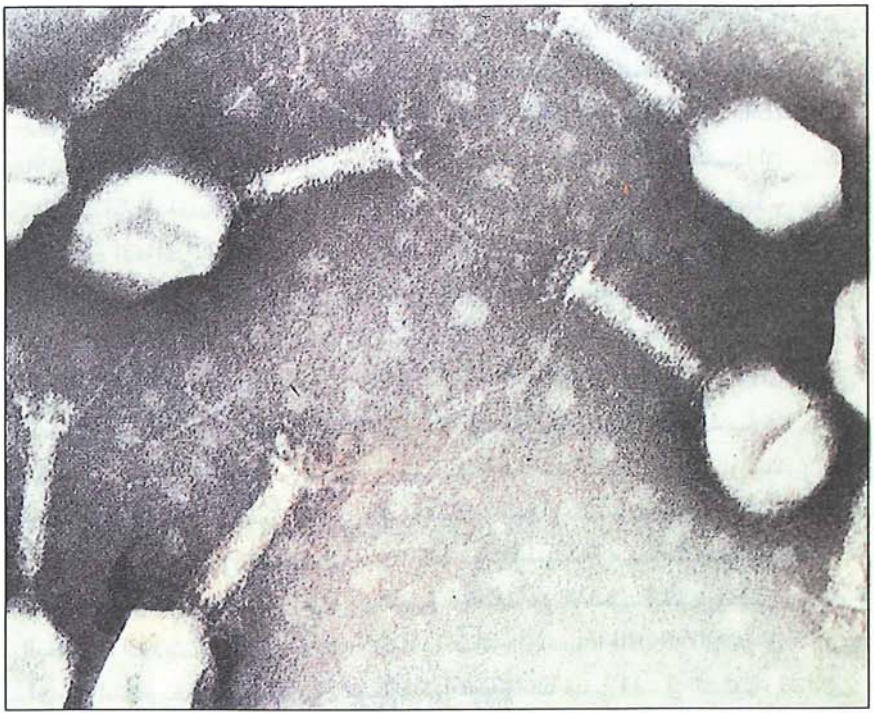
الفيروسات

د/ سمير محمد حافظ

تتميز الفيروسات عن الكائنات الدقيقة الأخرى بأنها صغيرة جداً في حجمها مما يجعلها تمر من خلال مسام المرشحات التي لاتسمح بمرور البكتيريا . كما تتميز بأنها تتكون من جزيء أو أكثر من أحد الأحماض النووية : الريبوزي (RNA) أو الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA) وليس الأثنان معاً مثل جميع المخلوقات الأخرى . ويحاط الحامض النووي بماده بروتينية تعرف بالكابسيد (capsid) تعمل على حمايته والمحافظة على الشفرات الوراثية التي يحملها ، ويوجد لبعض الفيروسات غطاء إضافي يتكون من بروتينات أخرى وكذلك ربما من بعض الدهنيات والنشويات والإنزيمات . ونظراً لصغر حجم الفيروسات ولافتقارها إلى جهاز أيض يمكنها من الاعتماد عى نفسها ، فإنها لاتستطيع التكاثر بمفردها . وحتى تتمكن الفيروسات من التكاثر فإنه يجب عليها أن تتطفل على خلايا حية ، ثم تُسَخِّر الوظائف الحيوية لهذه الخلايا لإنتاج الأحماض النووية والبروتينات والمكونات الأخرى اللازمة لتكوين فيروسات جديدة .



هذا وتعد الفيروسات خارج الخلايا مادة كميائية خاملة تفتقر إلى الصفات الأساس التي يتميز بها الكائن الحي .

