



جامعة
المنارة
MANARA UNIVERSITY

كلية طب الأسنان
مقرر علم الخلية والمناعة

المحاضرة الثانية

Bacteria and Viruses الجراثيم والفيروسات

د. علي منصور

جامعة
المنارة
MANARA UNIVERSITY

(1) الجراثيم Bacteria

1-1 ما هي الجراثيم What are bacteria

تشكل الجراثيم مجموعة كبيرة مسيطرة من الأحياء الدقيقة بدائية النوى، وهي تملك أشكال مختلفة وتسكن معظم بيئات الأرض. تحيا الجراثيم حياة متعايشة مع النباتات أو الحيوانات أو تكون متطفلة عليها. يدعى الفرع الذي يدرس الجراثيم بعلم الجراثيم Bacteriology وهو فرع من علم الأحياء الدقيقة Microbiology. تتكاثر الجراثيم تكاثراً لاجنسياً بالانشطار الثنائي binary fission وتملك ظاهرة الاقتران Conjugation.

Bacteria constitute a large domain of prokaryotic microorganisms. They have a number of shapes and are present in most habitats of Earth. Bacteria also live in symbiotic and parasitic relationships with plants and animals. The study of bacteria is known as bacteriology, a branch of microbiology.

2-1 بنية الخلية الجرثومية Bacterial cell structure

A- البنيات الخلوية الداخلية Intracellular structures

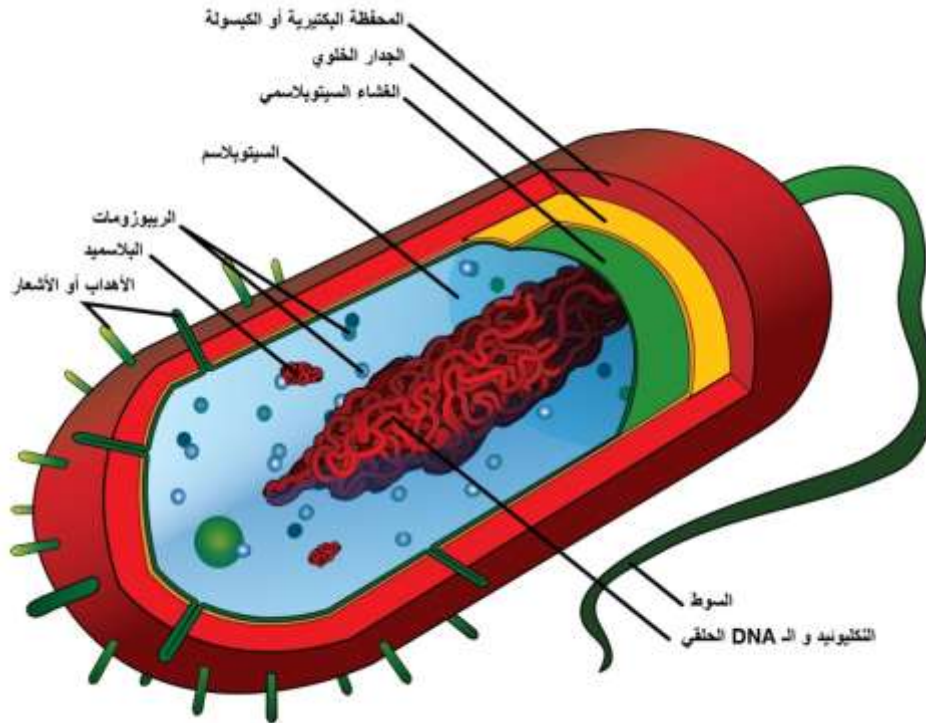
بما أنّ الجراثيم بدائيات نوى فهي لا تملك في سيتوبلازما الخلية عضيات محاطة بغشاء، وتحتوي عدد قليل من البنيات الداخل خلوية الكبيرة:

As they are prokaryotes, bacteria do not usually have membrane-bound organelles in their cytoplasm, and thus contain few large intracellular structures.

تفتقد الجراثيم إلى النواة الحقيقية، والجسيمات الكوندرية، والصانعات الخضراء، والعضيات الأخرى الموجودة عند حقيقيات النوى. ولكن يكون الغشاء السيتوبلازمي، في العديد من الجراثيم ذات التركيب الضوئي، منطوياً بدرجة كبيرة ويملاً معظم الخلية على شكل طبقات غشائية تلتقط الضوء.

