. In sintesi, mentre gli individui con una struttura neuroanatomica e neurobiologica funzionale sono in grado di modulare volontariamente i loro stati emotivo-affettivi negativi in risposta all'ambiente, i soggetti predisposti all'aggressività e alla violenza presentano una qualche forma di anomalia nel circuito centrale (corteccia prefrontale orbitale e prefrontale ventromediale, corteccia prefrontale dorsolaterale, amigdala, corteccia cingolata anteriore) responsabile di strategie comportamentali adattive. Ciascuna di queste aree, interconnesse tra loro, assolve un ruolo nei diversi aspetti della regolazione emozionale e le anomalie, in una o più di queste regioni e/o nelle loro interconnessioni, sono associate ad un deficit della regolazione emozionale e a un conseguente aumento della propensione all'aggressività impulsiva.

In proposito, in un articolo pubblicato su *Molecular Psychiatry* (*Strong limbic and weak frontal activation to aggressive stimuli in spouse abusers*, 2008), Adrian Raine ed i suoi colleghi di Hong Kong hanno riportato uno studio preliminare sul cervello degli abusatori domestici. In questo studio, condotto con l'ausilio della fMRI (Riso-

nanza Magnetica Funzionale), hanno osservato che gli autori di maltrattamenti, rispetto al gruppo di controllo, mostravano, in presenza di stimoli avversivi, una maggiore attivazione del sistema limbico rispetto al sistema corticale frontale. Di contro, dinanzi a stimoli neutri, tra i due gruppi non si è evidenziata alcuna differenza significativa. I risultati ottenuti hanno permesso di giungere ad ipotizzare la probabile presenza di un'inadeguata efficienza del prefrontale e del cingolato anteriore nel modulare, in presenza di stimoli avversivi, l'iperattivazione limbica (controllo regolatorio *top-down*). Ciò potrebbe spiegare, in parte, l'anomalia cerebrale funzionale degli aggressori. Dunque, l'atto violento di un aggressore domestico, agito con l'intento di sottrarsi ad una conflittualità di non facile gestione, lascerebbe presupporre la presenza di una base neurobiologica. Pertanto, il modello neurofisiologico dell'abuso domestico sostiene che una combinazione di iperattività sottocorticale, in risposta a stimoli a connotazione affettiva negativa, ed inefficienti risorse regolatorie prefrontali sfoci in una disregolazione emozionale ed in una predisposizione all'aggressività reattiva.

A conclusione, si riporta lo studio di Denson et al. (2012) che sottolinea: durante il controllo dello stato di rabbia indotto, la connettività cerebrale funzionale (ricezione e trasmissione degli impulsi) era più alta nei circuiti neurali, deputati alla regolazione emozionale, che collega amigdala (valutazione degli stimoli sensoriali e generazione di reazioni emotive) e regione corticale prefrontale¹.

BOX3

Il lobo frontale costituisce circa un terzo del tessuto cerebrale totale. Le regioni cerebrali dei lobi frontali, le più estese ed evolutivamente più recenti, sono deputate a funzioni particolarmente complesse. Appaiono al centro dell'attività nervosa, dalla quale derivano le qualità intellettive e caratteriali che connotano la personalità dell'individuo e ne determinano lo stile di vita.

Possiamo suddividere una corteccia prefrontale laterale da una corteccia prefrontale mediale.

La *corteccia prefrontale laterale*, implicata in funzioni quali la memoria di lavoro (*working memory*), può essere ulteriormente suddivisa in *corteccia prefrontale dorso-laterale* (capacità di astrazione e di pianificazione delle azioni, flessibilità cogniti-