تعريف الفيروسات

للفيروسات أكثر من تعريف . وقد يكون أحدث هذه التعريفات هو : « **الفيروسات هي جزيئات من الحامض النووي تحمل شفرات وراثية محددة تستطيع أن تدخل الخلايا مما يؤدي إلى تكاثر ذلك الحامض النووي مع تكوين بروتينات تحيط بالحامض النووي الجديد لحمايته** » . وقد يبعث هذا التعريف على تساؤل الإنسان، هل الفيروس حي أم غير حي ؟ إن الإجابة تعتمد على وضع الفيروس ، فإذا كان خارج الخلية فهو ليس إلا تكوينات كيميائية من الحامض النووي والبروتينات ولايكون له أي نشاط حيوي ، أما إذا كان الفيروس داخل الخلية فإن مادته الوراثية تستطيع أن تغير النظام الأيضي الطبعي للخلية المصابه وتسخرها لتكوين إنزيمات جديدة تساعد في إنتاج كميات كبيرة من الحامض النووي والبروتينات والمكونات الأخرى اللازمة لتكاثر الفيروس داخل الخلية ، ولإنتاج فيروسات جديدة من نفس النوع . ويستنتج من ذلك أن الفيروسات لديها الخواص الوراثية للكائن الحي وبعض سمات الحياة. ويفضل كثير من العلماء أن يستخدموا اللفظ "نشيط" أو "خامل" بدلاً من حي أو غير حي .

أنواع الفيروسات

يوجد في الطبيعة عدة آلاف من أنواع الفيروسات ، بعضها يصيب الإنسان أو الحيوانات المختلفة مثل الأبقار والأغنام والماعز والدواجن والطيور البرية والأسماك والزواحف ، وبعضها يصيب الحشرات ، والبعض الآخر يصيب النباتات المختلفة ، كما أن هناك فيروسات تصيب الكائنات الدقيقة مثل الفطريات والبكتيريا ، وتعرف هذه بالبكتيريوفاج أو لاقمات البكتيريا . وقد لاتسبب الفيروسات تأثيرات مرضية على العائل الذي تصيبه وتكون إصابتها في هذه الحالة « إصابة كامنة » . وعلى سبيل المثال ، توجد بعض الفيروسات المعوية التي تصيب القناة الهضمية للإنسان والحيوانات المختلفة ولاتسبب أعراضاً مرضية تحت الظروف الطبعية ، لذلك يطلق عليها « الفيروسات اليتيمة » ، ولكن هناك فيروسات أخرى تسبب أمراضاً خطيرة للعائل الذي تصيبه وتؤدي إلى ظهور

أعراض مرضية مختلفة تبعاً لنوع الفيروس، فمثلاً هناك فيروسات تسبب أمراضاً تعوق الإنسان عن عمله لفترة محددة مثل الأنفلونزا ، وهناك فيروسات تسبب تشوهات جنينية إذا أصيبت بها الأم أثناء فترة الحمل مثل فيروس الحصبة الألماني ، وتوجد فيروسات سرطانية مثل فيروس اللوكيميا الذي يسبب سرطان الدم ، كما توجد فيروسات أخرى تسبب موت المريض مثل الفيروسات المسببة لبعض أنواع الحمى النزفية ، وأخيراً تم إكتشاف الفيروس الذي يؤدي إلى الإصابة بمرض نقص المناعة المكتسب والذي يعرف بفيروس الإيدز .

كذلك يصاب كل نوع أو فصيلة من الحيوانات بالعديد من أنواع الفيروسات المختلفة التي تسبب أمراضاً تختلف في أعراضها حسب نوع الفيروس الذي يسببها، فالبعض يؤدي إلى موت الحيوان المصاب والبعض الآخر يؤدي إلى الإقلال من إنتاجية الحيوانات مما يسبب خسائر في الثروة الحيوانية . وقد تنتقل بعض الفيروسات التي تصيب الحيوانات إلى الإنسان وتسبب له أمراضاً خطيرة مثل داء الكلب ، وتصاب الحشرات والقراد أيضاً ببعض الفيروسات . وقد تلعب هذه المفصليات ــ خصوصاً تلك التي تعيش على امتصاص الدم ــ دوراً هاماً في نقل العدوى من الشخص المريض إلى السليم أو من الحيوانات إلى الإنسان كما يحدث في الإصابة بالحمى الصفراء .

