

Chương 24. Phòng vệ của vi khuẩn chống lại sự thực bào

Mục lục

Chương 24. Phòng vệ của vi khuẩn chống lại sự thực bào.....	1
24.1. Giới thiệu.....	2
24.2. Khả năng lẫn tránh hoặc vượt qua sự thực bào của vi khuẩn gây bệnh.....	2
24.2.1. Tránh tiếp xúc với thực bào.....	3
24.2.2. Ước chế sự nhấn chìm của thực bào.....	3
24.2.3. Sống sót bên trong của tế bào.....	4
24.2.4. Ước chế sự dung hợp của thực bào tiêu thể của thể thực bào	6
24.2.5. Sống sót bên trong phức hợp thực bào-tiêu thể hay là thể thực bào sinh tan (phagolysosome).....	6
24.5. Trốn thoát khỏi thể thực bào	8
24.5. Các sản phẩm của vi khuẩn tiêu diệt hoặc làm thiệt hại thực bào	8
24.5.1. Tiêu diệt thực bào trước khi bị nuốt vào	8
24.5.2. Tiêu diệt thực bào sau khi bị nuốt vào	9
24.6. Chiến lược kháng lại thực bào được vi khuẩn sử dụng.....	9

24.1. Giới thiệu

Một số vi khuẩn gây bệnh vốn dĩ đã có khả năng kháng lại các thành phần diệt khuẩn từ mô chủ. Khả năng kháng đó thường là chức năng của một số thuộc tính về cấu trúc của vi khuẩn. Ví dụ capsule của *Bacillus anthracis* có cấu trúc poly-D-glutamate giúp bảo vệ vi khuẩn này chống lại sự tấn công của chất phòng thủ là cationic protein trong huyết thanh hoặc trong thực bào. Màng ngoài vi khuẩn Gram âm là lớp bảo vệ có tính thẩm chọn lọc đối với lysozyme và không dễ dàng cho qua các chất gây tổn hại tế bào. Cơ chế này đảm bảo được là nhờ các thành phần kỵ nước ở cấu trúc màng tế bào vi khuẩn. Mycobacteria gây bệnh có thành tế bào giống sáp, có khả năng kháng được sự tấn công hoặc tiêu hóa của hầu hết các yếu tố diệt khuẩn ở mô. Lipopolysaccharide (LPS) của vi khuẩn gây bệnh Gram âm có thể bảo vệ tế bào thoát khỏi sự ly giải qua trung gian bổ thể hoặc tác động của tiêu thể (lysozyme).

Tuy nhiên hầu hết sự thành công của các vi khuẩn gây bệnh là nhờ chúng sở hữu đặc tính về cấu trúc hoặc sinh hóa cho phép chúng kháng được khả năng phòng thủ của động vật chủ, ví dụ các phản ứng miễn dịch hay hoạt động của thực bào. Nếu một vi khuẩn gây bệnh chọc thủng tuyến phòng thủ ở bề mặt của động vật chủ thì sau đó nó phải vượt qua được phản ứng thực bào để xâm nhiễm thành công vào động vật chủ đó.

24.2. Khả năng lẩn tránh hoặc vượt qua sự thực bào của vi khuẩn gây bệnh

Khi vi sinh vật xâm chiếm các mô thì trước hết chúng phải lộ ra trước mặt thực bào. Vi khuẩn thường hấp dẫn thực bào và dễ dàng bị chúng nuốt vào và tiêu diệt. Chính vì điều này mà sự tấn công của các đối tượng gây bệnh thường không thành công. Ngược lại, hầu hết các vi khuẩn gây bệnh thành công trong việc làm nhiễu hoạt động của thực bào hoặc trong một số trường hợp chúng tránh được sự chú ý của thực bào.

Vi khuẩn gây bệnh có nhiều mưu chước và chiến lược đa dạng để tránh được sự nhấn chìm và tiêu diệt của thực bào. Hầu hết mục tiêu của vi khuẩn gây bệnh là ngăn chặn sự thực bào trong chiến lược một bước hoặc nhiều bước, dẫn đến làm ngừng quá trình thực bào.

