



UNIVERSITA' POLITECNICA
DELLE MARCHE

ANNO ACCADEMICO 2023/2024

EVOLUZIONE DELLE RETI GENETICHE PER LA CREATIVITA'

LAUREANDO
LORENZO CICCARELLI

RELATORE
VINCENZO CAPUTO BARUCCHI

RIASSUNTO

Lo studio ha esaminato le basi genetiche della creatività negli esseri umani moderni confrontando i loro genomi con quelli di scimpanzé e Neanderthal.

I ricercatori hanno identificato le reti di geni associati a tre principali sistemi di personalità e adattabilità umana: reattività emotiva, autocontrollo e autoconsapevolezza.

I risultati hanno mostrato che:

- i Neanderthal avevano geni simili agli esseri umani moderni per la reattività emotiva rispetto agli scimpanzé, ma erano intermedi tra gli esseri umani moderni e gli scimpanzé per quanto riguarda il numero di geni legati all'autocontrollo e all'autoconsapevolezza.
- i geni unici agli esseri umani moderni erano non codificanti per proteine, inclusi lunghi RNA non codificanti nella rete dell'autoconsapevolezza.

Si ritiene che questi geni non codificanti per proteine siano emersi a seguito di una selezione positiva per caratteristiche umane come il benessere, la modernità comportamentale, la creatività, il comportamento prosociale e la longevità in salute.

.

COSA HA CAUSATO L'EMERSIONE DELLA CREATIVITA' NELL'UOMO MODERNO?

Questa è una delle domande più importanti riguardo la natura umana:

Persistono importanti dubbi sulle basi della creatività umana nell'arte e nella scienza, nonché sulle differenze cognitive, nel linguaggio e nella personalità che distinguono noi essere umani moderni dagli ominidi estinti.

Ciò è dovuto alle scarse prove che abbiamo riguardo l'evoluzione di questo tratto distintivo

COSA CI DIFFERENZIA DAI NOSTRI PREDECESSORI?

PIU' ASPETTI DELLA PERSONALITA' COME:

- migliore adattabilità cognitiva, sociale e fisica
- innovazione, flessibilità e abilità cognitive per la simbolizzazione e l'autoconsapevolezza.
- comportamento prosociale e cooperazione con individui anche fuori dalla propria cerchia parentale.

QUALI SONO LE CARATTERISTICHE DELLA PERSONALITA'?

REATTIVITA' EMOTIVA

capacità di prendere il controllo di ciò che proviamo e comprende la disponibilità a provare emozione e la consapevolezza e accettazione di queste.

AUTOCONTROLLO

coordinamento consapevole dei propri stimoli e delle proprie azioni

AUTOCONSAPEVOLEZZA

modo in cui un individuo conosce e comprende consapevolmente il proprio carattere, sentimenti, motivazioni e desideri.

COS'E' LA CREATIVITA'



Questo pensiero è correlato all'attivazione della **corteccia mediale prefrontale** che è il cuore dell'autocoscienza.

Il tratto distintivo della modernità comportamentale , definita come **l'uso di immaginazione e idee originali per raggiungere obiettivi di valore.**

Può essere valutata attraverso il **pensiero divergente**: una modalità di pensiero che ad un problema fornisce più soluzioni esplorando nuove direzioni e possibilità, portando così alla produzione di nuove idee.

Questo ragionamento ha a che fare con le **caratteristiche della personalità**, che si riferiscono al modo in cui un individuo si forma e si adatta a un ambiente in continua evoluzione. Queste comprendono tratti del carattere come: spinte emotive alla curiosità, alla predisposizione al rischio, al desiderio di lavorare per il riconoscimento sociale e alla perseveranza per il successo.

la creatività è la ricerca innata dell'originalità. La sua forza trainante è l'amore istintivo che il genere umano prova per la novità.

Edward O. Wilson

COME SI MISURA?



Claude Robert Cloninger, inventore del test

TEST DI PENSIERO DIVERGENTE:

- misurano l'originalità, la flessibilità, la **fluidità**, l'**elaborazione** e la **persistenza**. Questi test sono utilizzati per valutare la creatività intellettuale, poiché sono predittivi del successo creativo nella vita di tutti i giorni.

TEMPERAMENT AND CHARACTER INVENTORY (TCI).