وبالنسبة للنباتات ، هناك أيضاً فيروسات تسبب أمراضاً مختلفة لكل نوع من النباتات وقد تؤدي إلى خسائر فادحة في إنتاج المحاصيل النباتية ، وتختلف الفيروسات التي تصيب الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا بعضها عن بعض في النوعية لدرجة أن العلماء استفادوا من هذه الظاهرة لاستعمالها في التقسيم الدقيق لسلالات البكتيريا المختلفة من نفس النوع ، حيث وجد أن لبعض سلالات البكتيريا نوع محدد من البكتيريوفاج يصيبها ولايصيب السلالات الأخرى .

دراسة خواص الفيروسات

هناك العديد من الطرق التي استخدمت لدراسة خواص الفيروسات ، وقد استهدفت تلك الطرق الحصول على كميات كافية من الفيروسات لمعرفة خواصها المختلفة ومنها ما يلي :ـ

● الأنسجة المصابة

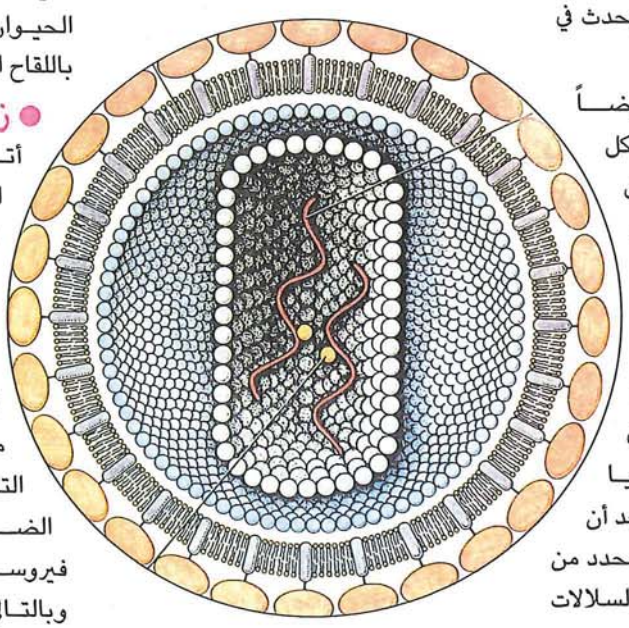
استعمل العلماء في البداية الأنسجة المصابة مثل بثرات الجدري وأدمغة حيوانات التجارب المصابة بداء الكلب كمصدر للفيروسات .