They lack a true nucleus, mitochondria, chloroplasts and the other organelles present in eukaryotic cells. However, in many photosynthetic bacteria the plasma membrane is highly folded and fills most of the cell with layers of light-gathering membrane.

تتكون المادة الوراثية للجراثيم من شريط دائري مفرد من الـ DNA يتوضع في السيتوبلازما ويدعى بالجسم النووي *nucleoid* الذي يترافق مع البروتينات و RNA. وبشكل مشابه لبقية الكائنات الحية، تحوي الجراثيم جسيمات ريبية ولكن تختلف في بنيتها عن بنية الجسيمات الريبية العائدة لكل من العتائق وحقيقيات النوى (شكل 1).



شكل 1: بنية الخلية البكتيرية Structure of bacterial cell

Bacteria genetic material is typically a single circular DNA chromosome located in the cytoplasm and called the *nucleoid* which is associated with proteins and RNA. Like all living organisms, bacteria contain *ribosomes*, but the structure of the bacterial ribosome is different from that of eukaryotes and Archaea.

تنتج بعض أنواع الجراثيم حبيبات داخل خلوية لتخزين المواد الغذائية للاستعمال اللاحق مثل الغليكوجين، والفوسفات المتعددة، والكبريت. وتستطيع بعض أنواع الجراثيم، مثل البكتريا الزرقاء Cyanobacteria ذات التركيب الضوئي، إنتاج حويصلات غازية داخلية تُستعمل لتنظيم عملية الطفو(العموم) حيث تسمح هذه الحويصلات للجراثيم بالحركة في طبقات الماء المختلفة صعوداً وهبوطاً (الغوص) بما يتناسب مع الشدات الضوئية المختلفة وكمية المواد المغذية.

Some bacteria produce intracellular nutrient storage granules for later use, such as glycogen, polyphosphate, and sulphur. Certain bacterial species, such as the photosynthetic Cyanobacteria, produce internal gas vesicles, which they use to regulate their buoyancy – allowing them to move up or down into water layers with different light intensities and nutrient levels.

B-البنيات الخلوية الخارجية Extracellular structures

يوجد في معظم الجراثيم الجدار الخلوي إلى الناحية الخارجية من الغشاء السيتوبلازمي، ويشكل كل من الغشاء والجدار الخلويين ما يسمى الغلاف الخلوي. إنّ المادة الشائعة التي تدخل في تركيب الجدار هي السكريات البروتينية peptidoglycan والتي تتألف من سلاسل سكريات متعددة متداخلة مع بروتينات.

In most bacteria, a cell wall is present on the outside of the cell membrane. The cell membrane and cell wall comprise the cell envelope. A common bacterial cell wall material is *peptidoglycan* which is made from polysaccharide chains cross-linked by peptides.

ويوجد نوعين مختلفين للجراثيم تبعا لبنية من الجدار الخلوي:

- جراثيم إيجابية الغرام ذات طبقة سميكة من السكريات البروتينية لا تحوي غشاء شحمي خارجي (بنفسجية اللون مع صبغة الغرام).
- جراثيم سلبية الغرام ذات طبقة رقيقة من السكريات البروتينية وتحوي غشاء شحمي خارجي (زهري اللون مع صبغة الغرام).

وقد اشتقت هذه الأسماء من تفاعل خلايا الجراثيم مع صبغة الغرام، وهو تفاعل يتم توظيفه لتصنيف أنواع الجراثيم. حيث تتلون بنتيجة هذا التفاعل جراثيم إيجابية الغرام باللون البنفسجي أما الجراثيم سلبية الغرام فتتلون بلون زهري.

There are two different types of bacteria according to the structure of cell wall:

- Gram positive bacteria have a thick peptidoglycan layer and no outer lipid membrane.
- whilst Gram negative bacteria have a thin peptidoglycan layer and have an outer lipid membrane.

The names originate from the reaction of cells to the Gram stain, a test employed for the classification of bacterial species. As a result of this test, gram-positive bacteria will get a violet colour, and gram-negative bacteria will get a pink colour.

