

A PROPER VELOCITY MEASURE FOR MESENCHYMAL CELLS MIGRATION

GUILHERME S. Y. GIARDINI^a

ORIENTADORA: PROF.^a. DR.^a. RITA M. C. DE ALMEIDA^{a,b,c}

PORTO ALEGRE, RS
2022

Resumo (Press Release)

Experimentos de migração celular [Selmeczi2005,Dieterich2008]mostram para tempos curtos de observação, um comportamento difusivo que impede a definição de velocidade instantânea e põe em cheque algumas das teorias atuais de migração [Thomas2020, Fortuna2020]. Estes experimentos mostram um movimento de tipo balístico para intervalos intermediários de tempo, seguidos um novo regime difusivo (o deslocamento é proporcional à raiz quadrada do tempo decorrido) para longos intervalos de tempo, ambos previamente conhecidos. O regime de migração para intervalos curtos de observação é um regime que torna o conceito usual de velocidade instantânea, matematicamente mal definido (a razão entre um deslocamento proporcional à raiz do tempo pelo próprio tempo diverge quando o mesmo tende a zero). Consequentemente, qualquer modelo matemático que considera derivadas temporais da velocidade, fica mal definido. Recentemente, nós propusemos um modelo anisotrópico de migração (resolvido numérica e analiticamente) que recria essa nova dinâmica observada [de ALMEIDA2022] ao considerar um vetor de polarização que define uma orientação preferencial de migração ao longo do qual a velocidade instantânea é bem definida, descrita por sua vez por uma equação de Langevin e uma direção ortogonal à polarização na qual a célula descreve um movimento difusivo. A orientação do vetor polarização é uma variável adicional do modelo e é continuamente atualizada. Os valores preditos para o deslocamento quadrático médio concordam com os experimentos. No entanto, a função de densidade de probabilidade da velocidade ao longo do eixo de polarização, assume uma curva simétrica em torno de zero, discordando com o que se é observado experimentalmente. Neste trabalho, nós mostramos um novo cálculo estocástico analítico no qual os termos de ruído para a velocidade definida ao longo do eixo de polarização apresentam um valor médio que não é centrado em zero. Os resultados analíticos reproduzem os comportamentos observados experimentalmente para o deslocamento quadrático médio e a função de densidade de probabilidade da velocidade ao longo do eixo de polarização. Os cálculos são baseados nos métodos estocásticos analíticos apresentados em nosso trabalho anterior, com algumas modificações e os resultados corcordam com as soluções numéricas, simulações produzidas no CompuCell3D e experimentos de migração individual.

Keywords: Anisotropy, Velocity, Velocity Autocorrelation, Mean Square Displacement, Fürth, Active Matter, Cell Migration, Diffusion, Ornstein-Uhlenbeck, Polarity, Single-Cell, Vicsek