

Como as células percebem a força?

Jorge Faber*

Dentre os cinco sentidos de Aristóteles, nós sabemos que a visão, o olfato e grande parte do paladar são iniciados por proteínas que se ligam a receptores acoplados à proteína G. Entretanto, as sensações mecânicas tato e audição permanecem sem uma clara compreensão dos seus mecanismos moleculares. Esse fato tem um grande vínculo com a movimentação dentária ortodôntica. Sabemos que forças movimentam dentes, mas como as células percebem a força? Um importante avanço no entendimento desse assunto foi publicado na revista *Nature*¹. Aparentemente a força é percebida diretamente na bicamada lipídica da membrana plasmática levando à abertura de canais iônicos mecanosceptores.

A percepção mecânica na superfície celular é reconhecida há algum tempo. Quando um parâmetro, um organismo unicelular, é tocado com uma sonda em sua região anterior, ele inverte o batimento de seus cílios e nada em direção contrária. Essa sensibilidade superficial das células foi atribuída durante muito tempo à transdução de sinal intermediada pelo citoesqueleto, muito presente próximo à membrana celular. Entretanto, modelos experimentais já demonstraram que o citoesqueleto tem uma participação limitada na sensibilidade mecânica.

A montagem do quebra-cabeça de informações pulverizadas sobre o assunto, que foi feita por Kung¹, mostra que a bicamada lipídica (Fig. 1 A, B) tem uma importante participação na transdução da sensação mecânica. O mecanismo básico é que qualquer proteína que esteja embebida na bicamada é sujeita às tensões e pressões geradas por deformações na bicamada. Assim, canais iônicos mecanosceptores presentes na membrana são submetidos a forças na interface membrana-canal, ocasionando a abertura do canal e o tráfego de íons.

Mecanocepção aplicada à Ortodontia

Esse modelo de mecanocepção tem sido demonstrado em diferentes tipos celulares, desde organismos unicelulares até células animais. Ele pode, provavelmente, ser diretamente inserido na Ortodontia para explicar tanto a reabsorção quanto a deposição óssea, presentes na movimentação dentária ortodôntica.

No lado de pressão, a compressão de células do ligamento periodontal deforma membranas celulares e abre os canais de mecanocepção (Fig. 1C). Esse processo inicia a resposta celular que resultará na reabsorção óssea.

No lado de tensão, proteínas do meio extra-celular

são tracionadas durante o estiramento do ligamento periodontal. Essas proteínas, em parte, são ancoradas em proteínas da membrana (Fig. 1 D) e nos canais de mecanocepção, e se assemelham a coleiras que tracionam a membrana e acarretam tensões na interface proteína-bicamada. Esse mecanismo abre os canais e inicia a cascata de respostas celulares que sinaliza para os osteoblastos que eles devem depositar matriz óssea.

Pesquisas voltadas para o estudo ultra-estrutural do ligamento periodontal e dos canais mecanosceptores aumentarão a compreensão do fenômeno de movimentação dentária e talvez forneçam evidências sobre a otimização clínica da força ortodôntica.

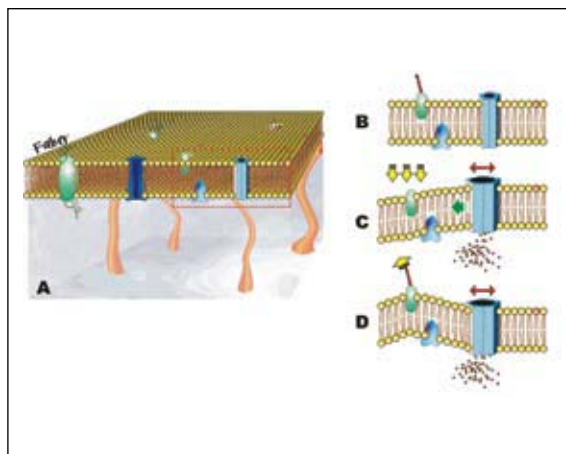


FIGURA 1 – Esquema que representa a ultraestrutura da membrana celular. **A** mostra um fragmento da membrana em perspectiva; a bicamada lipídica (amarelo) é entremeada por proteínas (verde, azul e roxo) que apresentam diversas funções; o retângulo vermelho destaca a área apresentada em **B**, que exemplifica em azul, à direita, um canal iônico mecanosceptor. Em **C**, quando uma força de pressão é aplicada sobre a membrana celular (setas amarelas), tal como a força ortodôntica no lado de pressão do ligamento, a deformação temporária da bicamada acarreta uma tensão sobre o canal (seta verde) que o abre (seta vermelha) e permite o trânsito de íons. Em **D**, a tensão na membrana é transmitida por proteínas (em vermelho) que funcionam como uma coleira sobre proteínas de membrana (em verde); quando o tracionamento pela coleira acontece, a bicamada é deformada e tencionada o canal iônico mecanosceptor, levando à sua abertura (seta vermelha) para a passagem de íons.

1. KUNG, C. A possible unifying principle for mechanosensation. *Nature*, London, v. 436, no. 4, p. 647-654, 2005.

* Doutor em Biologia – Morfologia, Laboratório de Microscopia Eletrônica da Universidade de Brasília, Mestre em Ortodontia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Clínica privada focada no atendimento de pacientes adultos.