● حيوانات التجارب

أدى اكتشاف إمكان تكاثر كثير من الفيروسات في الفئران الرضيعة وأجنة الدجاج وحيوانات التجارب الأخرى ، ليس فقط إلى إنتاج كميات وفيرة من الفيروسات التي تصيب الإنسان والحيوان ، بل إلى إمكان إجراء دراسات التحديد الكمي لمعيار الفيروس الذي يتم إنتاجه وكذلك تحديد ذلك المعيار بعد معاملة الفيروس ببعض العوامل الطبيعية أو الكيميائية مثل الحرارة والإشعاع والأحماض والقلويات والإنزيمات والمطهرات لدراسة تأثيرها على حيويته ، ويتم ذلك بتحضير عدة تخفيفات متسلسلة للفيروس في محلول مناسب قبل وبعد معاملته ، ثم يتم حقن مجموعة من الفئران الرضيعة أو عدد من أجنة الدجاج بكمية محددة من كل تخفيف من الفيروس . كذلك يتم حقن ضوابط بوساطة المحلول المستعمل خاليا من الفيروس . وفي حالة وجود الفيروس وعدم تأثره بالحرارة أو المواد الكيمائية المستعملة فإنه غالباً ما يؤدي إلى حدوث تغيرات مرضية أو إلى موت الفئران أو أجنة الدجاج وبالتالي يمكن في نهاية التجربة تحديد أعلى تخفيف من الفيروس أدى إلى تلك النتائج ، كما يمكن حساب كمية الفيروس الموجودة بوساطة الطرق الإحصائية . ويتم استخدام هذه الطريقة أيضاً لقياس كميةالأجسام المناعية التي تتكون في مصل الإنسان أو الحيوان بعد الإصابة بالفيروس وتؤدي إلى الحماية من حدوث إصابات جديدة بنفس الفيروس ، فإذا تم إضافة كمية ثابتة من الفيروس إلى تخفيفات متسلسلة من المصل فإنه في حالة وجود الأجسام المناعية في المصل فإنها سوف تعادل الفيروس ويفقد قدرته على إحداث تغيرات مرضية أو موت الفئران أو أجنة البيض ، أما بالنسبة للتخفيفات العليا التي لاتحتوي على أجسام مناعية فإن الفيروس لاتتم معادلته وبالتالي سوف يؤدي إلى حدوث المرض أو موت الفئران أو أجنة البيض . وبهذه الطريقة يمكن معرفة معيار الأجسام المناعية في مصل الإنسان أو الحيوان بعد الإصابة أو بعد التحصين باللقاح الذي يحمي من الإصابة.

● زراعة الأنسجة

أتاح التقدم العلمي في علم زراعة الأنسجة إمكان استعمال الخلايا المزروعة على أسطح الزجاج في إنتاج الفيروس ودراسة خواصه ، حيث وجد أن كثيراً من الفيروسات تنمو في أنواع متعددة من خلايا الزرع النسيجي وتؤدي إلى تغيرات مرضية في الخلايا المحقونة يمكن التعرف عليها بوساطة المجهر الضوئي، وأصبح من الممكن إنتاج فيروسات على درجة أفضل من النقاوة ، وبالتالي تطورت الطرق المستخدمة لإنتاج اللقاحات التي تحمي من الإصابة



● رسم توضيحي لفيروس مرض الإيدز .

● مرض تبرقش الخيار المتسبب بفيروس .

بالفيروسات، كما أصبح من الممكن إجراء مزيد من الدراسات على نمو الفيروسات بوساطة خلايا الزرع النسيجي . وأخيراً تم استعمال الخلايا المزروعة لانتاج مصل مناعي وحيد المنشأ ضد البروتينات المختلفة التي يتكون منها الفيروس مما ساعد على إجراء دراسات دقيقة لتمييز أنواع الأجسام المناعية الناتجة عن الإصابة بأنواع مختلفة من نفس الفيروس .

● وسائل أخرى

نظراً لصغر حجم الفيروسات وعدم إمكانية مشاهدتها بالمجهر الضوئي ، فقد تم استعمال المجهر الألكتروني للتعرف على شكل الفيروسات وتحديد حجمها وكذلك لمتابعة دورة تكاثرها داخل الخلايا . وحتى يصبح من الممكن دراسة التركيب الكيميائي للفيروسات ، فإنه من الضروري أن يتم تركيزها ثم تنقيتها وفصلها عن مكونات الخلايا التي استعملت لتكاثرها ، ولذلك الغرض يمكن استعمال طرق مختلفة منها آلة الطرد المركزي فائق السرعة التي يمكن أن تركز الفيروس بالترسيب في قاع الأنبوبة ، كما يمكن استعمالها لتنقية الفيروس بوساطة وضع الفيروس المركز في أنبوبة من السليولوز تحتوي على محلول ذي كثافة عالية مثل محلول كلوريد السيزيوم أو السكروز ثم يتم الدوران على سرعة فائقة قد تصل إلى ٥٠,٠٠٠ دورة في الدقيقة الواحدة لمدة قد تصل إلى ٢٤ ساعة مما يؤدي إلى إعادة ترتيب الجزيئات في المحلول ، حيث تتجه الجزيئات الأكثر كثافة إلى أسفل الأنبوبة وتتجه الجزيئات الأقل كثافة إلى أعلى . ثم يتم فصل عينات يتكون كل منها من عدة قطرات من المحلول الذي تحتويه الأنبوبة بوساطة ثقبها من أسفل ، وغالباً مايكون الفيروس قد انفصل عن مكونات الخلايا والشوائب الأخرى حيث أن لكل منهم كثافة مختلفة ، وقد يكون من الضروري تكرار هذه الخطوة مرة أخرى للعمل على زيادة نقاوة الفيروس ، أو يمكن استعمال طرق أخرى مثل الترسيب بالأملاح باستخدام معدلات مختلفة من تركيز أيونات الهيدروجين أو بوساطة المعاملة ببعض المواد الكيمائية مثل الفريجين . وقد يكون من الضروري استعمال أكثر من طريقة للتوصل إلى أعلى درجة من النقاوة .