24.2.1. Tránh tiếp xúc với thực bào

Vi khuẩn gây bệnh có thể tránh sự chú ý của thực bào bằng nhiều cách. Cụ thể như sau:

(1). Vi khuẩn gây bệnh có thể lẩn tránh hoặc giới hạn trong các vùng mà thực bào không tiếp cận được. Một số các mô bên trong, ví dụ bàng quang và các mô bề mặt, ví dụ da bị đứt, trầy xước, không bị thực bào tuần tra.

(2). Một số vi sinh vật gây bệnh có khả năng tránh sự khiêu khích gây ra phản ứng viêm nhiễm. Khi không có sự viêm nhiễm, động vật chủ không thể tập trung phòng vệ qua thực bào.

(3). Một số vi khuẩn hoặc sản phẩm của chúng ức chế sự hóa ứng động của thực bào. Ví dụ, streptolysin của *Streptococcus* tiêu diệt thực bào, ngăn chặn hóa ứng động của bạch cầu trung tính ngay cả ở nồng độ rất thấp. Các mảnh của *Mycobacterium tuberculosis* được biết ức chế sự di tản của bạch cầu. Độc tố của *Clostridium* cũng ức chế hóa ứng động của bạch cầu trung tính.

(4). Một số đối tượng gây bệnh có thể che phủ bề mặt tế bào của mình bằng thành phần được xem như là tự cứu nó thoát khỏi thực bào trong cơ thể vật chủ hay hệ miễn dịch. Chiến lược như vậy là nhằm ẩn giấu bề mặt kháng nguyên của tế bào vi khuẩn. Từ đó thực bào không thể nhận biết được vi khuẩn tiếp xúc và khả năng opsonin hóa bằng những kháng thể để tăng cường sự thực bào bị giảm thiểu thấp nhất. Ví dụ, *Staphylococcus aureus* gây bệnh sản sinh ra enzyme coagulase bao tế bào và tạo ra yếu tố kết cụm làm đông tụ fibrin trên bề mặt tế bào vi khuẩn. Vi khuẩn gây bệnh giang mai *Treponema pallidum* tạo cầu nối với fibronectin trên bề mặt của chúng. Nhóm A streptococcus có khả năng tổng hợp capsule có thành phần là hyaluronic acid. Hyaluronic acid là chất kết dính (giống như xi măng của mô) trong mô liên kết. Một số đối tượng gây bệnh có hoặc có thể gắn các chức sialic acid lên bề mặt của chúng nhằm ngăn chặn sự opsonin hóa bằng các thành phần bổ thể và ngăn cản sự nhận biết của thực bào.

24.2.2. Ức chế sự nhấn chìm của thực bào

Một số vi khuẩn tiến hành các chiến lược nhằm tránh được sự nhấn chìm (tiêu

hóa) nếu thực bào tiếp xúc với chúng. Nhiều vi khuẩn gây bệnh quan trọng mang các chất bề mặt có khả năng ức chế sự hấp thu hay nhấn chìm của thực bào. Rõ ràng bề mặt tế bào là yếu tố quan trọng. Khả năng kháng lại sự tiêu hóa của thực bào thường là nhờ vào thành phần bề mặt tế bào bao gồm thành tế bào hoặc thể tua hay capsule. Các ví dụ điển hình về các chất trên bề mặt tế bào vi khuẩn có khả năng kháng lại sự thực bào gồm:

- (1). Capsule dạng polysaccharide của *S. pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Treponema pallidum* và *Klebsiella pneumoniae*;
- (2). Protein M và sợi tơ thể tua vi khuẩn Nhóm A streptococcus;
- (3). Bề mặt nhờn có cấu tạo polysaccharide được *Pseudomonas aeruginosa* tạo ra như là một biofilm (kén sinh học);
- (4). Polysaccharide O liên quan với LPS ở *E. coli*;
- (5). Kháng nguyên K (các polysaccharide có tính acid) của *E. coli* hoặc tương tự như kháng nguyên Vi của *Salmonella typhi*;
- (6). Chất bao tế bào hoặc Protein A hòa tan do *Staphylococcus aureus* tạo ra. Protein A dính lên vùng Fc của IgG và ngăn chặn (bằng cách nối lên tế bào) tại vùng ưa tế bào của Ab. Theo đó, khả năng IgG hoạt động như là yếu tố opsonin hóa bị ức chế và sự tiêu hóa qua trung gian opsonin của vi khuẩn bị ngăn chặn.