3-1 الشكل Morphology

تبدي الجراثيم تنوع واسع من الأشكال والأحجام، ويبلغ حجم الخلية الجرثومية حوالي عشر (10/1) الخلية حقيقية النواة حيث يتراوح طولها بين 0.5-5 ميكرون. وتكون معظم أشكال الجراثيم إما كروية *cocci* أو عصوية *bacilli* وتترافق الاستطالة في الشكل عادة مع السباحة. وتكون بعض الأنواع على شكل فاصلة تدعى بالضمات *vibrio* أو على شكل حلزون تدعى *spirilla*. يوجد عدد قليل من الأنواع التي تكون مربعة أو مكعبة الشكل.

Bacteria display a wide diversity of shapes and sizes, called *morphologies*. Bacterial cells are about one-tenth the size of eukaryotic cells and are typically 0.5–5.0 micrometres in length. Most bacterial species are either spherical, called *cocci*, or rod-shaped, called *bacilli*. Elongation is associated with swimming. Some bacteria, called *vibrio*, are shaped like slightly curved rods or comma-shaped; others can be spiral-shaped, called *spirilla*. A small number of species even have tetrahedral or cubical shapes.

توجد الجراثيم ببساطة كخلايا مفردة أو قد تترافق مع بعضها بنماذج عدّة:

- فقد تكون على شكل أزواج من الخلايا كمستعمرة نيزاريا *Neisseria*

- أو على شكل سلاسل *Streptococcus* أو بشكل عنقودي *Staphylococcus*.

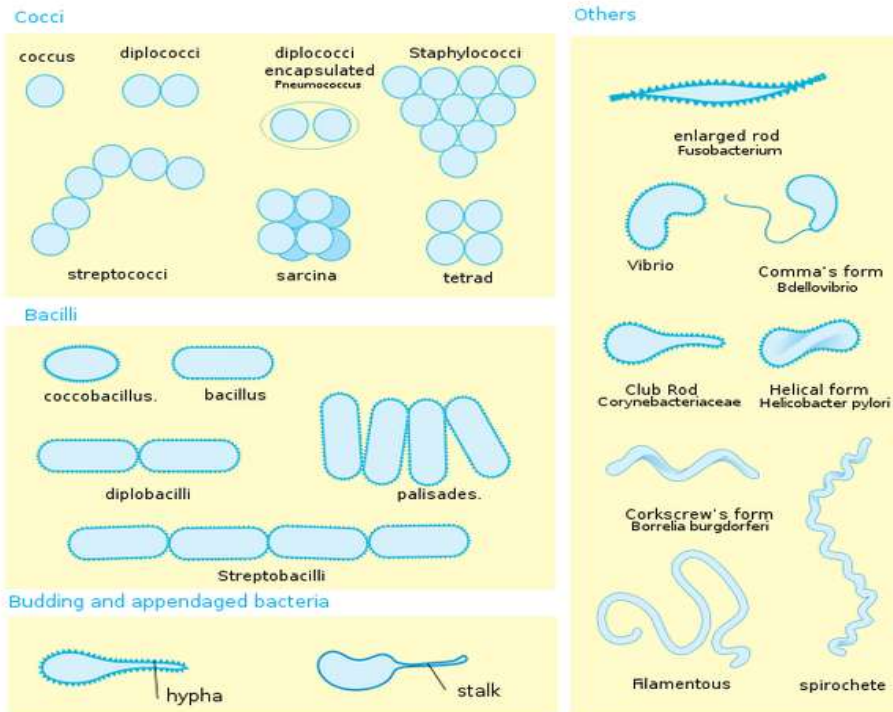
- يمكن أن تستطيل الجراثيم لتشكل خيوط مثل الجراثيم المحورية Actinobacteria، وغالباً ما تحاط الجراثيم الخيطية بغمد يحوي عدة خلايا.

Many bacterial species exist simply as single cells, others associate in characteristic patterns:

-*Neisseria* form diploids (pairs),

- *Streptococcus* form chains, and *Staphylococcus* group together in "bunch of grapes" clusters.

-Bacteria can also be elongated to form filaments, for example the Actinobacteria. Filamentous bacteria are often surrounded by a sheath that contains many individual cells.