¹ Le prospettive sull'aggressione, l'autocontrollo e la regolazione emozionale, provenienti da studi scientifici di psicologi, psichiatri e neuroscienziati, enfatizzano il ruolo dei meccanismi di controllo corticale prefrontale nella rabbia e nell'aggressività (Blair, 2004; Davidson, Putnam, & Larson, 2000; Denson, 2011; MacDonald, 2008; Mischel et al., 2011; Raine, 2008; Siever, 2008; Wilkowski & Robinson, 2007). Si crede che rabbia ed aggressività siano influenzati da meccanismi di controllo esecutivo ed emozionale che predispongono un individuo ad emettere o meno una risposta aggressiva (Davidson et al., 2000; Raine, 2008; Siever, 2008). Ciò implica l'intervento della corteccia cingolata anteriore dorsale (dACC), della corteccia prefrontale dorsomediale (dmPFC), della corteccia orbitofrontale (OFC) e della corteccia prefrontale dorsolaterale (dlPFC). Si è osservato, in alcuni studi di neuroimmagine, che offender violenti e psicopatici mostrano deficit sia strutturali che funzionali in tali regioni (Raine, 2008; Yang, Glenn, & Raine, 2008). In breve, la corteccia prefrontale dorso mediale assolve il ruolo di autoriferimento nel processo emozionale, mentre la corteccia dorso laterale un ampio ruolo di controllo.

va, processi di autoregolazione comportamentale tra cui impulsività e scarso controllo, tipici dell'antisocialità) e *corteccia prefrontale ventro-laterale/orbito-frontale* (coinvolta principalmente nella regolazione delle emozioni, nell'apprendimento dai premi o dalle punizioni e nei processi decisionali). Si precisa che la corteccia orbito-frontale, fra le diverse aree della corteccia frontale (prefrontale dorso-laterale, frontale interna), riveste un ruolo particolarmente importante nella pianificazione e nella regolazione del comportamento in generale (*motor level*). La sua ridotta funzionalità è associata a disturbi del controllo emotivo (es. instabilità dell'umore) e comportamentale (es., ostinazione, impulsività, iperattività, ipersessualità, oppositività). Nella parte mediale del lobo frontale possiamo distinguere due aree importanti, ovvero la *corteccia cingolata anteriore* (identificazione degli errori di elaborazione e comportamentali, monitoraggio dei conflitti, apprendimento) ed il *giro frontale superiore* (selezione e flessibilità di un compito da eseguire, ovvero *task switching*). Coloro che presentano dei danni nel cingolato anteriore sono più disinibiti ed aggressivi e presentano difficoltà nel controllo inibitorio e nel processo di elaborazione emozionale.

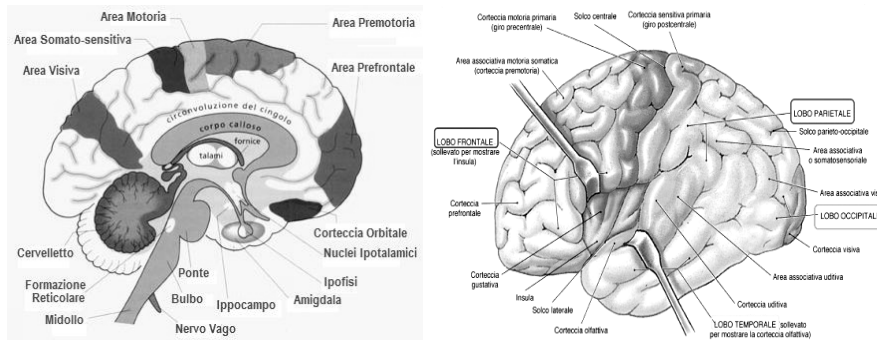
Le regioni prefrontali controllano i diversi processi cognitivi attraverso:

- la gestione delle risorse attentive ("*top-down control*");
- l'attenzione selettiva (selezionare l'informazione rilevante ed inibire quella interferente);
- l'attenzione divisa (dividere l'attenzione tra più compiti da eseguire contemporaneamente);
- la progettazione (prevedere le conseguenze del proprio operare) e la lungimiranza (valutare l'adeguatezza del proprio comportamento in relazione allo scopo da perseguire);
- la pianificazione (selezionare la strategia migliore allo scopo);
- la flessibilità (capacità di maturare un comportamento in base al contesto) e l'astrazione (cogliere gli elementi che compongono la realtà e le proprietà che li accomunano o li distinguono);
- la memoria di lavoro ("*working memory*", ovvero capacità di ritenere e manipolare l'informazione).

