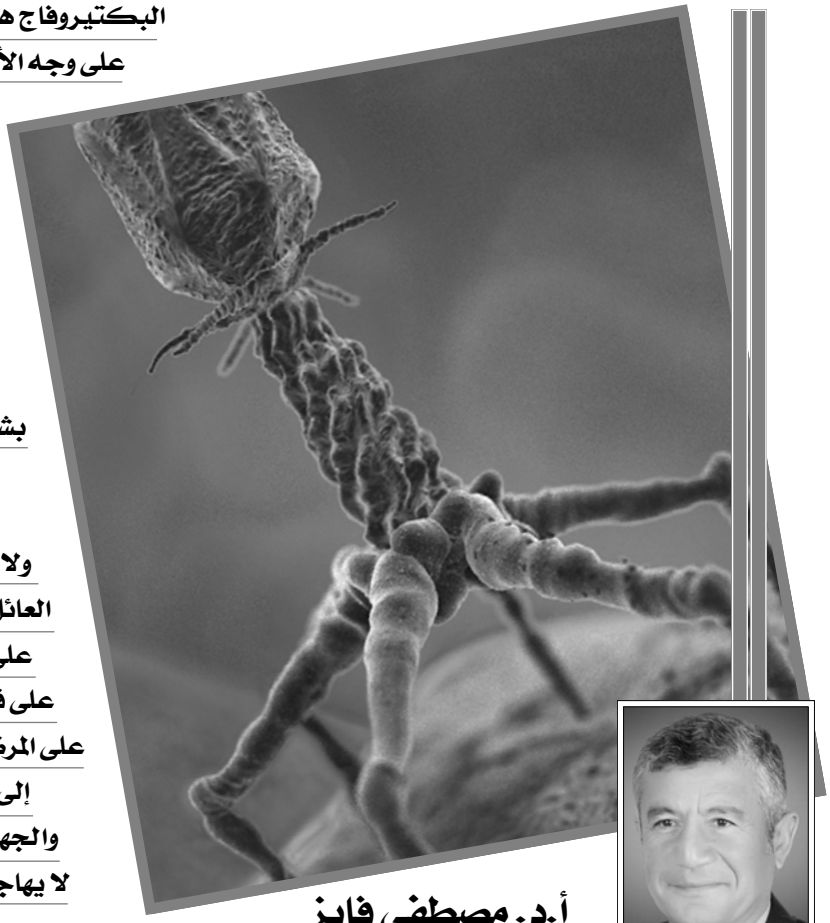
البكتيروفاج
ثورة في مجال علاج الأمراض

البكتيروفاج هو أكثر المخلوقات عدداً على وجه الأرض. يعنى أن هناك من البكتيروفاج أنواعًا كثيرة، وهذه الأنواع أيضًا كما هى متفردة فهى متخصصة. والبكتيروفاج هو نوع من الفيروسات المفيدة لا تستطيع التكاثر بشكل مستقل؛ ولذا تعمل كطفيليات فقط، فهى تتغذى على البكتيريا ولا تنشط وهى خارج خلايا العائل، وليس لها آثار جانبية على الإنسان، ولديها القدرة على قتل البكتيريا والقضاء على المرض فى ٢٠ دقيقة، إضافة إلى أن ليس لها آثار جانبية والجهاز المناعى للكائن الحى لا يهاجمها، ما تعد ثورة علمية فى علاج الأمراض خلال السنوات المقبلة.



أ.د. مصطفى فايز
www.mostafafayez.com
www.farmcaring.com

البكتيروفاج نوع من الفيروسات المفيدة التى لا تتكاثر.. وتتغذى على البكتيريا وتقضى على المرض فى دقائق دون ترك آثار جانبية على الإنسان

البكتيروفاج يتكون من منطقتين: رأس وذيل، ويحوى شوكيات يلتصق بها على سطح الخلية البكتيرية عبر مستقبلات نوعية. البكتيروفاج يهاجم البكتيريا بشكل خاص؛ لذلك يمكن استعماله كدواء ضد بكتيريا مسببة للأمراض. كل بكتيروفاج يصيب بكتيريا من نوع معين؛ لذلك لن يضر بالبكتيريا «الصديقة» فى جسم الحيوان ولا بخلايا جسم الإنسان.

وهناك نموذجان للعلاج بالبكتيروفاج:

الأول: عبارة عن كوكتيل من البكتيروفاج يضمن مدًى واسعًا من التأثير ويضمن القضاء على أى مناعة تظهر على المدى القريب.