- valutare la creatività e come questa sia correlata alla salute generale. Essa è considerata un aspetto interdipendente del benessere umano ed è oggetto di studio attraverso misurazioni quantitative affidabili Il TCI considera il **temperamento** (componente inconscia della personalità) e il **carattere** (componenti autoregolatrici), basati su forme distinte di apprendimento e memoria.

La combinazione di temperamento e carattere evidenzia che il potenziale creativo di una persona richiede sia la saggezza nel riconoscere ciò che è prezioso sia la capacità di adattarsi in modo flessibile.

LO STUDIO

Gli autori hanno condotto studi di associazione sull'intero genoma in campioni di 2149 Finlandesi, 902 Tedeschi e 1092 Coreani, usando metodi basati sui dati per esaminare le **reti genotipiche-fenotipiche**.

sono state esplorate le relazioni genotipo-fenotipo negli individui finlandesi e:

- Sono stati identificati **polimorfismi a singolo nucleotide (SNP)** associati a specifici gruppi di individui.
- Sono stati scoperti **3 gruppi** di persone con diverse configurazioni delle 13 dimensioni della personalità umana indipendentemente dal genotipo.
- Sono stati trovati **42 set SNP** significativamente associati a profili dei caratteri e identificati **727 locus genici**

Replicando il 95% dei set SNP in un campione di tedeschi e coreani è stato scoperto che gli insiemi genotipici associati ai caratteri modulano specifici processi molecolari nel cervello per la definizione di obiettivi intenzionali, l'autoriflessione, l'empatia, l'apprendimento e una sana longevità.

Sorprendentemente, il 68% dei 727 locus genici erano unici per un singolo profilo caratteriale, di conseguenza c'erano più gruppi di geni che portavano a ciascun tratto caratteriale

sono stati scoperti 3 gruppi di persone con profili di temperamento distinti indipendentemente dal genotipo

- ANTISOCIALE
- EMOTIVAMENTE IPERSENSIBILE
- AFFIDABILE

51 set SNP associati

736 geni mappati arricchiti e replicati nei campioni tedeschi e coreani

sovrapposizione di alcuni geni per il temperamento e per il carattere

3 RETI FENOTIPICHE

che collegano gruppi di tratti temperamentali a quelli comportamentali

RETE EMOTIVAMENTE- INAFFIDABILE

persone altamente
emotive anche con
piccoli stimoli

RETE ORGANIZZATA- AFFIDABILE

persone con forte
autocontrollo dei conflitti
emotivi e degli obbiettivi,
ma poca creatività

RETE CREATIVA- AFFIDABILE

persone altamente
creative, sociali e
perspicaci.

Queste reti sono correlate con reti genotipiche multi-locus, regolando diverse funzioni cognitive legate alla personalità.

Le funzioni dei geni mappati su queste reti genotipiche sono state associate a sistemi di **apprendimento** e **memoria** alla base della personalità, come la reattività emotiva, l'autocontrollo e l'autoconsapevolezza. È stato osservato che la maggior parte dei geni identificati erano unici per una singola rete, sottolineando la complessità delle relazioni tra genotipo e fenotipo.

I GENI ASSOCIATI A QUESTE RETI REGOLANO I SISTEMI DI APPRENDIMENTO E MEMORIA LEGATI AI 3 ASPETTI DELLA PERSONALITA'

REATTIVITA' EMOTIVA

249 geni per la regolazione del condizionamento associativo e degli attaccamenti sociali

AUTOCONTROLLO

438 geni per la regolazione della ricerca intenzionale di obiettivi, lavoro di squadra e simbolizzazione