Definire con chiarezza il concetto di funzioni cognitive superiori non è semplice. Dette funzioni rientrano nelle "funzioni esecutive", ossia l'insieme dei diversi sottoprocessi mentali necessari per l'adattamento a situazioni nuove al fine di "intraprendere con successo azioni indipendenti e finalizzate al proprio vantaggio. Potremmo affermare che le funzioni esecutive, essenziali all'adattamento dell'uomo all'ambiente e, quindi, alla sua stessa sopravvivenza, raggruppano processi come l'attenzione, la memoria di lavoro, la soluzione dei problemi (*problem solving*), la progettazione e la modificazione del comportamento. Si rilevano deficit alle funzioni esecutive dopo lesioni ai lobi frontali e prefrontali.

L'amigdala funziona come «archivio della memoria emozionale» ed è quindi «depositaria del significato stesso degli eventi»; la vita senza l'amigdala, pertanto, sarebbe un'esistenza privata del suo significato più umano (assenza di coloritura emotiva). Gli adulti ed i giovani con tratti psicopatici, che presentano risposte emotive fredde e forme di aggressività pianificata (proattiva), mostrano un ridotto volume dell'amigdala e della sua funzionalità, mentre gli individui più impulsivi, con una forma di aggressione reattiva, mostrano un'esagerata reattività dell'amigdala. Il ridotto volume dell'amigdala, in individui psicopatici, è stato localizzato nell'area basolaterale, laterale, corticale e nei nuclei centrali (regioni coinvolte nel processo emozionale, nella paura condizionata e nella reattività affettiva autonoma agli stimoli). Da notare, che i pazienti che presentano lesioni all'amigdala mostrano una ridotta percezione del pericolo, sono meno timorosi e presentano deficit nel riconoscimento delle varie espressioni facciali della paura (processo coinvolto nel processo empatico).

Ippocampo (porzione del lobo temporale che regola apprendimento, memoria ed, insieme all'amigdala, le emozioni). L'ippocampo, in condizioni di deficit strutturali (parte destra più grande della sinistra), rende una persona incapace di distinguere il "bene dal male" e insensibile agli stimoli ambientali (mancanza di coscienza). L'insula ha una funzione fondamentale nel riconoscimento delle violazioni delle norme sociali, nonché nel modo in cui sperimentiamo rabbia, paura, empatia e disgusto. E' coinvolta, inoltre, nella percezione del dolore. Lo striato ventrale è implicato nelle componenti appetitive, variabili e flessibili, del comportamento. E' importante notare come un'anomalia dello striato ventrale produca una percezione alterata delle gratificazioni.



INFLUENZE PRENATALI E PERINATALI

Le determinanti biologiche possono influenzare la propensione di un individuo a sviluppare un comportamento violento in adolescenza o in età adulta? La “specializzazione criminale”, ovvero la tendenza a commettere lo stesso tipo di reato nelle successive azioni criminali (Wolfgang M. et al., 1972), viene messa in relazione con i fattori congeniti (caratteristiche ereditarie e fattori perinatali, quali ad esempio dieta inappropriata, assunzione di droghe e alcol, comportamenti dannosi per la gestante ed il proprio feto) per valutare l’incidenza di detti fattori su tale predisposizione. Va precisato che se i fattori perinatali non sono così gravi, da produrre serie malformazioni fetali, potrebbero non venire all’attenzione dei ricercatori. Viceversa, le severe cause perinatali, che possono causare al feto gravi malformazioni o morte, sono oggetto di indagine da parte degli studiosi. Un esempio di una minore anomalia fisica (o embriofetopatie) nel bambino (*minor physical anomalies - MPAs*), conseguente ad agenti teratogeni, è il mal posizionamento delle orecchie con padiglione auricolare a basso impianto/attaccatura, ovvero orientato posteriormente (Sarnoff A. et al., 1998). Il crimine e la psicopatia sono stati associati con un altro indicatore di malformazione dello sviluppo fetale - denominato setto pellucido cavo (*cavum septi pellucidi*), che è una chiusura incompleta del setto pellucido, un processo che normalmente si verifica durante la gestazione sino approssimativamente al sesto mese dopo la nascita. Il *cavum septi pellucidi* è un precoce marcatore dell’anomalia funzionale della regione limbica del cervello, associata con la commissione di un reato (Glenn A.L. e Raine A., 2014).

