

Come si "mantengono in ordine" le cellule? Un modello del distillatore alla base della vita

TORINO\ aise\ - La cellula eucariotica è l'unità di base di tutti gli animali e delle piante. Al microscopio essa appare altamente strutturata e suddivisa in numerosi compartimenti circondati da membrane. Ogni compartimento svolge un ruolo specifico ed è occupato da molecole particolari. In che modo la cellula mantiene questo ordine interno ammirevole, e (se non intervengono patologie) non degrada in un ammasso informe di molecole? Questo accade perché all'interno della cellula le molecole simili vengono continuamente riordinate e smistate verso le corrette destinazioni, un po' come accade in una casa in cui il disordine viene tenuto a bada riordinando e ripulendo quotidianamente. Resta però misterioso come la cellula possa svolgere questa continua azione di ripristino del proprio ordine interno in assenza di un supervisore. Nel lavoro recentemente pubblicato su "Physical Review Letters" da una collaborazione internazionale costituita da ricercatori di Politecnico di Torino, Università di Torino, Italian Institute for Genomic Medicine - IIGM, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – INFN, e Istituto Landau di Fisica Teorica di Mosca, si ipotizza che il processo di mantenimento dell'ordine all'interno della cellula emerga dalla combinazione di due meccanismi spontanei. Il primo di questi meccanismi è la tendenza di molecole simili ad aggregare sulle membrane in "gocce", in maniera simile a quella per cui gocce d'acqua si formano in una nube di vapore che viene raffreddata. Il secondo meccanismo è quello per cui queste "gocce di molecole", a seguito dell'azione delle molecole che le compongono, inducono l'incurvamento della membrana su cui si trovano e la formazione, e il successivo distacco, di minuscole vescicole arricchite dalle molecole che costituiscono le "gocce". Le numerose membrane della cellula eucariotica agiscono perciò in maniera simile ai tubi di un distillatore o di un alambicco naturale, nel quale i composti chimici vengono continuamente separati e rediretti nelle giuste destinazioni. Nel lavoro pubblicato, il processo di riordinamento descritto viene studiato matematicamente e simulato al computer, mostrando che la tendenza delle molecole all'aggregazione è il parametro di gran lunga più importante nel controllare l'efficienza del processo. Per ogni gruppo di molecole esiste un valore ottimale del parametro (né troppo grande né troppo piccolo) per il quale il riordinamento avviene alla massima velocità possibile. In effetti, in assenza di aggregazione molecolare viene meno il motore principale dell'ordinamento. D'altra parte se la tendenza all'aggregazione è troppo intensa, le molecole "congelano" in un gran numero di "gocce" che cresce molto lentamente, e il processo di distillazione rallenta. L'osservazione sperimentale di questo processo di distillazione condotta presso l'Università di Torino su cellule estratte dai vasi sanguigni dei cordoni ombelicali umani conferma il quadro teorico e suggerisce che l'evoluzione abbia naturalmente portato le cellule viventi a "lavorare" nella regione di parametri ottimale che garantisce la massima efficienza del processo di riordinamento molecolare. La ricerca è potenzialmente di grande interesse perché il malfunzionamento dei processi di traffico molecolare all'interno delle cellule è associato a numerose gravi patologie, quali per esempio il cancro. L'individuazione teorica dei possibili parametri di controllo del processo è un importante primo passo, necessario a meglio comprendere l'origine del malfunzionamento e a individuare possibilità di cura. La ricerca ha coinvolto anche le seguenti istituzioni, alle quali alcuni degli autori sono affiliati: Fondazione Collegio Carlo Alberto - Torino, Accademia delle Scienze Russa, National Research University Higher School of Economics (HSE). (aise)