شكل 2: أشكال مختلفة من الجراثيم Different shapes of bacteria

4-1 الإقتران عند الجراثيم Bacterial conjugation

تعتبر عملية الإقتران عند الجراثيم مُكافئةً للتكاثر الجنسي أو التزاوج بما أنها تتضمن تبادل للمادة الوراثية، وتمنح إحدى الخلايا (وتسمى الخلية المانحة) خلال الإقتران عنصر الإقتران أو عنصر وراثي قابل للحركة وهو غالباً بلازميد. وتملك معظم بلازميدات الإقتران أنظمة تتأكد من أن الخلية المستقبلة لا تملك مسبقاً عنصر مشابه.

Bacterial conjugation is often regarded as the bacterial equivalent of sexual reproduction or mating since it involves the exchange of genetic material. During conjugation the *donor* cell provides a conjugative or mobilizable genetic element that is most often a plasmid. Most conjugative plasmids have systems ensuring that the *recipient* cell does not already contain a similar element.

تتضمن عملية الإقتران الجرثومي المراحل التالية (مخطط 1):

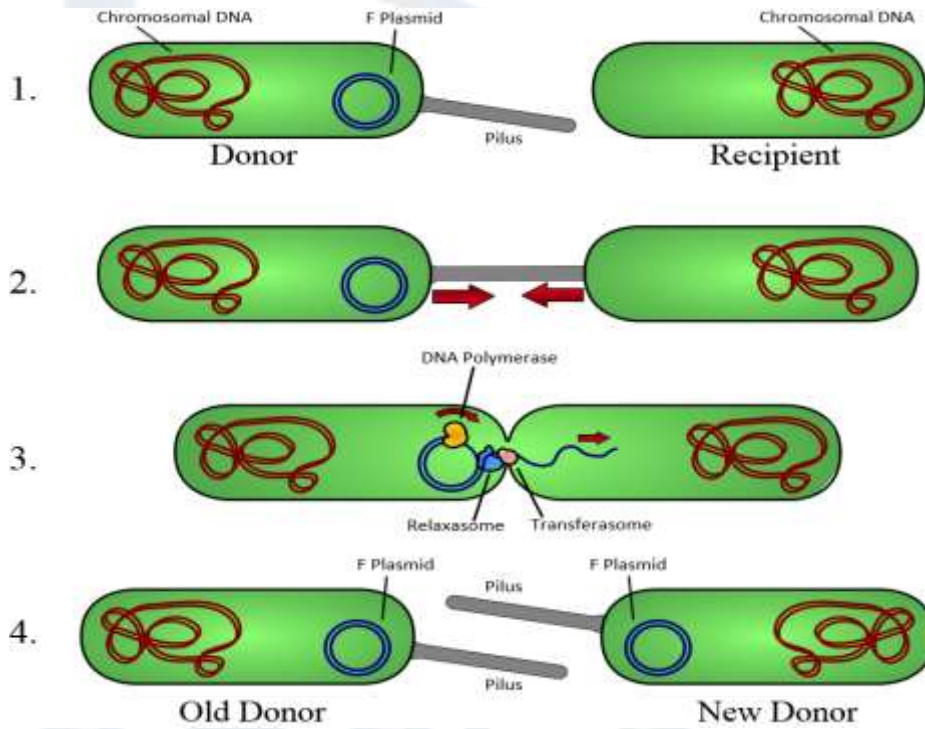
- 1- تنتج الخلية المانحة زائدة شعيرية.
- 2- تلتصق الزائدة الشعيرية إلى الخلية المستقبلة وتربط الخليتين مع بعضهما.
- 3- يتم كسر البلازميد المتحرك ويتم نقل شريط مفرد من DNA إلى الخلية المستقبلة.
- 4- تتركب كلا الخليتين شريط مكمل لتنتج بلازميد دائري مضاعف الشريط كما تنتج زائدة شعيرية وتصبح كلا الخليتين قادرة على القيام بدور الخلية المانحة.

However, bacterial conjugation includes the following stages (see diagram 2-1):

- 1- Donor cell produces pilus.
- 2- Pilus attaches to recipient cell and brings the two cells together.
- 3- The mobile plasmid is nicked and a single strand of DNA is then transferred to the recipient cell.
- 4- Both cells synthesize a complementary strand to produce a double stranded circular plasmid and also reproduce pili; both cells are now viable donors.

تكون المعلومات الوراثية المنقولة غالباً مفيدة للخلية المستقبلة. يمكن أن تتضمن الفوائد مقاومة الصادات الحيوية، والقدرة على استعمال نواتج الاستقلاب الجديدة. يمكن اعتبار الإقتران كآلية تمّ تطويرها للسماح للجراثيم بالانتشار.