Queste anomalie sono state messe in relazione con patologie gravidiche (malattie preesistenti alla gravidanza, o che insorgono accidentalmente durante la gravidanza come, ad esempio, la nefropatia, o che compaiono esclusivamente in gravidanza come, ad esempio, la preeclampsia, nota anche come gestosi, caratterizzata dalla presenza, singola o in associazione, di segni clinici quali edema, proteinuria o ipertensione). In breve, le embriofetopatie sono un gruppo di anomalie congenite che si manifestano non per cause intrinseche (genetiche), ma per ragioni estrinseche (ambientali) durante lo sviluppo del feto. Le alterazioni possono avvenire durante lo sviluppo dell'embri-

one (5^a-10^a settimana), durante l'organogenesi (fase dello sviluppo embrionale durante la quale si formano i tessuti e gli organi definitivi e si determina l'accrescimento del corpo dell'embrione) o ancora in momenti successivi. Le anomalie (comunemente dette "malformazioni") possono essere anatomiche, funzionali, o spesso anatomo-funzionali (es., difetti di sviluppo del sistema nervoso). Le cause possono essere: biologiche (danno causato da microrganismi patogeni quali virus, batteri, funghi e parassiti), metaboliche (es., diabete), nutrizionali (denutrizione o malnutrizione), chimiche (farmaci, sostanze quali droghe o alcol, ambientali quali solventi o metalli pesanti) e fisiche (es., radiazioni). Come afferma Raine (2013)

«[...] nel periodo perinatale o neonatale possono verificarsi molti eventi che influenzerebbero la salute e che potrebbero spiegare la violenza [...] Complicazioni alla nascita, interruzione dello sviluppo cerebrale del feto, esposizione al fumo e all'alcol rappresentano elementi significativi nella genesi della violenza. Inoltre, questi segni, pur avendo una matrice biologica sono essenzialmente processi ambientali - non genetici».

Le minori anomalie fisiche, sottolinea Raine (2013), richiamerebbero alla memoria le note stigmati ataviche di Lombroso, delle quali almeno tre (singola piega palmare, maggiore distanza dell'alluce dal secondo dito del piede, linea mediana della lingua più marcata) potrebbero essere individuate in un soggetto con comportamenti anti-sociali (*«mark of Cain – o marchio di Caino»*).

Anche il sistema nervoso centrale può essere influenzato dai fattori responsabili delle lievi anomalie fisiche poiché il suo sviluppo è concomitante con lo sviluppo degli organi che presentano tali anomalie. Poiché i deficit neurologici sono noti per essere associati con problemi comportamentali (Moffitt T.E., 1990), le lievi anomalie fisiche possono rispecchiare i fattori di rischio del sistema nervoso centrale per lo sviluppo di un disturbo comportamentale. Diversi studi hanno dimostrato la presenza di un buon numero di minori anomalie fisiche in soggetti con diagnosi psichiatriche quali la schizofrenia (Green M.F. et al., 1994), l'autismo (Walker H.A., 1977), l'iperattività (Fogel C.A. et al., 1985; Rapoport J.L. et al., 1974) e in soggetti con comportamenti aggressivi (Kandel E. et al., 1989).

Tuttavia, le minori anomalie fisiche (MPAs) da sole non sono sufficienti nel predire adeguatamente una delinquenzialità futura. Infatti, in accordo con i modelli biosociali dello sviluppo psicopatologico, una chiara predizione del rischio potrebbe essere trovata guardando alle MPA in combinazione con i fattori ambientali (Raine A. et al., 1998). In proposito, tre studi hanno posto in evidenza che gli effetti di un ambiente psicosociale deprivato influenzerebbero il legame tra

presenza di minori anomalie fisiche e sviluppo di un disturbo comportamentale (Mednick S.A. e Kandel E., 1988; Sandberg S. T. et al., 1979). In sintesi, i fattori genetici e biologici interagiscono con i fattori sociali avversi nel predisporre un individuo a future azioni criminali (Raine A., 1998).