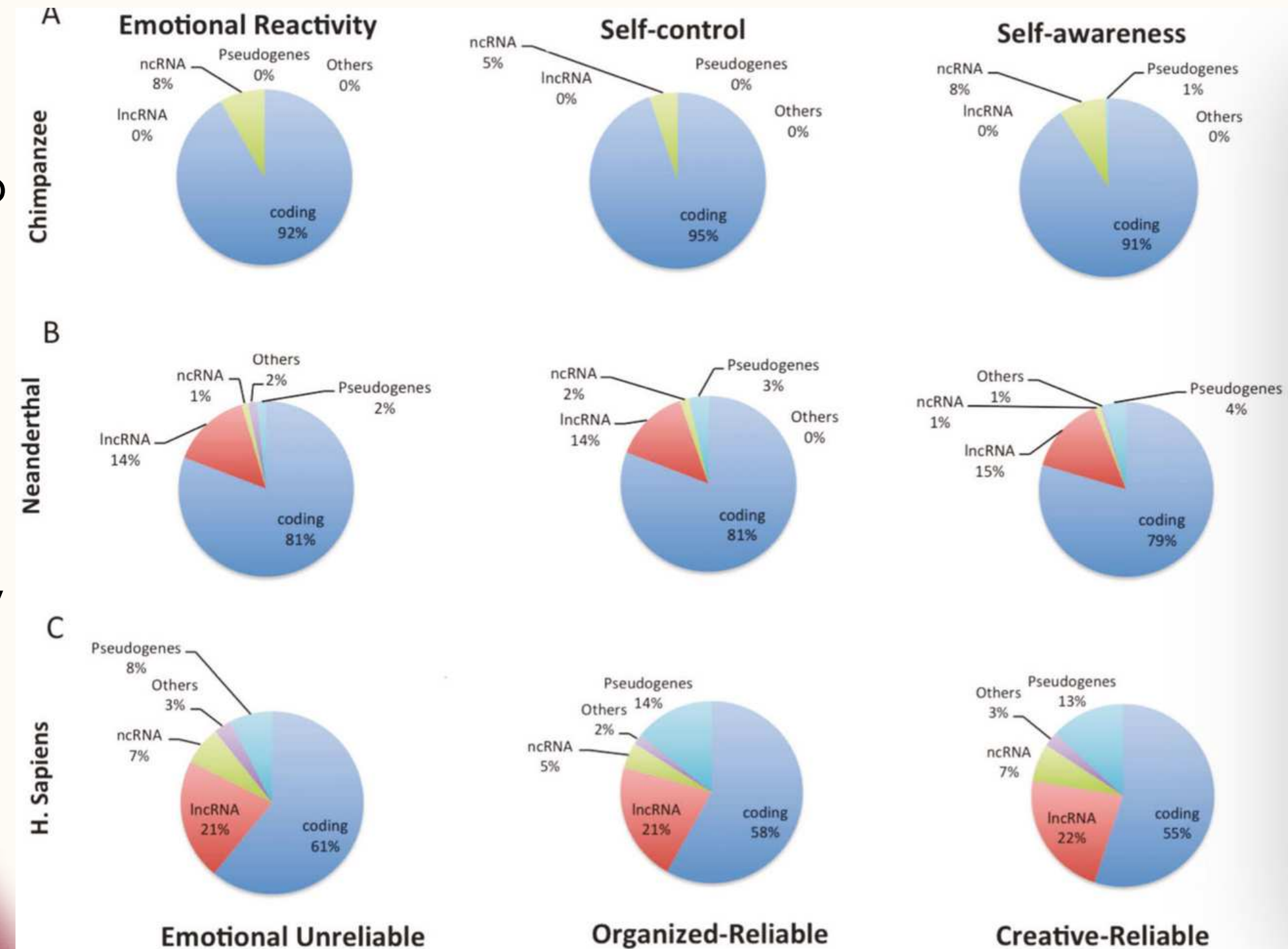
AUTOCONSAPEVOLEZZA

574 geni per l'apprendimento episodico e la memoria e la memoria autobiografica (narrazione con passato, presente e futuro)