24.2.3. Sống sót bên trong của tế bào

Một số vi khuẩn tồn tại trong thực bào, hoặc trong bạch cầu trung tính hoặc trong đại thực bào. Vi khuẩn có thể kháng lại sự tiêu diệt để sống sót hoặc nhân lên bên trong thực bào hoặc trong tế bào khác. Khi đó chúng được xem như là ký sinh nội bào. Môi trường nội thực bào có thể bảo vệ chúng, sự bảo vệ vi khuẩn diễn ra trong suốt giai đoạn sớm của sự xâm nhiễm hoặc cho đến khi vi khuẩn phát triển đầy đủ các yếu tố gây bệnh. Môi trường nội thực bào cũng đảm bảo cho vi khuẩn chống lại sự tác động của các chất diệt khuẩn ngoại bào, kháng nguyên, thuốc, Một số vi khuẩn là những đối tượng ký sinh trong nội bào là do chúng có khả năng xâm chiếm các tế bào eukaryote. Chi tiết được liệt kê ở Bảng 24.1.

Một số ký sinh nội bào có cơ chế mã hóa di truyền đặc biệt để khi xâm nhập

vào tế bào chủ, chúng sẽ không bị sự thực bào. Các vi khuẩn gây bệnh như *Yersinia*, *Listeria*, *E. coli*, *Salmonella*, *Shigella* và *Legionella* sở hữu một cơ chế phức tạp để xâm lấn vào tế bào và sống sót bên trong nội bào. Các hệ thống này liên quan đến nhiều kiểu yếu tố gây độc nhưng không phải là độc tố. Đôi khi các yếu tố này còn gọi là chất xâm lấn của vi khuẩn. Các vi khuẩn khác như *Bordetella pertussis* và *Streptococcus pyogenes* được phát hiện cư trú trong các tế bào biểu mô.

Bảng 24.1. Vi khuẩn gây bệnh ký sinh nội bào.

Tên vi khuẩn	Gây bệnh
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Bệnh phổi
<i>Mycobacterium leprae</i>	Bệnh phong
<i>Listeria monocytogenes</i>	Bệnh do listeria
<i>Salmonella typhi</i>	Sốt thương hàn
<i>Shigella dysenteriae</i>	Bệnh lỵ do trực khuẩn
<i>Yersinia pestis</i>	Dịch hạch
<i>Brucella species</i>	Bệnh do brucella gây ra
<i>Legionella pneumophila</i>	Viêm phổi
<i>Rickettsiae</i>	Sốt do rickettsia; Sốt phát ban miền núi
<i>Chlamydia</i>	Bệnh do nấm Chlamydia; bệnh đau mắt hột

Legionella pneumophila xâm nhập vào các thực bào đơn nhân bằng cách đặt vào bề mặt C3b trên bề mặt của chúng và sử dụng protein của động vật chủ làm phôi tử cho sự kết nối giữa đại thực bào với bề mặt tế bào. Sau khi bị tiêu hóa, vi khuẩn này vẫn còn lưu giữ ở các không bào, chúng không bị dung hợp với các tiêu thể (lysosome). Rõ ràng điều này là nhờ tác động của các chất hòa tan do vi khuẩn sinh ra.

Salmonella sở hữu operon xâm lấn để tạo ra chất xâm nhiễm inv A - H. Operon này mã hóa cho các yếu tố điều hòa sự xâm nhập của vi khuẩn vào tế bào chủ. Sự đột biến trong operon này tạo ra các vi khuẩn có thể dính lên tế bào mục tiêu mà không cần sự tiếp nhận. Có một hoặc nhiều protein *inv* kích thích sự truyền tín hiệu trong tế bào chủ dẫn đến sự nhấn chìm salmonella. Gen mã hóa cho chất xâm lấn tương tự ở

Yersinia mã hóa cho protein có cả hai chức năng đó là thúc đẩy sự dính vào và làm hoạt hóa quá trình nhúng chìm phụ thuộc cytochalasin.

