

مدخل إلى علم الأحياء الدقيقة

أ.د. هيثم يازجي

تطور علم الأحياء الدقيقة أو علم Microbiolog :

عام 1546 : افترض Girolamo Fracastoro الإيطالي أن مسببات الأوبئة هي دقائق تشبه البذور قادرة على الانتقال حيث تقوم بنقل الإصابة عن طريق الاتصال المباشر أو غير المباشر أو حتى من مسافات بعيدة.
عام 1676: قام Anton van Leeuwenhoek بوصف البكتيريا وكائنات دقيقة أخرى مستخدماً مجهرًا ذا عدسة واحدة صممه بنفسه.
يعتبر القرن 19 ميلادي البداية الحقيقية لعلم الأحياء الدقيقة على يد باستور وكوخ.
عام 1860-1900: قام باستور وكوخ وغراهام بتطوير تقنيات التلوين والأوساط لعزل واستنبات الأحياء الدقيقة.

العوامل الممرضة Pathogens:

1- الكائنات المعدية تحت الخلوية:

- البريونات : جزيئات بروتينية خامجة مثل البريونات المسببة لجنون البقر.
- الفيروسات: DNA أو RNA دون أنزيمات أو قدرة على تركيب البروتينات .

2- الكائنات المعدية الخلوية:

- طلائعيات النوى: الجراثيم على الأرض مئات الألوف. اكتشف منها 5500 نوع.
- حقيقيات النوى: الفطور ، الأولي ، الديدان.

حقيقيات النوى Eukaryotes، طلائعيات النوى Prokaryotes: الفرق يكمن في بنية النواة.

- حقيقيات النوى: نواة حقيقية ذات صبغيات متعددة ، يحيط فيها غشاء نووي ، تستخدم جهاز الانقسام الخيطي لتأمين الانقسام المتساوي للصبغيات.
- طليعيات النوى: شبه نواة تتكون من جزيء حلقي مفرد من ال DNA مخلخل التركيب ، دون غشاء نووي وجهاز انقسام خيطي.

بنية الخلية الجرثومية:

■ تصنف الجراثيم :

✓ حسب الشكل : مكورات، عصيات، الملتويات، متعددة الأشكال (المفطورات عديمة الجدار)

✓ حسب الاصطفاف: ويحدده اتجاه الجراثيم ودرجة التصاقها ساعة انقسام... الخ

حجوم الجراثيم تتراوح بين 0.3 ميكرون و 5 ميكرون. حجم أصغر جرثوم (المفطورات) يعادل حجم أكبر الفيروسات (فيروس الجدري). حجم أكبر العصيات يعادل حجم الكريات الحمر البشرية 7 ميكرون.

تقسم مكونات الخلية البكتيرية إلى مكونات أساسية وغير أساسية.

1. المكونات الأساسية : سميت بالمكونات الأساسية لأنها موجودة في جميع الكائنات الحية بما في ذلك البكتريا وهي: الغشاء السيتوبلازمي ، الريبوسومات ، المنطقة النووية الحاوية على مادة DNA المسؤولة عن حمل ونقل الصفات الوراثية

2 . المكونات غير الأساسية في البكتريا: الجدار الخلوي ، الكبسولة ، الأسواط ، الأبواغ والبلازميدات ، الشعيرات.

الجدار الخلوي: بنية متعددة الطبقات خارج الغشاء البلازمي يعطي الجراثيم شكلها.

■ يتألف من مكونات فريدة من نوعها ليس لها مثيل في الطبيعة و له دور مهم في :

1. الحفاظ على الضغط الحلوي

2. السيطرة على نقل المواد الغذائية

3. حماية الخلية من الانفجار

4. له دور في الانقسام.

تسبب مكونات الجدار الخلوي لاسيما جدار البكتريا السالبة لصبغة غرام عند تحليلها داخل الجسم أعراض مرضية نتيجة احتواءه على مكونات سمية Lipid A. يمثل الجدار الخلوي موقعا لعمل بعض المضادات الحيوية Antibiotic. يفيد الجدار الخلوي في التعرف المخبري على الجراثيم عن طريق البولي سكاريدات والبروتينات الموجودة فيه. الاختلاف في تركيب الجدار الخلوي للبكتريا يميز استجابة البكتريا لصبغة غرام.