Anche le complicazioni neonatali, in associazione con un ambiente familiare avverso quale può essere il rifiuto materno, rappresenterebbero una utile chiave biosociale che può aiutare a comprendere meglio le cause della violenza. Prendiamo ad esempio un *blue baby* (bambino dal colorito cianotico alla nascita) che ha sofferto di una complicazione alla nascita definita ipossia, ovvero parziale assenza di ossigeno. Il nostro cervello necessita di ossigeno per metabolizzare il glucosio essenziale per fornire energia alle cellule cerebrali. Senza ossigeno le cellule cerebrali inizieranno a morire in pochi minuti. Particolarmente sensibile a questo processo degenerativo è l'ippocampo, una parte del cervello centralmente coinvolta in abilità spaziali così come nella memoria a breve termine. Dette capacità risulterebbero deficitarie in coloro che persistono nelle loro azioni criminali (Raine A. et al. 2005). L'ipossia alla nascita è stata considerata, in uno studio, il miglior predittore dell'assenza di autocontrollo, un fattore di rischio comportamentale chiave per il crimine ed in particolare per l'aggressività esplosiva/impulsiva (Beaver K.M. e Yright J.P., 2005). Altre complicazioni neonatali, quali la preeclampsia o un'infezione materna, causerebbero una riduzione dell'afflusso ematico alla placenta producendo la necrosi cellulare non solo nell'ippocampo ma anche in altre aree cerebrali inclusa la corteccia frontale.

Fattori teratogeni

Interessante è soffermarsi sugli agenti teratogeni e sui loro effetti neurali e comportamentali in assenza di un'alterazione anatomica dimostrabile (teratogenesi neuro-comportamentale). La neuroteratogenesi viene definita un danno morfologico e funzionale del Sistema Nervoso Centrale che deriva dall'esposizione ad agenti chimici, biologici o fisici. La teratologia comportamentale è quel settore che studia gli effetti dell'esposizione a potenziali agenti tossici sullo sviluppo del comportamento (Cantelli F.G. et al. 2005). Dunque, il termine teratogenesi (dal greco "generare mostruosità") si riferisce a quelle sostanze (droghe legali quali alcol, nicotina e caffeina; farmaci quali antibiotici, steroidi, tranquillanti; droghe illegali quali cocaina, eroi-

na e marijuana; agenti inquinanti ambientali quali piombo e metilmercurio) che, a seguito di un'esposizione avvenuta in epoca prenatale, possono produrre disfunzionalità neurocomportamentali (es., alterazione della coordinazione motoria, deficit delle funzioni cognitive, aumentata reattività a stimoli inaspettati). Chiaramente, le conseguenze della tossicità delle sostanze di abuso sono diverse in funzione della specificità di azione della sostanza, della posologia e dell'eventuale interazione tra le varie sostanze contemporaneamente assunte (Cantelli F.G. et al. 2005).

Sia il consumo materno di nicotina che di alcol, durante la gravidanza, sono stati considerati fattori che possono predisporre gli individui a commettere atti violenti in età adulta - risultati che sono stati confermati in molti studi replicati in diverse parti del mondo. Anche piccole quantità di alcool, assunte durante la gravidanza (una bevanda a settimana), sono state associate con una maggiore aggressività nell'infanzia. Attualmente si sta ancora vagliando se l'esposizione alla nicotina rappresenti un fattore predisponente alla commissione di un reato, causando un'ipossia fetale con conseguente insufficienza cerebrale o se, invece, questa associazione sia mediata geneticamente (Glenn A.L. e Raine A., 2014).

Nicotina

La donna che fuma in stato di gravidanza non danneggia solo se stessa ma anche il piccolo che porta in grembo. Questa pessima abitudine può tradursi in una "potenziale violenza" nei confronti del futuro nascituro. E' ormai noto che il fumo non solo produce conseguenze dannose sullo sviluppo neurale del feto, ma potrebbe aumentare la probabilità che il proprio figlio sviluppi nel futuro un disturbo della condotta e dell'aggressività. Ma qual'è il nesso di causa-effetto tra esposizione fetale alla nicotina e comportamento antisociale?

