

Aktive RNA in Mikrotröpfchen

Koazervate können RNA-Moleküle anreichern und so an der Entstehung des Lebens beteiligt gewesen sein

Wie das Leben aus unbelebten Stoffen vor mehr als 3,5 Milliarden Jahren auf der Erde entstand, ist eine der großen noch unbeantworteten Fragen. RNA-Moleküle könnten zu der Zeit, als das Leben begann, eine Schlüsselrolle gespielt haben. Eine Voraussetzung dafür ist jedoch, dass sich eine bestimmte Anzahl von Molekülen in unmittelbarer Nähe zueinander befindet. Membranfreie Mikrotröpfchen, sogenannte Koazervate, bieten ideale Bedingungen dafür, da sie Biomoleküle wie RNA barrierefrei aufnehmen können. Forscher des Max-Planck-Instituts für molekulare Zellbiologie und Genetik in Dresden und des Max-Planck-Instituts für Biochemie in Martinsried haben nun gezeigt, dass einfache RNA in membranfreien Mikrotröpfchen aktiv ist und diese damit eine geeignete Umgebung für den Ursprung des Lebens sind.

Die RNA-Welt-Hypothese geht davon aus, dass das Leben aus sich selbst reproduzierenden RNA-Molekülen entstanden ist – Molekülen, die vor DNA und Proteinen entstanden sind. Allerdings war auf der frühen Erde die Konzentration von RNA und ihren Bausteinen möglicherweise zu gering, als dass sie miteinander hätten reagieren können. Die verstreuten RNA-Moleküle mussten also einen Weg zueinander finden, um Leben zu erzeugen. Geeignete Orte für die Anreicherung von RNA könnten Kompartimente sein. Diese existieren entweder ohne oder mit einer Membran, wie bei einer Zelle. Membranfreie Kompartimente können durch Phasentrennung von entgegengesetzt geladenen Molekülen gebildet werden, ein Vorgang wie bei der Trennung von Öltröpfchen in Wasser.

In ihrer Studie belegen die Forscher erstmals, dass RNA in membranfreien Mikrotröpfchen aktiv ist. Dies unterstützt die bisherige Hypothese, dass solche Koazervate eine Art Protozelle darstellen und somit ein Vorläufer der heutigen Zellen sein könnten. Die Fähigkeit von Koazervaten, RNA anzureichern, könnte auch das Verdünnungsproblem von Biomolekülen gelöst haben. Darüber hinaus ermöglichen diese membranfreien Tröpfchen den barrierefreien Austausch von RNA. Björn Drobot, der Erstautor dieser Studie, erklärt: „Eines der wirklich spannenden Ergebnisse ist, dass Koazervate wie ein kontrolliertes genetisches Transfersystem wirken, in dem kürzere RNA-Stücke zwischen Tröpfchen pendeln können, während längere RNA-Moleküle in ihren Mikrotröpfchen eingeschlossen sind. Auf diese Weise haben diese Protozellen die Fähigkeit, genetische Informationen auszutauschen, was ein wichtiges Kriterium für den Beginn des Lebens ist.“

Diese Ergebnisse zeigen, dass membranfreie Mikrotröpfchen für eine gezielte Anreicherung von RNA förderlich sind. Dora Tang, die das Projekt leitete, weist darauf hin: „In den 1920er Jahren wurde von dem russischen Wissenschaftler Oparin angenommen, dass Koazervate die ersten Kompartimente auf der Erde gewesen sein könnten und bereits existierten, bevor sich Zellen mit einer Membran herausbildeten. Sie bieten Biomolekülen die Möglichkeit, sich anzureichern und so Leben auf der Erde zu schaffen. Unsere Studie ergänzt eine Reihe von Arbeiten aus meinem und anderen Laboren, die immer mehr Belege dafür liefern, dass Koazervate potentielle Kandidaten für die Kompartimentbildung während der Entstehung des Lebens sein könnten. Zusätzlich sind Sie interessante Reaktionsräume für die moderne und synthetische Biologie.“