

New York Cancer Hospital (aujourd'hui le Memorial Sloan Kettering Cancer Center), essaya d'utiliser des bactéries inactivées par la chaleur. Ayant remarqué que certains patients qui avaient développé une infection après un traitement chirurgical de leur cancer semblaient vivre plus longtemps que ceux qui n'étaient pas tombés malades, Coley a émis l'hypothèse que les défenses intrinsèques mobilisées contre l'agent responsable de l'infection étaient susceptibles de perturber la tumeur.

Depuis, les biologistes ont beaucoup appris sur les cellules qui composent ce système de protection ainsi que sur les médiateurs chimiques et les interrupteurs moléculaires qui le modulent. Ils ont notamment compris comment le système immunitaire se mobilise rapidement pour détecter des agents infectieux potentiellement dangereux tels que des bactéries ou des virus. Par ailleurs, ils ont identifié les mécanismes de régulation qui, en temps normal, indiquent au système immunitaire de limiter sa réaction de manière à ne pas trop endommager le tissu sain au passage. Dans l'ensemble, ils ont acquis des connaissances détaillées sur la façon dont le système réagit au cancer et dont ce dernier le perturbe.

Plusieurs lignes de défense

La première ligne de défense contre les agents pathogènes est une réponse non spécifique contre les bactéries et les virus, coordonnée par des globules blancs nommés neutrophiles et monocytes. Ces cellules, dites de l'immunité innée, reconnaissent, à l'échelle moléculaire, certains motifs anatomiques communs à toutes les bactéries et tous les virus, tels que des éléments de leur paroi extérieure ou des particularités structurales des molécules d'ADN ou d'ARN qui les distinguent des autres organismes. Bien que ces globules blancs ne ciblent pas une espèce ou une protéine particulières, ils parviennent à détruire nombre d'envahisseurs microbiens. Ce faisant, ils produisent des fragments moléculaires, nommés antigènes, que les autres protagonistes du système immunitaire perçoivent comme étrangers.

Ces antigènes activent les cellules responsables de la deuxième ligne de défense – le système immunitaire dit adaptatif. La réponse déclenchée, bien plus ciblée que

la première, crée, si elle l'emporte, une mémoire de l'envahisseur microbien qui facilitera l'élimination de ce dernier lors d'une nouvelle attaque. Deux différents types de globules blancs – les lymphocytes T et B – sont au cœur de cette réponse adaptative.

Plusieurs sortes de lymphocytes T existent, mais ils proviennent tous des mêmes précurseurs issus du thymus, un petit organe situé juste au-dessus du cœur, au centre de la poitrine. Les cellules B, quant à elles, sont dérivées de la moelle osseuse et produisent des anticorps à leur surface. De même que certaines protéines à la surface des cellules T, les anticorps sont des molécules qui s'arriment à des antigènes spécifiques, permettant ainsi au système immunitaire de cibler et détruire les bactéries et les cellules infectées qui présentent ces antigènes à leur surface. Lorsque le système immunitaire fonctionne de façon optimale, ses branches innée et acquise coopèrent pour identifier les agents pathogènes dangereux et les éliminer. De plus, une catégorie de cellules T garde une mémoire moléculaire à long terme de la menace initiale et neutralise ainsi plus rapidement une récurrence.

Les cancers ne sont bien sûr pas des infections. Ils apparaissent lorsque des cellules de l'organisme subissent des changements génétiques ou autres. Néanmoins, le système immunitaire devrait être capable de reconnaître les cellules cancéreuses, car elles présentent des fragments moléculaires anormaux, que les lymphocytes T et B devraient donc percevoir comme étrangers. Pourtant, souvent, pour diverses raisons, le système immunitaire ne parvient pas à combattre les tumeurs. Au fil des ans, les efforts de la médecine pour stimuler sa réponse ont fourni des résultats mitigés. Les approches récentes, plus prometteuses, explorent une piste différente. On s'est aperçu en effet que, parfois, les tumeurs cancéreuses piratent les interrupteurs du système immunitaire – les mécanismes qui régulent son activité – et, ce faisant, freinent les réponses immunitaires antitumorales. Les nouvelles approches tentent de lever ces freins.

Le traitement expérimental qui a sauvé la vie de Shirley s'inscrit dans ce nouveau modèle. Il est dérivé d'une étude sur une protéine nommée CTLA-4 présente dans de nombreux types de lymphocytes T, mais activée seulement après que certaines cellules T ont reconnu leur cible et reçu un

L'ESSENTIEL

- Tandis que les thérapies classiques contre le cancer attaquent directement les tumeurs, l'immunothérapie recrute les propres défenses de l'organisme.
- À ce jour, la plupart des stratégies consistent à doper une réponse immunitaire existante, mais trop faible.
- Une nouvelle approche vise à relâcher les freins qui, normalement, empêchent le système immunitaire de s'emballer.
- Des essais cliniques ont fourni des résultats positifs durables dans des cas de mélanome métastatique et de cancer du rein ou du poumon à des stades avancés.

DEUX APPROCHES POUR DOPER LE SYSTÈME IMMUNITAIRE

L'étude des mécanismes par lesquels le système immunitaire lutte contre le cancer – et parfois échoue (*la voie en gris ci-dessous*) a incité les chercheurs à développer deux nouvelles approches (*représentées en bleu ci-dessous*) pour doper les défenses de l'hôte contre une tumeur.

POURQUOI LA NATURE A BESOIN D'AIDE

En théorie, le système immunitaire devrait détruire les tumeurs lorsqu'il les reconnaît **1**, mais en pratique, il arrive que des freins moléculaires et des points de contrôle entravent sa capacité à les attaquer **2**, parfois sous l'action des cellules tumorales elles-mêmes **3**.

APPROCHE 2 : EMPÊCHER LE SUICIDE CELLULAIRE

En bloquant la protéine PD-1 à la surface des lymphocytes T, on empêche les cellules tumorales de déclencher leur autodestruction.

3 Normalement, un lymphocyte T activé se concentre sur une cellule cancéreuse et la détruit. Mais si la tumeur produit une protéine qui se lie à la molécule PD-1, à sa surface, il s'autodétruit.

1 Une cellule immunitaire dite dendritique digère les molécules qu'elle détecte à la surface de la tumeur.

2 La cellule dendritique présente les fragments de tumeur à un lymphocyte T immature. Le lymphocyte T ne se multiplie et ne mature que si une protéine à sa surface – un accélérateur ou costimulateur – optimise le signal en s'activant simultanément. Au bout d'un moment, cependant, un frein moléculaire, CTLA-4, est activé et la prolifération des lymphocytes T s'arrête.

APPROCHE 1 : DÉSACTIVER LES FREINS

En bloquant la molécule CTLA-4, on permet aux lymphocytes T immatures de proliférer. Une fois activés, les lymphocytes T s'associent à n'importe quelle cellule portant le fragment tumoral qu'ils ont mémorisé.

