

23. maggio

Le preziosi informazioni delle Neuroscienze integrative per comprendere i segreti della sensorialità

La realtà esiste nella mente umana e non altrove.

George Orwell

Il Laboratorio di **Neuroscienze Integrative** della **Rockefeller University**



è un'entità interdisciplinare unica che integra ricercatori di **Scienze Naturali (Biologia e Chimica)**, **Scienze Sociali (Psicologia)** e **Scienze Umanistiche (Filosofia)**.

Questa ampiezza di indagine intellettuale rappresenta la più grande forza nella ricerca dell'eccellenza, finalizzata alla comprensione delle relazioni cervello-comportamento.

In particolare il team diretto da **Marcello Magnasco**



analizza gli esseri viventi come fonte di ispirazione per creare nuove descrizioni matematiche della natura.

L'obiettivo principale del laboratorio è la **neurofisiologia computazionale e sperimentale**, principalmente nel contesto della **funzione uditiva**, ma tocca anche **la vista**, **la memoria**, **l'olfatto** e

altre elaborazioni sensoriali., nonché gli studi sulla comunicazione dei delfini negli acquari e in natura.

Magnasco utilizza sia *metodi computazionali* che *sperimentali* per modellare la complessità, l'organizzazione e le proprietà di elaborazione delle informazioni degli organismi viventi.

Il laboratorio si concentra sull'elaborazione sensoriale, impiegando tecniche sperimentali per studiare la rappresentazione uditiva di oggetti complessi negli animali da laboratorio e nell'uomo. Studia la comunicazione nei delfini attraverso la modellazione al computer, **per capire come e dove il suono viene elaborato nel cervello dei mammiferi, oltre a modelli più generali della funzione cerebrale.**

Gli studi computazionali prodotti includono sia la modellazione astratta che l'analisi dei dati.

Attualmente il team sta sviluppando la modellazione delle architetture neurali dell'elaborazione uditiva, inclusi i modelli di *discriminazione di frequenza e percezione spaziale*.

Questi sforzi affrontano anche la funzione neurale e la memoria, come i meccanismi impiegati dal cervello per bilanciare l'attività eccitatoria e inibitoria nei circuiti neurali.

Il lavoro di analisi dei dati si concentra e sviluppa metodi per analizzare set di dati neurofisiologici su larga scala per dimostrare le impronte di tale equilibrio critico in particolare durante **la veglia e la sua assenza durante la perdita di coscienza, l'anestesia, l'epilessia e il sonno normale.**

Studiando la comunicazione e la cognizione dei delfini (sia in acquari che con animali selvatici in diverse stazioni sul campo) stanno cercando di comprendere sia l'estensione naturale del repertorio vocale e della capacità di comunicazione dei delfini, sia la loro capacità di acquisire nuovi segnali.

Precedentemente Il lavoro del laboratorio Magnasco ha toccato molti aspetti dell'elaborazione sensoriale, comprese le funzioni uditive, visive e olfattive.

Ad esempio, insieme ad **James Hudspeth**



ha creato un modello matematico di un "**amplificatore botola**" nelle *cellule ciliate dell'orecchio interno*, un concetto che ha sfidato alcuni dei presupposti più basilari su come l'orecchio umano elabora il suono.

La maggior parte dei non udenti soffre di ipoacusia neurosensoriale, che deriva da un danno alle cellule ciliate sensoriali dell'orecchio interno. La coclea umana contiene circa 16.000 di queste cellule, che non si rigenerano dopo un danno. Nel tentativo di prevenire o invertire la sordità, il gruppo di Hudspeth sta lavorando per comprendere meglio il normale processo uditivo, le cause del deterioramento dell'udito e i possibili mezzi per rigenerare le cellule ciliate. (Vedi allegato)

Recentemente durante esperimenti dell' analisi del suono, **Magnasco** ha creato [un algoritmo che trasforma il suono in rappresentazioni visive](#), con molta più precisione di qualsiasi metodo precedentemente disponibile, replicando fedelmente il sistema utilizzato dal cervello umano.

Inoltre, il gruppo ha studiato la venatura delle foglie degli alberi come sistema modello di una complessa rete biologica con interessanti caratteristiche topologiche e geometriche, e ha recentemente creato metodi per sezionare interi fegati di roditori e ricostruire la loro struttura vascolare tridimensionale con un dettaglio senza precedenti.

I cefalopodi sono animali intelligenti e dal cervello grande che mostrano una gamma di funzioni cognitive complesse, tra cui la memoria a lungo termine, l'apprendimento e la capacità di discriminare stimoli complessi. Il complesso schema corporeo dei cefalopodi svolge molteplici funzioni, consentendo il camuffamento dinamico in diversi ambienti necessario per l'evasione dei predatori e possibilmente per la comunicazione con i conspecifici .