IL CONFRONTO

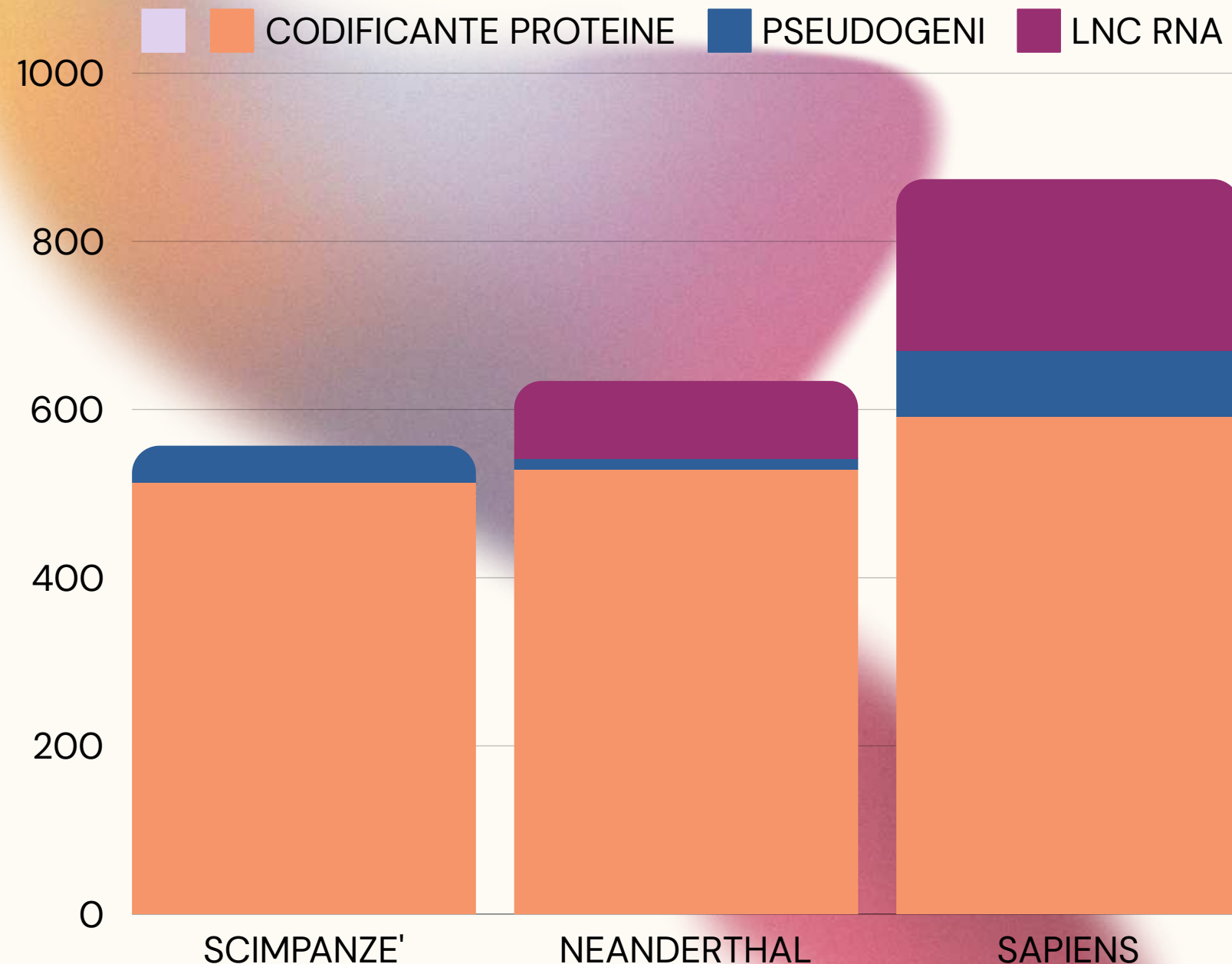
Le analisi statistiche hanno mostrato che le tre specie differivano significativamente per **tutte e tre le reti genetiche**: autoconsapevolezza, autocontrollo e reattività emotiva.

- I Neanderthal condividevano più geni per autocontrollo e autoconsapevolezza con gli esseri umani moderni rispetto agli scimpanzé.
- Molti geni erano unici negli esseri umani moderni, contribuendo alla differenziazione delle reti di personalità.
- I geni unici degli esseri umani moderni avevano un impatto maggiore sul benessere rispetto ai geni simili ai Neanderthal, indicando un ruolo significativo nello sviluppo delle caratteristiche distintive della personalità e del benessere umano.



RISULTATI

Le forti relazioni delle reti fenotipiche temperamento-carattere con le 3 della personalità hanno fornito strumenti preziosi per valutare l'evoluzione della creatività umana confrontando i genomi di scimpanzè, Neanderthal ed essere umano moderno



- dei 557 geni unici degli scimpanze: 92% codificava proteine
- dei 653 geni dei Neanderthal: 81% codificava proteine, 14% era RNA non codificante, 2% pseudogeni
- dei 972 geni dei Sapiens: 61% codificava proteine, 21% RNA non codificanti e 8% pseudogeni

COSA HA PERMESSO L'EMERGERE DELLA MODERNITA'?