عند الحصول على فيروس نقي يصبح من الممكن دراسة مكوناته الكيمائية وتحديد نوع الحامض النووي الموجودة به (ريبوزي أو ريبوزي منقوص الأكسجين) وكذلك تحديد الوزن الجزيئي للحامض النووي . يمكن أيضاً فصل المكونات المختلفة للفيروس بوساطة طرق طبعية وكيميائية معقدة ودراسة خواص كل منها على حدة أو استعمالها كمستضدات للكشف عن الأجسام المناعية أو كلقاحات على درجة عالية من النقاوة للحصول على مناعة تحمي من الإصابة بدلا من استعمال لقاح يحتوي على الفيروس الكامل إلى جانب بقايا الخلايا المستعملة لإنتاجه مما قد يسبب حساسية للإنسان أو الحيوان بعد الحقن باللقاح .

تقسيم الفيروسات

مع تقدم علم الفيروسات وعزل الآلاف منها ودراسة خواصها كما ذكر سابقاً ، فقد تجمعت معلومات كثيرة بدأ العلماء في استخدامها للمقارنة بين الأنواع المختلفة للفيروسات سواء كانت معزولة من إنسان أو من حيوان أو من نبات أو من بكتيريا وكائنات أخرى ، وكذلك للمقارنة بين الفيروسات المعزولة في أماكن مختلفة في العالم في أوقات متباينة . ودلت هذه المعلومات على وجود تشابهات واختلافات كثيرة بين الفيروسات من حيث نوعية الحامض النووي وتركيبه ووزنه الجزيئي ومن حيث تناسق الكابسيد (حلزوني أو مكعب) ووجود أو عدم وجود غطاء حول الكابسيد وعما إذا كان هذا الغطاء يحتوي على دهنيات تتأثر بالمعاملة بالأيثر وتؤدي إلى فقدان حيوية الفيروس ، كذلك المكان الذي يتكاثر فيه الفيروس داخل الخلية (في النواة أو السيتوبلازم) وحجم الفيروس وشكله وغير ذلك من صفات ، ويتم الإستفادة من هذه المعلومات في وضع نظام موحد لتقسيم الفيروسات إلى عائلات كما هو مبين في الجدول الموضح .

دورة تكاثر الفيروسات

كما ذكر سابقاً فإن الفيروسات تتكاثر فقط داخل الخلايا الحية ، ويمكن تقسيم عملية تكاثر الفيروسات داخل الخلايا إلى خمس خطوات أساس :-

١- دخول الفيروسات إلى الخلية :

تختلف طريقة دخول الفيروس إلى الخلية تبعاً لنوع الفيروس. وعموماً فإن لكل فيروس نوعية محدودة من الخلايا