The transported genetic information is often beneficial for to the recipient cell. The benefits may include: resistance of antibiotics, and ability to use new metabolic products. The conjugation can be considered as a developed mechanism to allow bacteria to distribute.



مخطط 1: الاقتران عند الجراثيم **Diagram 1: Bacterial conjugation**

2) الفيروسات Viruses

1-2 ماهي الفيروسات What are Viruses

الفيروسات هي كائنات دقيقة تصيب الإنسان والحيوان والنبات، ويمكن أن تقود إلى أمراض شديدة تتراوح في شدتها من أمراض بسيطة كالرشح إلى أمراض خطيرة كالإيدز AIDS. والفيروسات هي عبارة عن معقدات جزيئية ضخمة من الحموض النووية (DNA أو RNA) مغلفة بمعطف بروتيني. ويدعى الفرع الذي يدرس الفيروسات بعلم الفيروسات Virology.

Viruses are tiny organisms that infect humans, animals and plants, and may lead to severe illnesses. This may include flu or a cold to something more life threatening like HIV/AIDS. Viruses are supramolecular complexes of nucleic acid (DNA or RNA) encapsulated in a protein coat. The branch of sciences which studies viruses is called virology.

وهي تعمل كطفيليات تتطفل على الخلايا وتدعى الأنواع التي تصيب الجراثيم بأكلات الجراثيم bacteriophages. تسبب الفيروسات تحلل (تخريب) الخلايا، وتكون بعض الفيروسات مسؤولة عن تحويل الخلايا إلى حالة سرطانية بتحويل الخلايا المضيئة إلى حالة غير منظمة من الانقسام الخلوي والتكاثر.

Viruses act as parasites of cells, and those infecting bacteria are called bacteriophages (“bacteria eaters”). Often, viruses cause the lysis (destruction) of cells. Some viruses are implicated in transforming cells into a cancerous state, that is, in converting their hosts to an unregulated state of cell division and proliferation.

وبسبب كون جميع الفيروسات معتمدة بشكل كبير على الخلايا المضيئة لإنتاج العناصر الفيروسية، فيجب أن تكون الفيروسات قد نشأت بعد نشوء الخلايا في سياق التطور. ومن المفترض أن تكون الفيروسات الأولى عبارة عن قطع من الحمض النووي التي طوّرت القدرة على التضاعف بشكل مستقل عن الصبغي واكتسبت فيما بعد المورثات الضرورية التي تمكنها من الحماية والاستقلال والانتقال بين الخلايا.

لا تكون الفيروسات حية بحد ذاتها فهي لا تنمو ولا تتكاثر لوحدها ولكنها تكون بحاجة إلى الدخول إلى الخلايا المضيئة وتجنيدتها لتساعد في زيادة العدد لذلك فهي طفيليات مجبرة على التطفل.

Because all viruses are heavily dependent on their host for the production of viral progeny, viruses must have arisen after cells were established in the course of evolution. Presumably, the first viruses were fragments of nucleic acid that developed the ability to replicate independently of the chromosome and then acquired the necessary genes enabling protection,

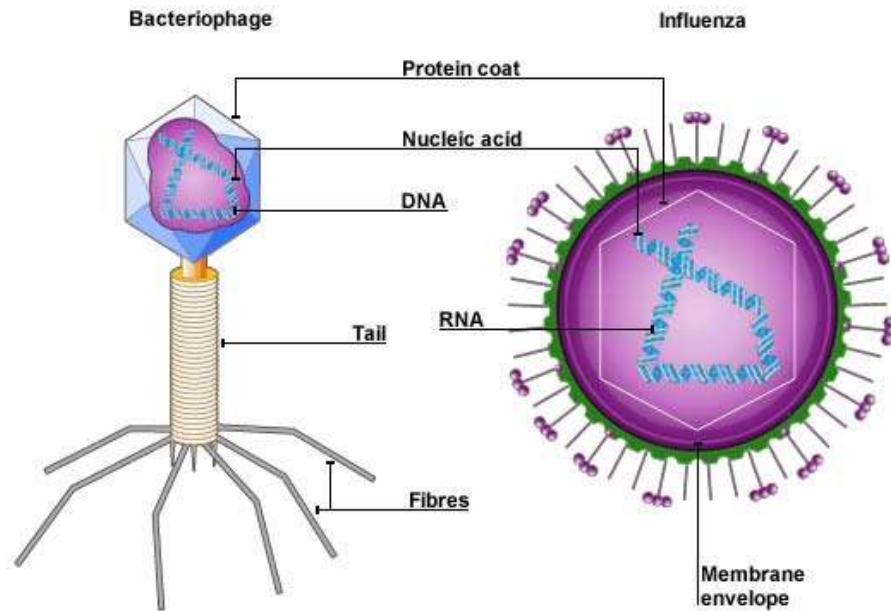
autonomy, and transfer between cells. Therefore they are considered as obligatory parasites.