GENI ANCESTRALI

- Sono stati identificati **557** omologhi che suggeriscono un'ereditarietà attraverso antenati comuni, i restanti invece sono stati acquisiti in maniera **indipendente**, probabilmente in seguito a **diffusione genica orizzontale**.
- Circa il **65% dei 415** geni non omologhi appartengono alla rete di **autoconsapevolezza**, che è fortemente associata al profilo della personalità creativo-affidabile.

LNC RNA

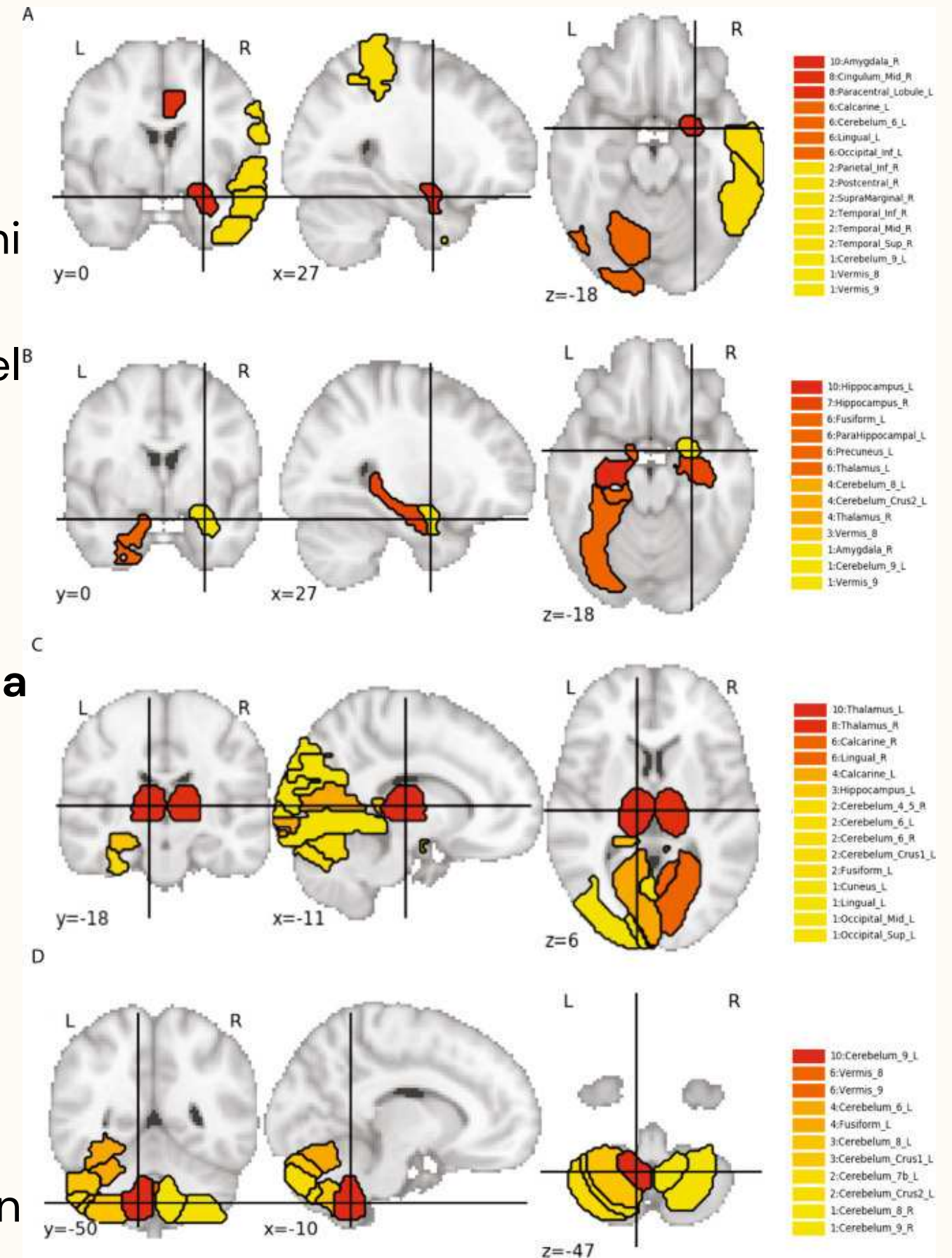
- Dei 972 geni associati alla personalità nell'uomo moderno (Sapiens), **127** sono lincRNA senza corrispondenti in altre specie, inclusi Neanderthal e scimpanzé. Sia i lincRNA presenti in entrambe le specie che quelli specifici dell'uomo moderno mostrano segni di **selezione positiva**, ma quelli unici del Sapiens indicano una selezione positiva più evidente nei promotori, suggerendo un ruolo importante delle funzioni regolatrici. Inoltre, il **70% dei lincRNA** sottoposti a selezione positiva nell'uomo moderno sono collegati alla rete genetica dell'**autoconsapevolezza**.