Dei numerosi studi longitudinali su maschi, figli di donne fumatrici, si riportano quelli condotti in Danimarca su 4.969 (Brennan P. et al., 1999), in Finlandia su 5966 maschi con reati commessi dall'età di 22 anni (Rantakaglio P. et al., 1992; Räsänen P. et al., 1999) e negli USA su ragazzi, con disturbi della condotta, figli di donne che avevano fumato dieci sigarette al giorno durante la gravidanza (Weisman M. et al., 1999).

Queste ricerche sono giunte alla medesima conclusione: l'esistenza di un rapporto tra l'esposizione del feto al fumo materno e sviluppo di un comportamento antisociale.

Qual è il nesso tra l'esposizione fetale alla nicotina e lo sviluppo di un comportamento antisociale?

Le ricerche condotte su animali hanno chiaramente dimostrato gli effetti neurotossici di due composti della sigaretta: il monossido di carbonio e la nicotina (Olds D., 1997). La nicotina attraversa la barriera placentare esponendo direttamente il feto alla sua tossicità. Ciò produce una riduzione della circolazione sanguigna uterina con conseguente minore apporto di ossigeno (ipossia) e di sostanze nutritive al feto. Si ribadisce che senza ossigeno le cellule cerebrali inizieranno a morire in pochi minuti con conseguenti danni neurali (es., riduzione della circonferenza cranica e, conseguentemente, dello sviluppo cerebrale - Jaddoe V.W.V. et al., 2007) e disfunzionalità neurocognitive (es., attenzione selettiva, memoria e velocità di produzione del linguaggio - Cornelius MD e Day N.L., 2009). Le *brain imaging* di adulti, esposti al fumo materno nel periodo prenatale, hanno mostrato la presenza di una sottile corteccia orbito-frontale ed un ridotto volume del giro frontale medio. Dette aree svolgono un ruolo importante nel predisporre un individuo allo sviluppo di un comportamento violento (Toro R. et al., 2008).

Inoltre, l'esposizione precoce alla nicotina, persino a livelli relativamente bassi, produrrebbe una ridotta funzionalità noradrenergica con conseguente ipoattivazione del sistema nervoso simpatico (es., bassa frequenza cardiaca a riposo, ridotta risposta elettrodermica alla paura) (Raine A., 2013).

Secondo la Stimulation-Seeking Theory (Zuckerman N., 1979), alcuni adolescenti presentano un basso livello di arousal (ipoattività) e tale condizione psicofisiologica potrebbe essere un indicatore di bassa frequenza cardiaca e di stato di inquietitudine. Per far fronte a questo stato di disagio, l'adolescente sarebbe spinto ad adottare strategie comportamentali antisociali volte ad aumentare il livello della frequenza cardiaca di base e a raggiungere una condizione più confortevole (Quay N.S.W, 1965; Raine A., 1993).

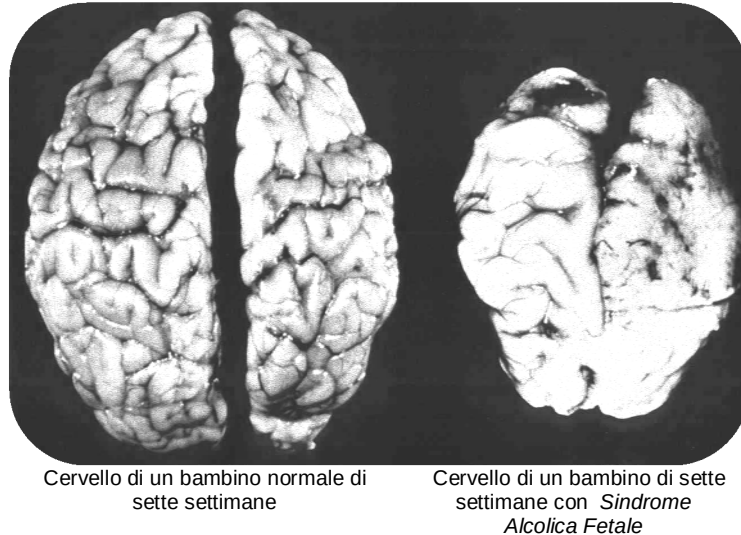
BOX4 *Conseguenze del fumo di tabacco in gravidanza.*