اسم عائلة الفيروسات	نظام ترتيب الكابسيد	نظام التكوين داخل الخلية	وجود غلاف خارجي	الحساسية للمعاملة بالكلوروفورم
أولاً : الفيروسات التي تتكون مادتها الوراثية من الحامض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA) .				
فيروسات الجدري Poxviridae	غير تقليدي	السيتوبلازم	موجود وغير تقليدي	مقاوم
الفيروسات القزحية Iridoviridae	مكعب	السيتوبلازم	موجود	حساس
فيروسات الهربيس Herpetoviridae	مكعب	النواه	موجود	حساس
فيروسات الغدد Adenoviridae	مكعب	النواه	غير موجود	مقاوم
فيروسات الأورام Papovoviridae	مكعب	النواه	غير موجود	مقاوم
الفيروسات الصغيرة Papovaviridae	مكعب	النواه	غير موجود	مقاوم
ثانياً : الفيروسات التي تتكون مادتها الوراثية من الحامض النووي الريبوزي (RNA) .				
الفيروسات الدقيقة Picornaviridae	مكعب	السيتوبلازم	غير موجود	مقاوم
فيروسات الجهاز التنفسي والهضمي Reoviridae	مكعب	السيتوبلازم	غير موجود	مقاوم
الفيروسات المكسية Togaviridae	مكعب	السيتوبلازم	موجود	حساس
الفيروسات التاجية Coronaviridae	غير معروف	السيتوبلازم	موجود	حساس
فيروسات بونيا Bunyaviridae	غير معروف	السيتوبلازم	موجود	حساس
الفيروسات الارتجاعية Retroviridae	غير معروف	السيتوبلازم	موجود	حساس
الفيروسات الرملية Arenaviridae	غير معروف	السيتوبلازم	موجود	حساس
الفيروسات العصوية Rhabdoviridae	حلزونية	السيتوبلازم	موجود	حساس
الفيروسات المخاطية Orthomyxoviridae	حلزونية	السيتوبلازم	موجود	حساس
نظير الفيروسات المخاطية Paramyxoviridae	حلزونية	السيتوبلازم	موجود	حساس

● خواص عائلات الفيروسات التي تصيب الإنسان والحيوانات .

يستطيع أن يتكاثر فيها ، حيث أن أغلب الفيروسات لاتستطيع دخول الخلايا إلا بعد أن تلتصق على سطح الخلايا في مواضع محددة تختلف من خلية إلى أخرى . وبعد أن يتم التصاق الفيروس بالخلايا المناسبة لتكاثرة فإنه يستطيع الدخول من خلال جدار الخلية إلى داخلها . وعلى سبيل المثال فإنه بالنسبة للبكتيريوفاج يتم حقن الحامض النووي فقط داخل البكتيريا ولايتم دخول الجزء البروتيني الذي يبقى ملتصقا على جدار البكتيريا . وفي حالة فيروسات النبات فإنها غالباً ما تنتقل عن طريق الحشرات التي تتطفل على النباتات ، وفي حالة إجراء إصابة مخبرية فإنه يجب إحداث خدش على سطح النبات حتى يتمكن الفيروس من الدخول إلى الخلايا مباشرة . أما بالنسبة للفيروسات الحيوانية فإنها تلتصق بجدار الخلية القابلة للإصابة ثم تدخلها، وفي داخل الخلية يتم انفصال الحامض النووي عن الكابسيد ، وربما يتم ذلك بوساطة بعض الإنزيمات التي تنتجها الخلية ، وبالتالي فإن عملية دخول الفيروس داخل الخلية تنتهي بوجود الحامض النووي طليقا داخل الخلية .