ESPRESSIONI GENICHE IN PARTICOLARI AREE DEL CERVELLO

I ricercatori hanno valutato la coespressione di questi geni in diverse regioni del cervello.

- I geni legati al **carattere** sono stati trovati **sovraespressi** nelle regioni del cervello associate all'**autoconsapevolezza** umana e alla **memoria autobiografica**.
- i geni correlati al **temperamento** sono stati riscontrati **sovraespressi** in regioni del cervello importanti per il **riconoscimento**, la **valutazione** e l'**autoregolazione delle emozioni**, come l'**ippocampo**, il **setto**, l'**amigdala** e altre.

L'associazione dei geni delle reti di autoconsapevolezza e autocontrollo con quelli unici negli esseri umani moderni mostra una sovraespressione significativa nelle regioni del cervello coinvolte in autoconsapevolezza e autoregolazione di emozioni e obiettivi. Ciò suggerisce che la coespressione di questi geni potrebbe integrare autoconsapevolezza e autocontrollo, contribuendo a dirigere emozioni, obiettivi e valori umani in modo coerente ed efficiente.



A e B riguardano i geni SNP dell'autoconsapevolezza
C e D riguardano i geni del temperamento

CONCLUSIONE

Nel confronto tra esseri umani moderni, Neanderthal e scimpanzé, è emerso che:

- **Neanderthal erano più simili agli scimpanzé nella reattività emotiva, ma intermedi tra scimpanzé ed esseri umani moderni nel numero di geni associati all'autocontrollo e all'autoconsapevolezza.**
- la maggior parte dei **geni esclusivi degli esseri umani** moderni aveva un **ruolo regolatorio** e vantaggioso dal punto di vista della selezione. Questi geni, in particolare quelli nell'autoconsapevolezza, sono stati identificati come **sovraespressi nelle regioni centrali del cervello**, confermando la loro importanza per l'autocoscienza umana e il benessere.

Complessivamente, questi risultati suggeriscono che le **differenze genetiche tra le tre specie potrebbero essere state cruciali nell'emergere di reti genetiche coinvolte nell'autoconsapevolezza e nella creatività umana.**

Le scoperte hanno ampie implicazioni per comprendere il successo degli Homo sapiens nel soppiantare i Neanderthal e plasmare l'Antropocene. **La longevità e la salute potrebbero aver favorito periodi prolungati di apprendimento, contribuendo all'accumulo di conoscenze distintive.** La **cooperazione sociale** potrebbe essere stata incoraggiata, facilitando l'innovazione e la diffusione globale dell'Homo sapiens.

Bibliografia

- come unica fonte di informazioni, schemi ed immagini per questa presentazione ho utilizzato l'articolo scientifico: Zwir I, Del-Val C, Hintsanen M, Cloninger KM, Romero-Zaliz R, Mesa A, Arnedo J, Salas R, Poblete GF, Raitoharju E, Raitakari O, Keltikangas-Järvinen L, de Erausquin GA, Tattersall I, Lehtimäki T, Cloninger CR. Evolution of genetic networks for human creativity.

alcuni concetti sono stati approfonditi grazie ai seguenti studi:

- Zwir I, Arnedo J, Del-Val C, Pulkki-Råback L, Konte B, Yang SS, et al. Three genetic-environmental networks for human personality.
- Cloninger CR, Zohar AH. Personality and the perception of health and happiness. J Affect Disord.