الثانى: يتم عن طريق اختبار مجموعة كبيرة وواسعة من الفيروسات المنفردة ضد بكتيريا معينة معزولة لتحديد البكتيروفاج الأكثر كفاءة للقضاء على هذه البكتيريا. يعنى لتحديد البكتيروفاج المخصص وبعد عزل واختيار البكتيروفاج، تكون الخطوة الثانية هى إكثار هذا البكتيروفاج.

تخدم هذه العملية فائدتين:

الفائدة الأولى: أن عملية الإكثار أو التكاثر تتسبب فيما يشبه «الانتخاب الطبيعى» مؤدية إلى تكاثر وانتشار البكتيروفاج ذى التأثير الأكثر قوة على البكتيريا.

الفائدة الثانية: أن هذه العملية تدفع نسل البكتيروفاج أن يكون أكثر قدرة على التكاثر والتطفل على البكتيريا، ما يسمح بتجهيز مخزون من الفيروسات لتطبيقها على المرضى. تتم بعد ذلك عملية التقنية بعد التكاثر، وذلك عن طريق

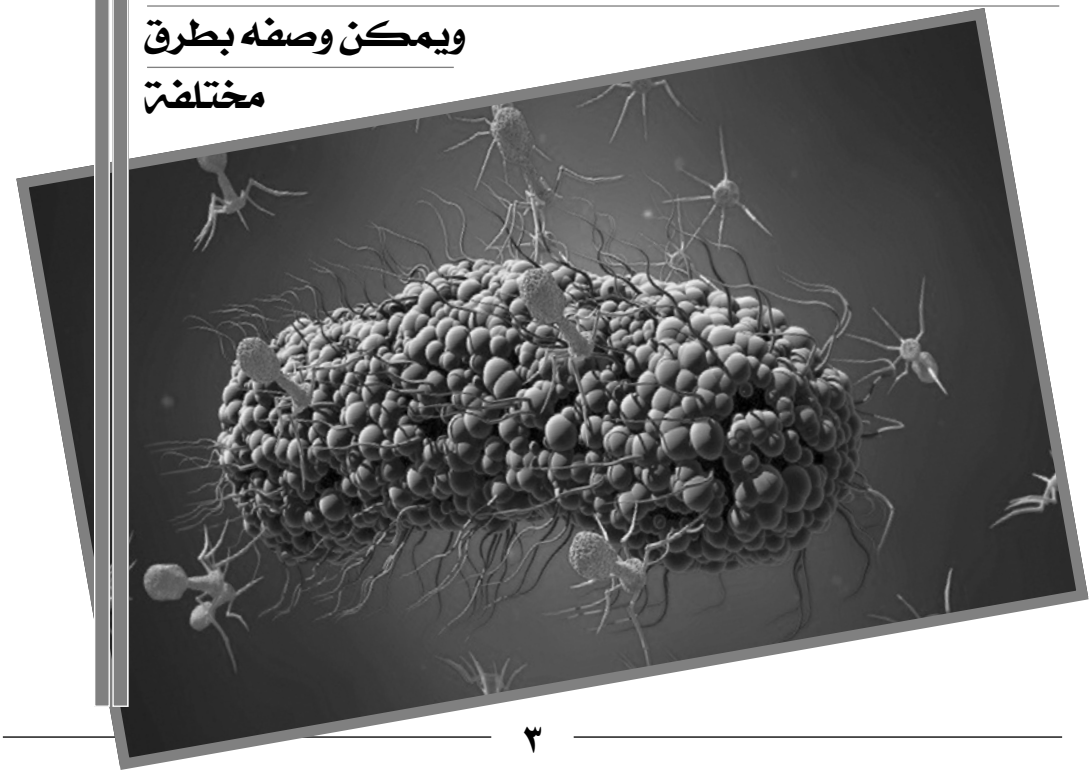
التخلص من البقايا البكتيرية والخلايا غير المتأثرة بواسطة الطرد المركزى العادى أو الفائق السرعة ثم التصفية، وقد يتم ترسيب البكتيروفاج أيضًا باستخدام البولى إثيلين جلايكول.

مراحل تكاثر البكتيروفاج:

يدخل البكتيروفاج إلى الدورة الدموية للحيوانات بعد إعطائه بالفم خلال ٢ إلى ٤ ساعات ومنها إلى الأعضاء الداخلية (الكبد والطحال والكلى... إلخ) فى خلال ١٠ ساعات وقد يبقى البكتيروفاج لفترات طويلة تصل إلى عدة أيام. عندما يصل البكتيروفاج إلى الخلية البكتيرية، فإنه يقوم بالتضاعف بداخلها مسببًا تحلل البكتيريا وذلك عن طريق سيناريوهين يختلفان باختلاف الفاج إما (Lyti) أو (Lysogenic). يلتصق البكتيروفاج بخلية عائل خاص به ويحدث التعرف عند الالتصاق بمستقبلات موجودة فى الجهة الخارجية من غشاء خلية العائل عن طريق مجسات خاصة موجودة فى المنطقة الخارجية من جسم البكتيروفاج. بعد التصاق البكتيروفاج بالمستقبل، يدخل مادته الوراثية للبكتيريا.