٢ــ تكوين إنزيمات إنتاج الحامض النووي للفيروس :

إن وجود الحامض النووي الخاص بالفيروس طليقاً داخل الخلية سوف يؤدي إلى توجيه ريبوسومات الخلية (وحدات إنتاج البروتين) لتكوين الإنزيمات اللازمة لانتاج مكونات الفيروس ، وحتى يتم ذلك فإنه من الضروري وجود حامض نووي ريبوزي ناقل (messenger RNA) ، فإذا كان الحامض النووي للفيروس من النوع الريبوزي فإنه إما أن يقوم مباشرة بدور الحامض الريبوزي الناقل أو يتحول إلى ذلك الحامض ، أما إذا كان الحامض النووي للفيروس من النوع الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA) فإنه ينسخ بوساطة إنزيم البوليميريز إلى حامض نووي ريبوزي ناقل .

٣ـ إنتاج مكونات الفيروس : بعد تكوين الإنزيمات اللازمة لإنتاج مكونات الفيروس من حامض نووي وبروتينات ومكونات أخرى، فإن حامض الفيروس النووي يعد مسؤولاً عن طبع الشفرات الوراثية في الحامض النووي الذي سوف تنتجه الخلية ، وكذلك عن نوعية البروتينات والمكونات الأخرى التي تنتجها الخلية المصابة لإنتاج الفيروس الجديد .

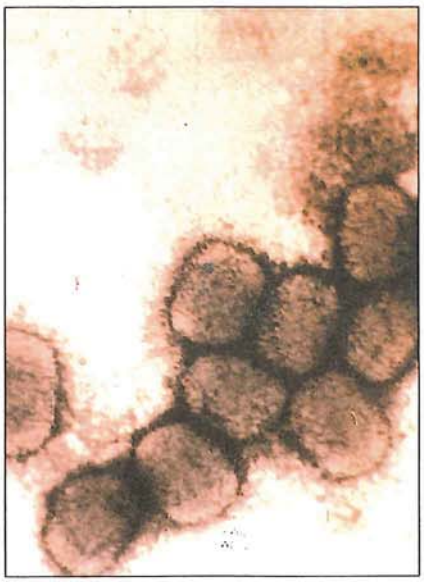
٤ـ إنتاج الفيروس الجديد : بعد إنتاج مكونات الفيروس المختلفة داخل الخلية فإن هذه المكونات اللازمة لتكوين فيروسات جديدة تتجمع بعضها مع بعض تلقائيا داخل الخلية ، ونتيجة لذلك التجمع تتكون الفيروسات الكاملة .

٥ـ خروج الفيروس من الخلية : إن الخطوة الأخيرة في دورة تكاثر الفيروس هي خروجه إلى خارج الخلية ، ويتم ذلك في الخلايا الحيوانية بوساطة إفراز الفيروس من خلال جدار الخلية . وتحاط بعض أنواع الفيروسات عند خروجها من الخلية ببعض البروتينات الموجودة على جدار الخلية ، وفي بعض الحالات يتم تحلل الخلايا المصابة ويخرج الفيروس مع مكونات الخلية كما هو الحال بالنسبة للبكتيريوفاج .

إن دورة تكاثر الفيروس داخل الخلايا الحية تختلف من فيروس إلى فيروس ، وهناك عوامل كثيرة تتحكم فيها حيث أن كل فيروس يستطيع أن يتكاثر في أنواع محددة من الخلايا . ونظرا لاختلاف نوعية الأحماض النووية والمكونات الأخرى للفيروسات المختلفة ، فإن لكل فيروس دورة حياة معقدة خاصة به .