Tabacco (droga legale, come l'alcol, può avere effetti negativi sul nascituro se assunto in gravidanza. I componenti del tabacco attraversano facilmente la placenta e raggiungono nel

feto concentrazioni del 15% superiori a quelle materne – Cantelli Forti G. et al., 1976).	
COMPLICANZE NEONATALI	
SINDROME DI ASTINENZA (SAN) (Minnes S. et al., 2006)	Ipertono tremori
COMPLICANZE IN ETÀ EVOLUTIVA	
OBESITA' (DiFranza J.R., 2004)	maggior spessore delle pliche cutanee maggior rischio di sovrappeso
DISTURBI NEUROCOMPORTAMENTALI (Williams G.M., 1998; Fried P.A. et al., 2003; DiFranza J.R., 2004)	disturbi cognitivi disturbi di attenzione disturbi di memoria disturbi di apprendimento iperattività impulsività disturbi del comportamento comportamenti antisociali e criminali
COMPORTAMENTO DI ABUSO (Porath A.J. e Fried P.A., 2005)	dipendenza da nicotina dipendenza da marijuana

Alcol

Se il fumo è dannoso durante la gravidanza, possiamo immaginare quali possono essere le conseguenze dell'uso smodato di sostanze alcoliche. Anche l'alcol, assunto dalla madre durante la gestazione, può causare numerosi e seri danni al cervello in via di sviluppo e detta disfunzionalità predisporrebbe allo sviluppo della violenza. A tal proposito si riportano quattro caratteristiche della sindrome alcolica fetale (*fetal exposed spectrum disorder o FEsD*), così come identificate dal pediatra Kenneth Jones nel 1973 (Jones K.L. e Smith D.W., 1973): esposizione all'alcol durante la gravidanza, malformazioni cranio facciali, ritardo della crescita e disfunzionalità del sistema nervoso centrale (vedi figura sottostante) evidenziabile dai disturbi dell'apprendimento o dalla presenza di un basso Quoziente Intellettivo (QI o ritardo cognitivo).



Una revisione scientifica, sul tema dell'esposizione prenatale all'alcol, è stata pubblicata da alcuni ricercatori dell'Università della California (Lebel C. et al., 2011) al fine di mettere in luce le anomalie cerebrali mostrate da soggetti esposti all'alcol prima della nascita. Dalla predetta revisione sono emerse delle anomalie o malformazioni strutturali che includono una riduzione del volume totale del corpo calloso (struttura cerebrale mediana, ovvero fasce di fibre nervose che connettono tra loro i due emisferi cerebrali importanti nella coordinazione delle varie funzioni come ad esempio quelle motorie bimanuali, l'attenzione sostenuta, la visione e la memoria di lavoro visuo-spaziale - Devinsky O., 2004). L'analisi morfometrica del corpo calloso può, dunque, offrire un valido contributo all'identificazione dei soggetti con esposizione alcolica prenatale (Sowell E.R., 2008).

BOX 5 *Conseguenze dell'abuso di alcol in gravidanza.*

Alcol (rapidamente trasportato dalla madre al feto e attraversa liberamente la barriera placentare).

COMPLICANZE NEONATALI	
SINDROME DI ASTINENZA (SAN) (Minnes S. et al., 2006)	agitazione tremori irritabilità opistotono convulsioni
COMPLICANZE IN ETÀ EVOLUTIVA	
DISTURBI NEUROCOMPORTAMENTALI (Chiriboga C.A., 2003; Eustace L.W. et al., 2003; O'Leary C.M., 2004; Cuzon V.G. et al., 2008)	disturbi di apprendimento disturbi di memoria disturbi di attenzione disturbi di linguaggio: produzione e comprensione ritardo mentale