Ký sinh nội bào sống sót bên trong các thực bào là nhờ vào đặc điểm của cơ chế can thiệp vào hoạt tính diệt khuẩn của tế bào chủ. Một số cơ chế này của tế bào bao gồm: (1). Ức chế sự dung hợp của thực bào tiêu thể của thể thực bào và (2). Sống sót bên trong phức hợp thực bào - tiêu thể hay là thể thực bào sinh tan (phagolysosome).

24.2.4. Ức chế sự dung hợp của thực bào tiêu thể của thể thực bào

Vi khuẩn sống sót bên trong thể thực bào là vì chúng có khả năng ngăn chặn sự phóng thích các chất từ tiêu thể vào môi trường của thể thực bào. Đặc biệt là sự hình thành phức hợp thực bào tiêu thể hay còn gọi là thể thực bào sinh tan (phagolysosome) bị ức chế trong thực bào. Đây là chiến lược được các vi khuẩn *Salmonella*, *M. tuberculosis*, *Legionella* và *Chlamydia* tiến hành. Đối với *M. tuberculosis*, thành phần thành tế bào là sulfatide được phóng thích từ thể thực bào sẽ làm biến đổi màng tiêu thể nhằm ức chế sự dung hợp. Còn ở *Chlamydia*, xuất hiện một số yếu tố của thành tế bào làm biến đổi màng thực bào. Ở *L. pneumophila* giống như *chlamydia*, một số đặc điểm về cấu trúc của bề mặt tế bào vi khuẩn sẵn sàng hiện diện tại thời điểm tế bào vi khuẩn bị tiêu hóa để biến đổi màng thể thực bào nhờ đó ngăn chặn vi khuẩn bị các hạt tiêu thể trộn lẫn. Ở *Legionella*, có gen làm ức chế sự dung hợp của thể thực bào tiêu thể (phagosome lysosome fusion). *Salmonella typhimurium*, sau khi bị nhúng chìm, pH sẽ gia tăng trong thể thực bào làm cảm ứng gen của vi khuẩn sản sinh ra các sản phẩm thiết yếu để chúng tồn tại trong các đại thực bào.

24.2.5. Sống sót bên trong phức hợp thực bào-tiêu thể hay là thể thực bào sinh tan

Đối với một số ký sinh nội bào, xuất hiện sự dung hợp thể thực bào - tiêu thể (phagosome-lysosome fusion), nhưng vi khuẩn có khả năng kháng lại sự ức chế và tiêu diệt do các thành phần của tiêu thể gây ra. Một số vi khuẩn ngoại bào cũng có thể kháng lại sự tiêu diệt bên trong thực bào bằng cách sử dụng cơ chế kháng tương tự.

Cho đến nay rất ít thông tin hiểu biết về bằng cách nào mà vi khuẩn có thể kháng lại sự tiêu diệt bên trong không bào thực bào (phagocytic vacuole). Tuy nhiên khả năng kháng này có thể là nhờ thành phần bề mặt của vi khuẩn hoặc nhờ vào chất ngoại bào mà vi khuẩn sinh ra làm nhiễu cơ chế tiêu diệt vi khuẩn của thực bào. Một số phương cách mà vi khuẩn gây bệnh nội và ngoại bào kháng lại sự tiêu diệt của thực bào như sau:

(1). Mycobacteria gồm *M. tuberculosis* và *M. leprae*, tăng trưởng bên trong không bào thực bào (phagocytic vacuole) thậm chí ngay sau khi có sự dung hợp tang cường với các tiêu thể (extensive fusion with lysosomes). Mycobacteria có thành tế bào dạng sáp kỵ nước chứa mycolic acid và lipid khác, nên enzyme của tiêu thể không dễ dàng tấn công chúng.

