

14 Superestradas e megacidades

PENSE NOVAMENTE NO CONTINENTE DE TECIDO HUMANO POR UM MOMENTO, NA escala absoluta de um ser humano pela perspectiva de uma célula. Para uma célula, você é uma gigantesca montanha de tecido, com uma altura dez vezes maior do que a do monte Everest. Porém, não se trata de uma pilha uniforme, mas de um volume organizado em muitas nações e países diferentes desempenhando as mais diversas funções – desde uma rede de fios elétricos de alta voltagem que transmite ordens e instruções da nação pensante do cérebro, até o oceano ácido do estômago e as nações unidas do intestino, que processam os recursos em estado bruto e os transformam em embalagens de alimentos caprichadas, que são então distribuídas pelos oceanos de fluido repletos de nadadores-entregadores.

Entre todos esses sistemas e nações, existe a rede de megacidades e de superestradas do sistema imunológico: o *sistema linfático*. Esse sistema não recebe tanta atenção nos livros didáticos porque ele não é tão bem definido, e sua utilidade não é tão evidente quanto a do coração com seus vasos sanguíneos ou a do cérebro com sua fiação elétrica. Ele não tem um órgão central gigante como o fígado, mas centenas de órgãos minúsculos, e, assim como o sistema cardiovascular, possui uma rede de vasos de longo alcance e seu próprio fluido especial. Sem ele, você estaria tão morto quanto se ficasse sem seu coração. Vamos explorá-lo brevemente.

Sua rede de *vasos linfáticos* tem quilômetros de extensão e cobre todo o corpo. Esse sistema é uma espécie de parceiro dos vasos sanguíneos e do sangue. A principal função do sangue é transportar recursos como oxigênio para todas as células. Para fazer isso, parte do sangue precisa efetivamente sair dos vasos sanguíneos e escoar para os tecidos e órgãos para entregar os bens diretamente às células. (O que faz todo o sentido se você pensar por um momento, mas ainda parece um pouco estranho.) A maior parte desse sangue é então reabsorvida pelos vasos sanguíneos. Mas algumas das partes líquidas do sangue permanecem no tecido entre as células e precisam ser transportadas de volta à circulação. O sistema linfático é o responsável por esse trabalho. Ele drena constantemente o corpo e os tecidos e entrega o excesso de fluido de vol-

ta ao sangue, onde pode circular novamente – se não o fizesse, com o tempo você incharia como um balão.

O sistema linfático começa como uma rede apertada e complexa de sistemas capilares espalhados pelos tecidos. Vasos volumosos e irregulares, construídos como uma série de válvulas unidirecionais – a água que vem dos tecidos pode entrar nos vasos, mas não pode fluir de volta. Há apenas uma direção, uma vez que gradualmente os pequenos vasos linfáticos se fundem e ficam maiores, e continuam a se fundir e ficam maiores ainda. Como o sistema linfático não tem um coração de verdade, a água flui lentamente. Se uma célula fosse do tamanho de um ser humano, o sangue seria como um fluxo estrondoso, movimentando-se várias vezes mais rápido que a velocidade do som. Em comparação, viajar pelos vasos linfáticos seria como fazer um cruzeiro tranquilo com passeios turísticos e sem pressa.

O coração bombeia e transporta cerca de 2 mil galões de sangue pelo corpo todos os dias, enquanto o sistema linfático transporta dos tecidos apenas cerca de três quartos desse volume de volta para o sangue. Esse movimento lento é possível em virtude da pressão negativa e de uma camada muscular muito sutil que envolve os vasos. Você pode imaginar isso como um pseudocoração muito fino, espalhado e em forma de bomba que cobre todo o seu corpo e só bate uma vez a cada quatro ou seis minutos.¹

O fluido transportado pelo sistema linfático se chama *linfa*. Se você acha o sangue um pouco nojento, também não gostará dela. Em geral, a linfa tem uma coloração clara, mas em alguns lugares, como na região do intestino, pode ser branco-amarelada e ter a aparência de leite velho e nojento. Ela fica com essa cor porque não transporta apenas água; a linfa também é o sistema de gestão de resíduos e alarme. Quando drena o excesso de fluido entre as células, ela recolhe todo tipo de detritos e lixo: células do corpo danificadas e destruídas, bactérias mortas – às vezes até vivas – ou outros invasores, e todos os tipos de sinais químicos e de substâncias que encontra pelo caminho.