بعد دخول المادة الوراثية «تستعبد» آليات إنتاج البروتينات والحوامض النووية فى خلية العائل من أجل البكتيروفاج واحتياجاته حيث تقوم بإنتاج عدد كبير من الصندوق أو العلبة التى تحيط بالحوامض النووية. تنتظم العلب والمادة الوراثية للبكتيروفاجات الجديدة، ثم تخرج البكتيروفاجات

البكتيروفاج يدمر البكتيريا الممرضة.. وهو غير سام..صديق الفلورا.. ولا تتشكل ضده مناعة.. ويمكن وصفه بطرق مختلفة



الجديدة من خلية العائل وتصيب خلايا أخرى من نفس النوع. وهكذا دواليك....

فيروسات تهاجم البكتيريا:

ركزت البحوث فى الماضى القريب على تطبيق البكتيروفاج فى علاج الالتهابات المعوية وأمراض الجهاز التنفسى فى الماشية والدواجن والمنتجات الغذائية، وقد ثبت فى الدواجن أن البكتيروفاجات تمتلك إمكانات للوقاية وعلاج الالتهابات البكتيرية والالتهابات التنفسية والكولستريديا والستافيلوكوكس.

ما يميز هذه الفيروسات أيضًا هو منطقة التحامها مع البكتيريا؛ حيث تكون فى نفس الموضوع الذى تقوم فيه البكتيريا بضخ المضادات الحيوية إلى الخارج وهو ما يسبب تغيرات فى تركيب الغشاء الخارجى، ما يجعل آلية الضخ هذه لا تعمل بكفاءة، ويؤدى هنا إلى تراكم المضاد الحيوى داخل البكتيريا. يذكر أن إحدى أبرز آليات المقاومة التى تقوم بها البكتيريا هى فتح قنوات فى الغشاء الخارجى ثم تضخ المضاد الحيوى عبرها إلى الخارج ما يقلل كفاءتها تجاه البكتيريا.

فوائد استخدام البكتيروفاج:

- **تدمير البكتيريا الممرضة:** الخلايا البكتيرية المصاحبة للبكتيروفاج لا يمكن أن تستعيد

تمتلك البكتيروفاجات إمكانات الوقاية وعلاج الالتهابات البكتيرية والتنفسية والكلوستريديا فى الدواجن والماشية

صلاحيتها ومصيرها يكون الموت، وعلى النقيض فإن بعض المضادات الحيوية تعمل على إيقاف نمو الخلية وتضاعفها، ما قد يسمح للسلالة البكتيرية بتكوين مناعة.

- **غير سام:** لأن البكتيروفاج أساسًا من البروتين وأحماض أمينية، فهو فى الأصل غير سام. غير أن تفاعل الجهاز المناعى مع البكتيروفاج يكون ضارًا بدوره. ومع ذلك فإن بعض جرعات البكتيروفاج يتطلب تحضيرًا عالى النقاوة لمنع الحساسية المفرطة للمكونات البكتيرية والتى قد توجد فى النواتج التحليلية للبكتيروفاج الخام.

لوحظ أن مثل هذه المواد ترتبط بطبيعة التحلل الخلوى؛ أى أنها تكون مصاحبة للمضادات الحيوية التى تعمل على تكسير جدار الخلية أيضًا.

- **صديق وغير مؤذ للفلورا:** بسبب تحديدية البكتيروفاج فإنه يستهدف البكتيريا الضارة المحددة فقط ولا يؤثر فى الفلورا العادية إلا بشكل طفيف. وعلى العكس من ذلك، فإن المضادات الحيوية التى تملك مدًى واسعًا تؤثر فيها وتجعل المريض عرضة للعدوى الإضافية.

- تزداد أعداد البكتيروفاج زيادة كبيرة وذلك لأنه: أثناء قضاء البكتيروفاج على الخلايا البكتيرية، فإن أعدادها تتزايد تحديدًا فى المكان الذى توجد فيه هذه الخلايا، يسمى هذا (Auto Dosing)؛ لأن البكتيروفاج بنفسه يشارك فى زيادة جرعة أعداد البكتيروفاج فى الأماكن ذات الكثافة البكتيرية الأعلى.

- **لا مخاوف من بكتيريا خارقة:** يحد المدى الضيق الذى يعمل عليه البكتيروفاج من تطور مقاومة بكتيرية محددة لهذا البكتيروفاج.