Viruses by themselves are not alive. They cannot grow or multiply on their own and need to enter a human or animal cell and take over the cell to help them multiply.

2-2 بنية الفيروس Structure of the virus

يتألف الفيروس المعدي من ثلاث أجزاء رئيسية (مخطط 2):

- 1- الحمض النووي: (DNA أو RNA) وهو مركز الفيروس ويحوي جميع المعلومات التي تجعل الفيروس فريد من نوعه ويساعده على زيادة العدد.
- 2- المعطف البروتيني (كابسيد capsid): وهو غطاء فوق الحمض النووي لحمايته.
- 3- الغشاء الشحمي (المحفظة envelope): يغطي الكابسيد وهناك عدة فيروسات لا تملك هذه المحفظة وتسمى فيروسات عارية.



مخطط 2-2: بنية مبسطة للفيروس Diagram 2- 2: Simplified structure of a virus

A virion (virus particle) has three main parts (diagram 2):

1. Nucleic acid – this is the core of the virus with the DNA or RNA. The DNA or RNA holds all of the information for the virus and that makes it unique and helps it multiply.
2. Protein Coat (capsid) – This is covering over the nucleic acid that protects it.
3. Lipid membrane (envelope) – this covers the capsid; many viruses do not have this envelope and are called naked viruses.

3-2 دورة حياة الفيروس Life cycle of a basic virus

يوجد عدة خطوات أساسية تتبعها جميع الفيروسات المعدية وتدعى بمجموعها دورة التحلل lytic cycle (مخطط 3-2) وهي تتضمن:

- 1- يلتصق العنصر الفيروسي إلى الخلية المضيفة (مرحلة الالتصاق adsorption).
- 2- يحقن العنصر الفيروسي DNA أو RNA الخاص فيه إلى الخلية المضيفة (مرحلة الدخول entry).
- 3- يسيطر DNA أو RNA المهاجم على الخلية المضيفة ويجند أنزيماتها لصنع عناصر فيروسية جديدة وتدعى هذه (مرحلة التضاعف replication).
- 4- تتجمع العناصر الفيروسية المصنعة من قبل الخلية المضيفة لتشكل فيروسات جديدة وهي (مرحلة التجميع assembly).
- 5- تقتل الفيروسات المتشكلة حديثاً الخلية المضيفة لتتحرر وتبحث عن خلية مضيفة جديدة (مرحلة التحرير release).

There are a few basic steps that all infecting viruses follow and these are called the lytic cycle. These include (see diagram 2-3):

1. A virus particle attaches to a host cell. This is called “adsorption”.
2. The particle injects its DNA or RNA into the host cell. This is called “entry”.
3. The invading DNA or RNA takes over the cell and recruits the host cell’s enzymes to make new virus particles. This is called “replication”.

4. The particles of the virus created by the cell come together to form new viruses. This is called “assembly”
5. The newly formed viruses kill the cell so that they may break free and search for a new host cell. This is called “release”.