Inoltre, **i cefalopodi** mostrano un repertorio comportamentale notevolmente diversificato e adattivo, evidente nella complessità dell'uso dell'habitat e dei comportamenti predatori in tutto il loro areale di distribuzione

È noto che i cefalopodi tra cui **Octopus insularis**, **O. vulgaris** e la **seppia comune (Sepia officinalis)** mostrano cicli di riposo-attività con periodicità ultradiane, simili agli stati di sonno degli amnisti



In esperimenti di laboratorio con *O. vulgaris*, la privazione del sonno ha causato stati di sonno compensatorio che supportano la presenza di meccanismi omeostatici.

Allo stesso modo, mostrano stati simili al sonno in cui rimangono inerti mentre mostrano periodici cambiamenti di colore e contrazioni del braccio (vedi allegato 2)

Il team di Magnasco secondo uno studio pubblicato questo mese sul [server di pre stampa bioRxiv](#).

Abnormal behavioral episodes associated with sleep and quiescence in *Octopus insularis*: Possible nightmares in a cephalopod?

Ipotizzano che i polpi polpi possono avere sogni vividi e narrativi alcuni dei quali sono terrificanti.

Il report descrive con delle sorprendenti riprese quattro casi filmati di **incubi in un polpo** della barriera corallina brasiliana (*Octopus insularis*) di nome “Costello”, durante i quali l'animale addormentato mostrava **comportamenti bizzarri tra cui bruschi cambiamenti di colore, movimenti irregolari, espulsione dell'acqua dal suo sifone e persino inchiostrostrazione**.



Sebbene si possano trarre conclusioni limitate da un individuo, i ricercatori hanno sottolineato che le azioni sono simili allo stress naturale e ai comportamenti antipredatori in questa specie e quindi potrebbero essere manifestazioni fisiche di sogni spaventosi.

I presupposti ci sono tutti. “Costello” aveva perso un braccio (tentacolo) a causa di un predatore prima di essere portato in cattività. Se davvero gli episodi documentati fossero incubi, ciò suggerirebbe che il sogno narrativo si sia evoluto in modo indipendente nei cefalopodi, e ulteriori ricerche sul fenomeno potrebbero fornire intuizioni uniche nella *neuroscienza dei sogni*.

Costello mostrava chiaramente episodi di parasonnia coerenti con la rappresentazione onirica di incubi nei vertebrati. In particolare i comportamenti antipredatori e agonistici osservati durante due episodi suggeriscono che l'animale era in difficoltà durante questi eventi. Le sequenze comportamentali mostrate da questo polpo all'uscita dal sonno disturbato erano simili alle risposte comportamentali a incubi, terrori notturni e altre parasonnie tipiche degli esseri umani, con una struttura narrativa simile ai comportamenti di difesa da svegli nei polpi.

Considerazioni

a causa della natura monosoggetto di questo studio, gli autori non possono escludere specifiche anomalie neurologiche di Costello, pertanto, questo studio non potrà essere considerato conclusivo fino a quando non sarà replicato.

Allegato 2

Le cellule ciliate cocleari

All'interno della coclea, i segnali meccanici che rappresentano il suono vengono convertiti in vibrazioni lungo la membrana basilare, sulla quale si trovano circa 16.000 cellule ciliate. Ogni cellula ciliata è dotata di alcune centinaia di sottili "tastatori", o stereociglia, che costituiscono il suo fascio di capelli. Le vibrazioni indotte dal suono mettono in movimento il fascio di capelli, evocando risposte elettriche aprendo canali ionici meccanicamente sensibili. Come risultato della connessione diretta tra il fascio di capelli e canali ionici, il processo di trasduzione delle cellule ciliate è notevolmente rapido; di conseguenza possiamo sentire suoni a frequenze fino a 20 kHz. La natura diretta della trasduzione uditiva rende anche il processo altamente sensibile.



La straordinaria sensibilità del nostro udito deriva dall'amplificazione cocleare dei suoi input meccanici. I ricercatori del gruppo di ricerca di Hudspeth stanno esplorando come l'udito umano tragga beneficio da un amplificatore meccanico in ogni fascio di capelli. Hanno scoperto che i fasci sono spontaneamente attivi e che una piccola forza sincronizza questo movimento con lo stimolo. La misurazione del lavoro meccanico eseguito in questa situazione conferma che un fascio di capelli può amplificare e regolare i suoi input meccanici. I membri del gruppo di ricerca stanno ora estendendo questi risultati all'orecchio dei mammiferi. Identificare il processo attivo nella coclea umana è particolarmente importante perché la perdita dell'udito di solito inizia con il deterioramento di questo amplificatore.