- **لا تتشكل مناعة ضد البكتيروفاج:** لأن البكتيروفاج يعمل على قتل البكتيريا بطرق تختلف عن تلك التى تعمل بها المضادات الحيوية، فإن المناعة المتطورة ضد المضادات الحيوية لا تعنى بالضرورة مناعة ضد البكتيروفاج.

– فى الحقيقة يمكن استخدام البكتيروفاج فى علاج العدوى المقاومة للمضادات الحيوية مثل المكورات العنقودية والكولستريديوم والسالمونيلا...

– اكتشاف البكتيروفاج المناسب سهل وسريع؛ حيث يتم اكتشاف البكتيروفاج المتطفل على أنواع بكتيرية عديدة بسهولة، ونحصل على البكتيروفاج من المجارى ومن الصرف والمخلفات التى تحوى تركيزات بكتيرية عالية.

– إمكانية وصفه بطرق مختلفة: يمكن تشكيل البكتيروفاج العلاجى بحرية فى وسائل أو كريمات أو إضافات علفية... إلخ.

– يمكن إعطاء البكتيروفاج فى كوكتيلات: لضمان مدى واسع من الممكن خلطه بمضادات حيوية.

– يمكن استخدامه فى جرعة واحدة.

– يمكن تقليل تكاليف العلاج بتقليل الجرعة.

– ليس له تأثر بيئى يذكر؛ لأنه يتكون من بروتين وأحماض أمينية فقط، بالإضافة إلى مداه الضيق وإمكانية تثبيته بسرعة.

– يمكن باستخدام البكتيروفاج إعطاء مساحة وحرية أكبر فى استخدام المضادات الحيوية؛ حيث إنه يساعدها.

– يمكن للبكتيروفاج إزالة البيوفيلم: والبيوفيلم هو مادة بين خلوية بوليميرية تكونها الأحياء الدقيقة، ويمكن لهذه المادة أن تكون أكثر مناعة للمضادات الحيوية مما توجد عليه الخلايا منفردة. أظهر البكتيروفاج على النقيض قدرة على اختراق البيوفيلم.

– البكتيروفاج هو منتج طبيعى.

شروط مطلوبة فى البكتيروفاج العلاجى:

ليست كل أنواع البكتيروفاج تصلح للعلاج. يجب على البكتيروفاج أن يمتلك القدرة على الوصول إلى البكتيريا المستهدفة وقتلها مع انخفاض قدرته على التأثير السلبى على البيئة الموجود فيها. وما دامت البكتيروفاجات مستقرة وثابتة وصالحة من حيث الكفاءة والأمان ومدروسة جينيًا للتأكد من خلوها من جينات غير مرغوبة مثل السموم؛ فإن مثل هذا البكتيروفاج يصلح للعلاج.

نتائج استخدام البكتيروفاج فى الدواجن:

يمكن استخدام البكتيروفاج فى الدواجن؛ لأن له تأثيرًا قويًا ومميتًا على الكولستريديوم والسالمونيلا، وهى من أهم أمراض الدواجن وعلى الكولاى.

الخلاصة:

البكتيروفاج يعيش أينما وُجدت البكتيريا الضارة، وكل فصيلة من البكتيريا لها البكتيروفاج الخاص بها الذى يتغذى عليه، ثم يخرج مرة أخرى من الجسم بعد انتهاء غذائه من البكتيريا الضارة. وتستخدم تطبيقات البكتيروفاج حاليًا فى العديد من الدول المتقدمة فى مجال الأغذية للقضاء على البكتيريا فى الأغذية والطيور. كما فى أمريكا وإنجلترا والهند، بينما يستخدم كعلاج للإنسان فى بعض دول الاتحاد السوفيتى سابقًا حيث تتوفر منتجاته فى الصيدليات.

وكلمة بكتيروفاج جاءت من كلمة فاج يعنى يأكل؛ فهو الفيروس الذى يأكل البكتيريا أو يلتهمها، وهو يتركب من حامض نووى DNA يحيط به غلاف بروتينى يمتد ليكون ما يشبه الذيل.

وهذا الكائن العجيب البكتيروفاج أو فيروس البكتيريا يظل يتكاثر حتى تنفجر الخلية البكتيرية بعد دقائق من دخوله ويخرج منها حوالى ١٠٠ فيروس جديد مكتمل التكوين.

– تكرر هذه الفيروسات وظيفتها وتهاجم البكتيريا المرضة مرة أخرى، وهكذا حتى تقضى عليها؛ وبذلك يستطيع الإنسان أو الحيوان أو الطيور التخلص من هذه الأمراض البكتيرية الخطيرة.