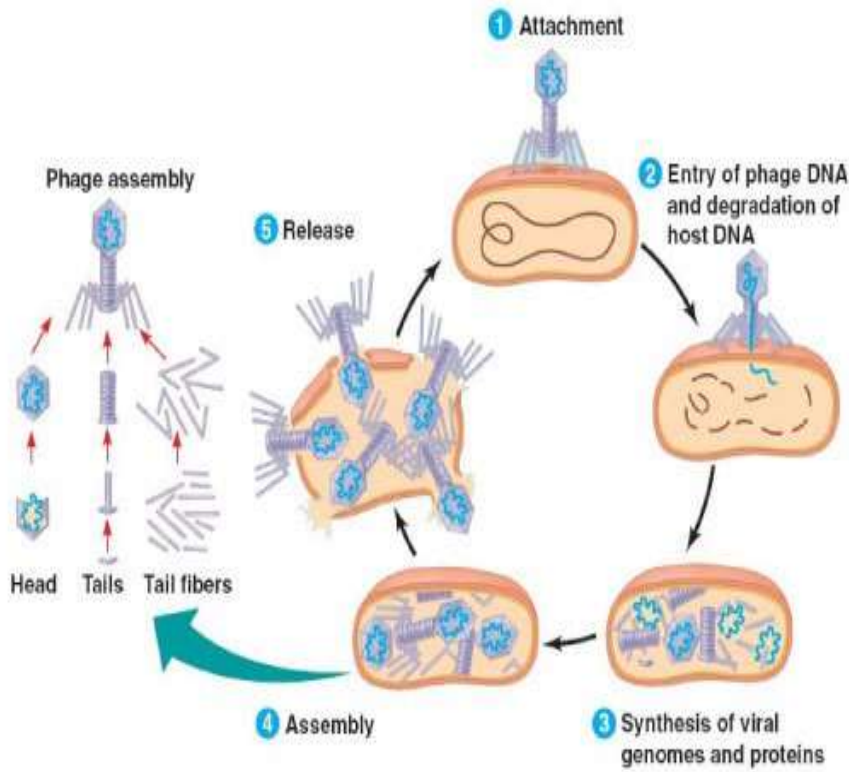


Diagram 2-3: virus lifecycle مخطط 2-3: دورة حياة الفيروس

3) ما هو فيروس عوز مناعة الإنسان HIV؟

فيروس عوز مناعة الإنسان HIV هو فيروس يهاجم الخلايا المناعية ويضعف قدرة الجسم على مقاومة الأمراض الأخرى، وهذا يزيد من تأثير السرطانات والإصابات التي تحدث مصادفة. ويمكن أن يحمل الشخص المصاب هذا الفيروس لوقت طويل دون أن يعاني أية أعراض.

إن الإصابة بفيروس HIV هي إصابة طويلة الأمد. ويمكن أن تمنع معالجة المرض وإدارته بشكل فعال، هذا الفيروس من الوصول لمستوى شديد، وتقلص من خطر نقل الشخص المصاب للفيروس إلى أشخاص آخرين.

Human immunodeficiency virus (HIV) is a virus that attacks immune cells. When HIV targets and infiltrates these cells, it reduces the body's ability to combat other diseases. This increases the risk and impact of opportunistic infections and cancers. However, a person can carry HIV without experiencing symptoms for a long time.

HIV is a lifelong infection. However, receiving treatment and managing the disease effectively can prevent HIV from reaching a severe level and reduce the risk of a person passing on the virus.

ما هو مرض متلازمة عوز المناعة المكتسب؟ What is AIDS

متلازمة عوز المناعة المكتسب (AIDS) (الأيدز) هي المرحلة الأكثر تقدماً من الإصابة بفيروس عوز مناعة الإنسان HIV. عندما تتطور الإصابة بهذا الفيروس إلى مرحلة الأيدز، تشكل الإصابات والسرطان خطراً أعظم. وغالباً ما تتطور الإصابة بهذا الفيروس إلى مرض الأيدز إذا تُركت دون علاج حيث يفقد جهاز المناعة فعاليته بالتدريج. هذا وإنّ التقدم في مجال العلاج بالمضادات الفيروسية ART يعني تناقص عدد الأشخاص الذين سيصلون إلى الحالة الأخيرة (فقدان فعالية جهاز المناعة).

Acquired Immune Deficiency Syndrome (AIDS) is the most advanced stage of HIV infection. Once HIV infection develops into AIDS, infections and cancer pose a greater risk. Without treatment, HIV infection is likely to develop into AIDS as the immune system gradually wears down. However, advances in Antiretroviral Therapy (ART) mean that an ever-decreasing number of people progress to this stage.