Isso é especialmente importante se você for acometido por uma infecção, porque a linfa capta uma espécie de corte transversal dos produtos químicos que flu-

¹ “Bater” não é exatamente a expressão mais adequada, pois essas “batidas” não são sincronizadas – seria mais como mil tubos de pastas de dente sendo espremidos por todo o corpo de forma independente.

tuam pelos campos de batalha e os transporta diretamente para os centros de inteligência do sistema imunológico, os linfonodos, onde serão filtrados e analisados.²

Porém, se a linfa carrega muitas coisas diferentes, talvez seu trabalho mais importante seja servir como uma superestrada para as células imunológicas. A cada segundo, bilhões delas estão viajando por essa autoestrada, procurando um emprego. Esses empregos são distribuídos nas megacidades do sistema imunológico, por onde a linfa deverá passar antes de virar novamente parte do sangue. São as megacidades em forma de feijão, os *linfonodos* – os órgãos do sistema imunológico. Você tem cerca de seiscentos deles espalhados por todo o corpo.

A maioria dos linfonodos fica em volta dos intestinos, na região da axila, no pescoço e na cabeça, ou perto da virilha. Você pode tentar tocá-los. Coloque a cabeça para trás e sinta-os cuidadosamente na região macia abaixo dos cantos da mandíbula. Se eles estiverem muito pequenos para senti-los agora, com certeza você conseguirá senti-los quando estiver com dor de garganta ou resfriado, pois eles incharão e parecerão nódulos estranhos e firmes. As megacidades dos linfonodos são como as enormes plataformas de namoro que existem na internet. Nelas, o sistema imunológico adaptativo encontra o sistema imunológico inato para encontros ardentes. Ou melhor, é onde as células imunes adaptativas procuram seu par ideal. É aqui que a célula dendrítica viajante chega do campo de batalha após cerca de um dia tranquilo de viagem.

Um parêntese: o baço e as tonsilas – os melhores amigos do superlinfonodo

UMA PARTE DA INFRAESTRUTURA LINFÁTICA É UM PEQUENO ÓRGÃO ESPECIAL QUE A maioria das pessoas não conhece, embora ele seja muito importante. O *baço* é uma espécie de grande linfonodo, do tamanho de um pêssego, mas com o formato de um feijão. Assim como os linfonodos, funciona como uma espécie de filtro, porém com um alcance muito maior. Por um lado, o baço é o lugar do corpo onde 90% das células sanguíneas velhas são filtradas e recicladas quando a vida delas chega ao fim.

2 Curiosamente, e um fato muito estranho para não ser mencionado, o sistema linfático é o seu sistema de transporte de gordura. Ele pega as gorduras das comidas em torno dos intestinos e as despeja na corrente sanguínea para serem distribuídas depois.

O baço armazena uma reserva emergencial de sangue, cerca de 240 mL, que é inestimável se algo ruim acontecer – de modo que, se você precisar, pode dispor de um pouco de sangue extra no corpo. Mas isso ainda não é tudo: de 25% a 30% de suas hemácias e 25% de suas plaquetas (os fragmentos de células que podem fechar feridas) são armazenadas nele para emergências.

Mas o baço não é apenas um reservatório emergencial de sangue em caso de ferimentos. Ele também é um dos centros das células-soldado, uma espécie de quartel. Além disso, é a principal casa para uma célula imunológica que não mencionamos antes, embora ela tenha ajudado durante o corte: o *monócito*. Os monócitos são basicamente células de reforço que podem se transformar em macrófagos e em células dendríticas. Cerca de metade dos monócitos patrulham o sangue, onde representam a maior célula individual que flutua no sistema cardiovascular. Se você sofrer uma lesão e logo uma infecção drenar e matar muitos macrófagos, eles chegam como reforços. Uma vez que entram no local da infecção, deixam de ser monócitos e se transformam em macrófagos novinhos em folha. Dessa forma, mesmo que você perca muitos macrófagos em uma batalha intensa, terá um novo fluxo deles, que não se esgotará.