(2). Thành phần thành tế bào (có thể là LPS) vi khuẩn *Brucella abortus* có lẽ cản trở được cơ chế diệt khuẩn bên trong nội bào thực bào.

(3). *B. abortus* và *S. aureus* là những vi khuẩn sản sinh ra enzyme catalase và superoxide dismutase có hoạt tính rất mạnh mẽ. Các enzyme này có thể trung hòa gốc oxygen gây độc được enzym NADPH oxidase và hệ thống Myeloperoxidase (MPO) ở thực bào tạo ra. *S. aureus* cũng sản sinh ra sắc tố bao tế bào như carotenoid có tính năng dập tắt oxygen mức đơn (singlet oxygen) được tạo ra trong cơ quan không bào thực bào (phagocytic vacuole).

(4). Màng ngoài và thành phần capsule ở vi khuẩn Gram âm như *Salmonella*, *Yersinia*, *Brucella* và *E. coli* có thể bảo vệ lớp peptidoglycan tránh khỏi hoạt tính ly giải của lysozyme.

(5). Một số vi khuẩn gây bệnh như *Salmonella* và *E. coli* sản sinh các hợp chất ngoại bào liên kết với sắt gọi là thể mang sắt (siderophore), có thể ly trích Fe^{3+} ra khỏi lactoferrin hoặc transferrin và cung cấp sắt cho sự tăng trưởng của các tế bào.

(6). *Bacillus anthracis* kháng lại sự tiêu diệt và tiêu hóa bằng các công cụ của chính capsule có cấu tạo từ poly-D-glutamate của vi khuẩn. Hình dạng không còn tự nhiên của polypeptide này chính là sự nỗ lực kháng lại sự tấn công của cationic protein hoặc enzyme protease và ngăn chặn sự kết bám của bề mặt trên bề mặt vi

khuẩn.

24.5. Trốn thoát khỏi thể thực bào

Sớm trốn thoát khỏi thể thực bào thực sự là cần thiết cho sự tăng trưởng và gây độc của một số vi khuẩn gây bệnh nội bào.

(1). Đây là một chiến lược thông minh được *Rickettsiae* tiến hành. *Rickettsia* xâm nhập vào tế bào chủ và chúng ở trong thể không bào có màng bao quanh gọi là thể thực bào (phagosome) nhưng một thời gian ngắn sau đó, có lẽ trong khoảng 30 giây, chúng lại được tự do ở tế bào chất. Người ta cho rằng enzyme phospholipase A có thể đã làm tan rã màng thể thực bào.

(2). *L. monocytogenes* dựa vào một số phân tử giúp ly giải sớm thể thực bào để đảm bảo phóng thích chúng vào tế bào chất. Các phân tử này bao gồm yếu tố gây tan huyết hemolysin (listeriolysin O) tạo lỗ trên màng và hai dạng enzyme phospholipase C. Một khi vào tế bào chất, *Listeria* cảm ứng quá trình polymer hóa actin của tế bào chủ để hình thành các vi sợi để sau đó hợp thành đuôi trông giống như sao chổi để nó di chuyển.

(3). *Shigella* cũng ly giải cơ quan không bào ở thể thực bào (phagosomal vacuole) và cảm ứng polymer hóa actin làm khung tế bào nhằm mục đích cho di chuyển nội bào và làm lây lan từ tế bào này sang tế bào khác.

24.5. Các sản phẩm của vi khuẩn tiêu diệt hoặc làm thiệt hại thực bào

Một chiến lược rõ ràng trong việc phòng thủ chống lại sự thực bào của vi khuẩn là chúng trực tiếp tấn công vào thực bào. Bất kỳ chất nào do vi khuẩn gây bệnh tạo ra gây hại cho thực bào đều được xem như là chất gây hấn (aggressin). Hầu hết các chất này thường là enzyme ngoại bào hoặc là độc tố dùng để tiêu diệt thực bào. Thực bào có thể bị vi khuẩn gây bệnh tiêu diệt trước hoặc sau khi bị nuốt vào.