التأثيرات على الجهاز المناعي Effects on the immune system

تظهر العلامات الأولى للإصابة بفيروس HIV عادة بعد 2-6 أسابيع بشكل أعراض تشبه الزكام. وهذا ما يعرف بمرض الانقلاب المصلي Sero-conversion وهو الحالة التي ينتج فيها جسم الشخص المصاب أجسام مضادة (أضداد) لفيروس HIV وهذا يعني أن جهازهم المناعي يقاتل الإصابات وتتضمن الأعراض المشابهة للزكام التي ترافق الانقلاب المصلي: حمى، طفح

جلدي، التهاب حنجرة، انتفاخ الغدد، ألم في العضلات أو المفاصل، تعرق وخاصة خلال الليل، فقدان غير مقصود في الوزن.

The first signs of HIV usually appear after 2-6 weeks in the form of flu-like symptoms. This condition is known as sero-conversion illness. Sero-conversion is the stage when a person's body is producing antibodies to HIV, which means that their immune system is fighting the infection. Flu-like symptoms that accompany sero-conversion include: fever, skin rash, sore throat, swollen glands, joint or muscle pain, sweats particularly at night, unintentional weight loss.

تبقى هذه الأعراض من أسبوع إلى أسبوعين وعندما تنتهي يمكن أن لا يعاني الشخص المصاب من أعراض HIV لعدة سنوات. وعلى الرغم من كون الأشخاص المصابين يميلون للشعور بأنهم بحالة جيدة فمن المهم التذكر بأن الفيروس لا يزال نشيط. ويؤدي أيضاً استمرار فيروس HIV بالتكاثر وإصابة خلايا جديدة، إلى تضرر الجهاز المناعي للشخص المصاب الذي يعني أنه غير قادر على حماية الجسم من المرض.

These symptoms usually last for 1-2 weeks. Once the seroconversion period is over, a person may not experience any HIV symptoms for several years. Although people tend to feel well at this stage, it is important to remember that HIV is still active. As it continues to reproduce and infect new cells, HIV also damages a person's immune system, which means it is unable to protect the body from illness.

يصيب فيروس HIV الخلايا التائية T المضيفة بالالتصاق بها والدخول إليها وتعرف هذه الخلايا بالخلايا التائية المساعدة CD4 وهي نوع من خلايا الدم البيضاء وتشكل جزءاً أساسياً من الجهاز المناعي. وعندما يكون هذا الفيروس داخل الخلايا المضيفة فهو يتكاثر ويعمل على إلحاق الضرر بها وتدميرها قبل التحرك وإصابة خلايا أخرى.

HIV infects a cell by first attaching itself to, and merging with, the host T cells. T cells, also known as CD4 cells, are a type of white blood cell that form a crucial part of the immune system. Once inside the host cells, HIV

multiplies. The virus damages or destroys the cells before moving on to infect more cells.

يشير تعداد خلايا CD4 إلى الحالة الصحية للجهاز المناعي ويكون التعداد في الحالة الصحية بين 500 و1500 خلية/مم³ ويتناقص هذا العدد تدريجياً في الشخص المصاب بفيروس HIV والذي لم يتلقى العلاج. عندما ينخفض تعداد الخلايا CD4 تحت 200 خلية/مم³ ، فغالباً ما يتضرر الجهاز المناعي وسيعاني الشخص من أعراض محددة من المرض.

A CD4 count is an indication of the health of a person's immune system. A healthy CD4 count is between 500/mm³ and 1,500/mm³. The CD4 count of a person with HIV who does not receive HIV treatment will reduce over time. Once the CD4 levels fall below 200/mm³, a person's immune system will probably be damaged and the person will likely experience definitive signs and symptoms of illness.

إنّ الناس الذين يحملون فيروس HIV ولم يتلقوا العلاج يضعون أنفسهم بخطر أكبر من تطور الأعراض ويميلون إلى احتمال أكبر لإمرار الفيروس إلى شخص آخر. وستتطور حالة الشخص، بدون علاج، إلى مرحلة الأيدز بسبب كون جهازهم المناعي غير قادر على حماية الجسم بعد ذلك. وفي هذه المرحلة تصبح معظم الإصابات الثانوية مهددة للحياة.

People who have HIV and are not receiving treatment they put themselves at greater risk of developing symptoms, a condition known as symptomatic HIV. They are also more likely to pass on the virus to another person. Without treatment, a person is likely to develop AIDS because their immune system is no longer able to protect the body. At this stage, even the most minor infection becomes life-threatening.