A outra metade dos monócitos permanece no baço como uma força emergencial de reserva. Embora seja fácil pensar nos monócitos apenas como substitutos dos macrófagos, existem subclasses de monócitos com funções mais especializadas, como compressores em uma inflamação. Também podem ser convocados ao coração durante um infarto para ajudar o tecido cardíaco a se curar.

Além de servir como um reservatório de emergência e como um quartel, o baço é realmente apenas um enorme linfonodo que filtra o sangue (e não o fluido linfático, como fazem os linfonodos em geral) e faz todas as coisas que os linfonodos fazem. Então, quando discutirmos a função dos linfonodos mais detalhadamente, lembre-se de que o baço faz a mesma coisa. O detalhe é que ele atua com o sangue.

As pessoas perdem o baço com frequência. Isso acontece, por exemplo, após acidentes de trânsito, já que uma forte batida no tronco pode causar uma ruptura no pequeno órgão, que precisará ser removido. Surpreendentemente, isso não é tão mortal quanto se imagina. Outros órgãos, como o fígado, os linfonodos regulares e a medula óssea podem assumir a maior parte das funções do baço. Além disso, cerca de 30% das pessoas têm um segundo baço minúsculo, mas que crescerá e assumirá o trabalho se o primeiro for removido.

Mas não é bom perder o baço porque, como você pode ter imaginado, a maioria dos órgãos existe por uma razão. Pacientes que perdem o baço tornam-se, muitas

vezes, muito mais suscetíveis a certas doenças, como a pneumonia, que pode ser letal na pior das hipóteses. Embora não seja uma sentença de morte perder esse órgão minúsculo e estranho, se possível, tente mantê-lo!

Já as *tonsilas*, popularmente chamadas de amídalas, são conhecidas pelas pessoas apenas como coisas estranhas que ficam no fundo da garganta e às vezes precisam ser removidas cirurgicamente em crianças. Mas não são apenas pedaços irritantes de tecido inútil. Elas servem como um centro de inteligência do sistema imunológico na boca. Muitas células imunológicas diferentes que conheceremos neste livro funcionam ali para manter você saudável. Para obter amostras, as tonsilas têm vales profundos onde pequenos pedaços de comida podem ficar presos. São as células M (de *microfold*, em inglês, ou “microprega”), células muito curiosas que pegam todos os tipos de coisas da sua boca e puxam para dentro do tecido, onde mostram para as células imunológicas para que elas possam analisar o material.

Isso é basicamente útil de duas maneiras: na juventude, esse processo treina o sistema imunológico para capacitá-lo a reconhecer quais são os tipos inofensivos de alimentos que você come e que não devem ser combatidos. E para poder produzir armas contra invasores, se encontrar algum. Explicaremos todos esses mecanismos com mais detalhes no restante do livro, portanto não vamos nos aprofundar muito aqui. Se as suas tonsilas estiverem ansiosas demais e trabalhando muito, poderão ficar cronicamente inflamadas e inchar, o que pode causar inúmeros tipos de sintomas desagradáveis. Às vezes, por conta disso, acaba sendo necessário removê-las cirurgicamente, mas depende do caso e geralmente não é um grande problema se o paciente tiver mais de 7 anos e um sistema imunológico sólido. Em poucas palavras, o que você realmente precisa saber sobre as tonsilas é que elas são alicerces imunológicos que agem ativamente, efetuando amostras do que entra em seu corpo.³

Muito bem, está na hora de voltar para o nosso campo de batalha! Vamos criar um suspense por um momento. O sistema imunológico adaptativo desperta. Muito lentamente, como um adolescente que foi acordado pela mãe antes do nascer do sol, se estica e geme enquanto desliza devagar para fora da cama e reúne forças.

De volta ao local da infecção, sua presença é desesperadamente necessária.

3 Antes que as tonsilas fossem mais bem compreendidas, era um procedimento padrão e bastante comum removê-las se estivessem infectadas, ou às vezes até por precaução. Hoje em dia, a retirada das tonsilas é considerada com muito mais cuidado, uma vez que elas servem a um propósito. É incrível pensar na facilidade com que os seres humanos retiravam partes vivas do corpo só porque pareciam ser irritantes e não tão úteis.