Nel tentativo di scoprire come si sviluppano le cellule ciliate, il gruppo di Hudspeth sta conducendo esperimenti di biologia molecolare sulle larve di zebrafish. Nella linea laterale di questa specie, nuove cellule ciliate sorgono continuamente per sostituire quelle che muoiono a causa dell'invecchiamento o della tossicità chimica. La divisione di una cellula precursore produce costantemente un paio di cellule ciliate, una delle quali risponde al movimento dell'acqua verso la parte anteriore dell'animale, mentre l'altra è sensibile al flusso posteriore. Per stabilire quali percorsi di segnalazione portano alla produzione di nuove cellule ciliate, i membri del gruppo

stanno isolando le cellule ciliate e i loro precursori ed esaminando la loro espressione genica. I ricercatori sperano di identificare percorsi che potrebbero essere attivati nell'orecchio umano per favorire la sostituzione delle cellule ciliate.

Infine, i membri del laboratorio stanno studiando la rigenerazione delle cellule ciliate nell'orecchio interno del topo, una preparazione che ricorda l'orecchio interno umano. Hanno identificato una sostanza chimica potente e non tossica che inibisce un gruppo di enzimi chiamati Lats chinasi e favorisce la proliferazione delle cellule di supporto, un primo passo verso la rigenerazione delle cellule ciliate. Composti correlati si sono dimostrati efficaci nel provocare la proliferazione dei precursori neuronali nell'occhio e persino dei cardiomiociti nel cuore.

La ricerca di Hudspeth ha portato a una comprensione approfondita delle cellule recettrici dell'orecchio interno e di come contribuiscono all'udito e alla perdita dell'udito. Spera che ulteriori indagini indichino sia le cause che i potenziali rimedi per alcune forme di disabilità uditiva umana, un'afflizione che colpisce il 10% della popolazione americana.

Allegato 2

Il sonno e gli incubi del polipo

Studi recenti hanno ulteriormente identificato la natura ciclica degli stati di sonno di tipo REM alternati a uno stato di sonno quiescente in un modello ultradiano in *O. insularis*. Le osservazioni includevano uno stato di sonno attivo e uno stato di sonno con un solo movimento oculare, possibilmente analogo al sonno REM (Rapid-Eye-Movement). Questi stati di sonno sono stati anche associati all'attività cerebrale nei polpi, supportando differenze nell'attività neurale negli stati di veglia e di sonno simili al sonno dei vertebrati.

Il sogno è un ulteriore mistero all'interno dell'enigma evolutivo del sonno. I sogni, come vissuti dagli esseri umani, sono vividi episodi allucinatori caratterizzati dall'aver una struttura narrativa. Capire se gli animali sognano pone sfide uniche, derivanti dalla nostra incapacità di accedere alla loro esperienza soggettiva interna. Il camuffamento dei cefalopodi offre un modo unico per accedere alle uscite degli stati interni inaccessibili da altre specie non mimetiche. Recentemente hanno ipotizzato che le sequenze caratteristiche dei cambiamenti mimetici che si verificano durante gli episodi di sonno attivo in un esemplare di *O. cyaneus* sembrano avere una struttura narrativa che segue una sequenza di comportamenti naturali. Gli autori sostengono che questi comportamenti possono rappresentare la rappresentazione del sogno nei cefalopodi, in cui il sognatore mette in atto attivamente azioni oniriche, guidato dai possibili collegamenti tra i loro comportamenti di veglia e di sonno.

Sostengono anche che negli stati di sonno attivo, le risposte motorie e le visualizzazioni del modello corporeo sono solo parzialmente sopresse. In alternativa, le parasonnie sono episodi involontari associati ad attività motoria e comportamentale non intenzionale nella transizione da e verso il sonno; i disturbi del sogno e gli incubi come quelli associati al disturbo da stress post-traumatico sono tipicamente correlati alle transizioni dello stato del sonno).

Non è noto se i cefalopodi mostrino questi comportamenti. Tuttavia, dato che i cefalopodi corrispondono così da vicino alle definizioni comportamentali per il sonno nei vertebrati, classificare i fenomeni comportamentali e i loro contesti può aiutare a identificare paralleli evolutivi nelle funzioni del sonno, nelle fasi del sonno e nelle transizioni dal sonno allo stato di veglia attraverso i taxa.



A Dreaming Octopus?

Un anno fa... Baedeker/Replay del 23 Maggio 2022

La "covidizzazione" della ricerca si va definendo, e adesso?

Due anni fa ... Baedeker/Replay del 23 Maggio 2021

Do not wear a mask!