مكافحة الأمراض الفيروسية

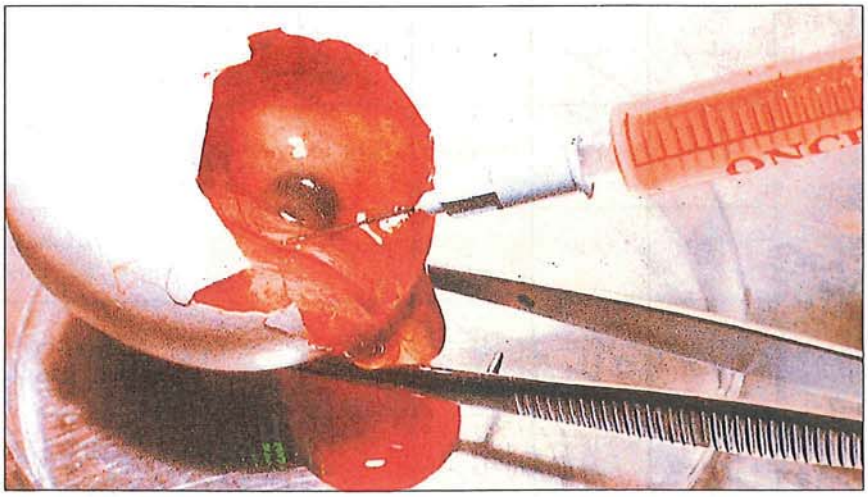
لقد عرف الإنسان الأمراض التي تسببها الفيروسات قبل أن يتم اكتشاف الفيروسات . فقد كانت أوبئة الجدري تؤدي إلى موت الآلاف ، كذلك كان داء الكلب (السعر) هو مصير الشخص الذي يتعرض للعض من حيوان مصاب بالداء . وقد فكر بعض العلماء في إيجاد طرق



● فيروس الجدري .

لمكافحة هذه الأمراض ، وكان أولهم الطبيب الإنجليزي **أدوارد جينر** الذي لاحظ أن الفتيات اللاتي يقمن بعملية الحلب ويصبن ببثرات الجدري الذي يظهر على الأبقار لايصبن بعد ذلك بالجدري الذي يصيب الإنسان والذي قد يؤدي إلى موته . وبدأ ذلك الطبيب في استعمال بثرات الجدري الذي يصيب الأبقار في تحصين الإنسان لحمايته من الإصابة بمرض الجدري ، وكان ذلك أول لقاح تم استخدامه للحماية من الأمراض الوبائية . نجح بعد ذلك العالم الفرنسي **لويس باستير** في نقل عدوى داء الكلب من الحيوانات المسعورة إلى حيوانات التجارب، ثم قام بتجميع كل من الدماغ والنخاع الشوكي من حيوانات التجارب المصابة وجفف هذه الأنسجة ثم قام بإجراء خطوة تاريخية إذ استعمل هذه الأنسجة المجففة في تحصين طفل تعرض للعض من كلب مسعور ولم تظهر على الطفل أعراض الداء وشفى تماماً .

باكتشاف الفيروسات ودراسة خواصها وتحديد دورها كمسبب مَرَضي أصبحت علماً مستقلاً ، كما تطورت علوم الأمراض الوبائية والمناعة . تطورت كذلك الطرق المختلفة لإنتاج اللقاحات إذ يتم إنتاج أغلب اللقاحات الفيروسية حالياً في الزرع النسيجي ، كما يتم الآن تحصين مئات الملايين من الأطفال سنوياً لحمايتهم من الإصابة بشلل الأطفال والحصبة . كذلك نجح العالم في التخلص نهائياً من مرض جدري الإنسان بوساطة تطبيق برنامج التحصين ضد ذلك المرض على مستوى جميع دول العالم ، وأصبح من الضروري تحصين كل الفتيات قبل الزواج بلقاح الحصبة الألماني حتى لايصبن بذلك المرض أثناء فترة الحمل مما قد يؤدي إلى تشويه الجنين ، وتم إنتاج لقاحات فعالة للحماية من إلتهاب الكبد الوبائي والأنفلونزا وكثير من الأمراض الفيروسية التي تنتقل عن طريق الحشرات التي تمتص الدم مثل الحمى الصفراء . وتجري حالياً دراسات لتطوير الطرق المستخدمة لإنتاج اللقاحات بوساطة استخدام التقنية التي وفرتها الهندسة الوراثية ، كما تم التوصل إلى



● حقن أجنة الدجاج لتكاثر الفيروس .