24.5.1. Tiêu diệt thực bào trước khi bị nuốt vào

Nhiều vi khuẩn gây bệnh Gram dương, cụ thể là cầu khuẩn sinh mủ, tiết ra chất ngoại bào có thể tiêu diệt thực bào. Chất này hoạt động theo cách như enzyme hoạt động hoặc tạo lỗ để ly giải màng thực bào. Một số yếu tố do vi khuẩn tiết ra được mô tả như là yếu tố gây tan huyết hemolysin hoặc leukocidin do hoạt động gây chết của

chúng chống lại các tế bào hồng cầu hoặc bạch cầu.

(1). Streptococcus gây bệnh sinh streptolysin. Streptolysin O tạo cầu nối với cholesterol ở màng. Chất này tác động trên bạch cầu trung tính (neutrophil) làm cho các hạt lysosome bị tan ra, dẫn đến phóng thích các thành phần gây chết của tiêu thể vào tế bào chất.

(2). Staphylococcus tạo ra leukocidin, chất này cũng tác động lên màng bạch cầu trung tính và làm tan các hạt tiêu thể.

(3). Protein ngoại bào ức chế sự thực bào gồm ngoại độc tố A của *Pseudomonas aeruginosa* tiêu diệt đại thực bào và ngoại độc tố của vi khuẩn là enzyme adenylate cyclase (ví dụ độc tố EF gây bệnh than và độc tố AC gây bệnh ho gà) làm giảm hoạt động của thực bào bằng cách làm mất đi sự cân bằng của tế bào và lấy đi ATP, năng lượng cần thiết cho hoạt động nhúng chìm của thực bào.

24.5.2. Tiêu diệt thực bào sau khi bị nuốt vào

Một số vi khuẩn áp dụng cơ chế gây độc của chúng đối với thực bào sau khi bị nuốt vào. Các vi khuẩn này có thể tăng trưởng trong thể thực bào và phóng thích ra chất xuyên màng thể thực bào và gây tan vỡ các hạt tiêu thể. Hoặc vi khuẩn có thể tăng trưởng trong thể thực bào sinh tan (phagolysosome) và phóng thích ra chất gây độc xuyên qua màng thể thực bào sinh tan này để đi đến các vị trí mục tiêu khác trong tế bào. Nhiều vi khuẩn như *Mycobacterium*, *Brucella*, *Listeria* là những thể ký sinh bên trong các đại thực bào, chúng thường phá hủy các đại thực bào đến cùng, tuy nhiên cơ chế phá hủy đến cùng này vẫn chưa được hoàn toàn hiểu rõ.

24.6. Chiến lược kháng lại thực bào được vi khuẩn sử dụng

Những vấn đề thảo luận ở trên là các chiến lược chung nhất được vi khuẩn sử dụng để chống lại thực bào. Mặc dù chỉ có một số ít ví dụ rõ ràng, nhưng một số chiến lược hoặc cơ chế kháng thực bào khác có lẽ vẫn tồn tại. Ví dụ, vi khuẩn gây bệnh có thể có cơ chế ức chế sự sản xuất thực bào.

Tóm tắt cơ chế vi khuẩn can thiệp vào hoạt động của thực bào được trình bày tại Bảng 24.2.

Bảng 24.2. Cơ chế vi khuẩn can thiệp và hoạt động của thực bào.

Vi khuẩn	Kiểu can dự	Cơ chế
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Tiêu diệt thực bào	Chất streptolysin của vi khuẩn sẽ cảm ứng làm phóng thích các chất trong tiêu thể vào tế bào chất.
	Ức chế hóa ứng động của bạch cầu trung tính	Streptolysin đồng thời là chất kỵ hóa chất
	Kháng lại sự nhấn chìm (trừ khi có sự hiện diện của Ab)	Sử dụng protein M ở thể tua
	Tránh được sự phát hiện của thực bào	Nhờ capsule có cấu tạo là hyaluronic acid, chất tương tự như chất trong mô liên kết của người
<i>Staphylococcus aureus</i>	Tiêu diệt thực bào	Leukocidin ly giải thực bào và cảm ứng làm tuôn chảy các chất từ tiêu thể vào tế bào chất
	Ức chế sự thực bào opsonin hóa	Protein A ngăn chặn đoạn Fc của Ab; capsule dạng polysaccharide ở một số chủng
	Kháng lại sự tiêu diệt	Carotenoid, catalase, enzyme superoxide dismutase giải độc tố các gốc tự do oxygen gây độc được tạo ra trong thực bào
	Ức chế sự nhấn chìm	Enzyme coagulase bao tế bào giấu các cấu tử tiếp xúc với thực bào
<i>Bacillus anthracis</i>	Tiêu diệt thực bào hoặc làm suy yếu hoạt tính thực bào	Độc tố gây bệnh than EF

	Kháng lại sự nhấn chìm và tiêu diệt	Capsule có cấu tạo poly-D-glutamate
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Kháng lại sự nhấn chìm (trừ khi có sự hiện diện của Ab)	Capsule có cấu tạo là polysaccharide
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Kháng lại sự nhấn chìm	Capsule có cấu tạo là polysaccharide
<i>Haemophilus influenzae</i>	Kháng lại sự nhấn chìm	Capsule có cấu tạo là polysaccharide
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Tiêu diệt thực bào	Ngoại độc tố A tiêu diệt các đại thực bào; leukocidin bao tế bào
	Kháng lại sự nhấn chìm	Chất nhòn alginate và các biofilm polymer
<i>Salmonella typhi</i>	Kháng lại sự nhấn chìm và tiêu diệt	Kháng nguyên Vi (K)
<i>Salmonella typhimurium</i>	Sống sót bên trong các thực bào	Vi khuẩn phát triển khả năng kháng pH thấp, các hình thức phản ứng của oxygen và chất đề kháng ở động vật chủ (các protein cation)
<i>Listeria monocytogenes</i>	Trốn thoát khỏi thể thực bào	Listeriolysin, phospholipase C ly giải màng thực bào
<i>Clostridium perfringens</i>	Ức chế tính hóa ứng động của thực bào	Độc tố σ
<i>Yersinia pestis</i>	Ức chế sự nhúng chìm	Capsule
	Kháng lại sự nhấn chìm và/hoặc tiêu diệt	Protein của capsule trên bề mặt tế bào
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Tiêu diệt thực bào	Protein ngoài Yersinia (Yop proteins được tiêm trực tiếp vào bạch cầu trung tính
<i>Mycobacteria</i>	Kháng lại sự nhấn chìm	Thành phần thành tế bào ngăn chặn tính

Chương 24. Phòng vệ của vi khuẩn chống lại sự thực bào

	chìm và sự tiêu hóa	thấm của tế bào; các chất hòa tan khử độc tổ gốc tự do oxygen và ngăn chặn sự acid hóa thể thực bào sinh tan
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Ức chế sự dung hợp của tiêu thể	Sulfatide ở vi khuẩn mycobacteria sulfatide biến đổi tiêu thể
<i>Legionella pneumophila</i>	Ức chế sự dung hợp giữa thực bào và tiêu thể	Chưa biết
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Ức chế sự hình thành thể thực bào sinh tan; có thể làm giảm phản ứng đốt do oxi hóa (respiratory burst)	Liên quan đến protein ở màng ngoài (porin) P.I
<i>Rickettsia</i>	Trốn thoát khỏi túi thực bào	Enzyme phospholipase A
<i>Chlamydia</i>	Ức chế sự dung hợp của tiêu thể	Chất ở vi khuẩn làm biến đổi túi thực bào
<i>Brucella abortus</i>	Kháng lại sự tiêu diệt	Chất ở thành tế bào (có thể là LPS)
<i>Treponema pallidum</i>	Kháng lại sự nhấn chìm	Capsule có vật liệu là polysaccharide
<i>Escherichia coli</i>	Kháng lại sự nhấn chìm và khả năng tiêu diệt	Kháng nguyên O (các chủng có bờ nhẵn; Kháng nguyên K Kháng nguyên K