الجدار الخلوي للجراثيم إيجابية الغرام:

1. الببتيدوغليكان: أكثر ثخانة منه عند سلبيات الغرام. بيتيد + غليكان (السكر). عبارة عن شبكة معقدة منضفرة تحيط بكامل الخلية خاصة بجدران الخلية الجرثومية فقط. يتكون من عدة طبقات من الببتيدوغليكان 40 طبقة (15-80 نانوميتر).

يشكل 30٪ من الكتلة الجافة للجدار.

2. حمض التيكويك: يعتبر مستضد يحرض إنتاج أضداد نوعية للنوع.

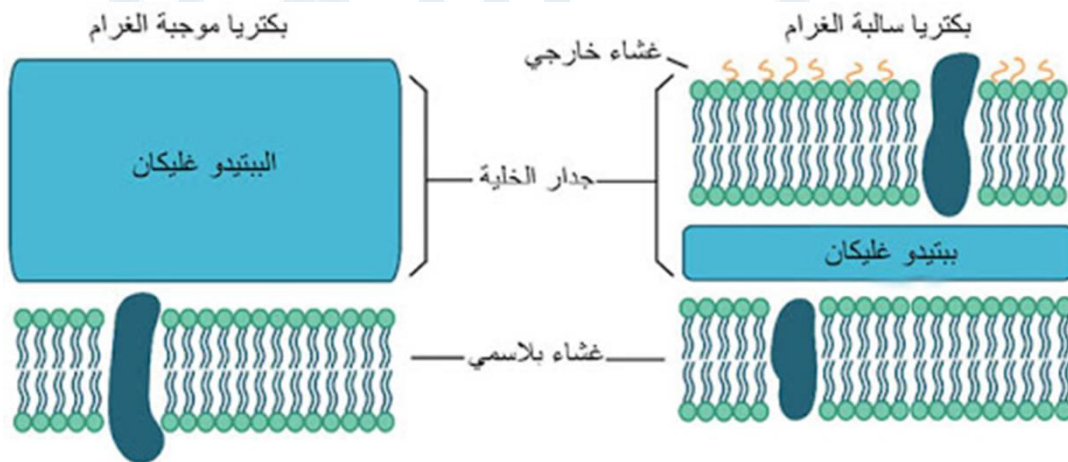
3. بروتينات: تلعب دورا في الأمراض مثل: البروتين A عند S. Aureus و البروتين M عند العقديات المقيحة.

الجدار الخلوي للجراثيم سلبية الغرام:

1. الببتيدوغليكان: طبقة أرق من الإيجابيات 2 نانوميتر. يشكل 10٪ من الكتلة الجافة للجدار.

2. الغشاء الخارجي Outer Membrane يحوي بروتينات أهمها بروتين الغشاء الخارجي A. البروتين الشحمي الموريني تلعب دورا في الالتصاق. بروتينات لها دور في النقل عبر الثقوب Porins.

3. ليبوبولي سكاريد LPS: هو الذيفان الداخلي المسؤول عن ملامح عديدة من المرض كالحصى والصدمة. موجود في الطبقة الخارجية من جدار سلبيات الغرام. يتكون من: فوسفوليبيد A هو الشحم المسؤول عن سمية الذيفان الداخلي بارتباطه مع CD14. عديد سكاريد لبني. بولي سكاريد خارجي: المستضد الجسسي O



الغشاء السيتوبلازمي Cytoplasmic membrane: يتوضع إلى الداخل من طبقة البييتيدوغليكان. طبقة ثنائية من الفوسفوليبيدات تشبه حقيقيات النوى. له 4 وظائف:

- النقل الفاعل للجزيئات إلى داخل الخلية
- توليد الطاقة بالفسفرة التأكسدية
- إنشاء طلائع جدار الخلية
- إفراز الأنزيمات والذيفانات.

السيتوبلازما Cytoplasma: منطقتين منفصلتين بالمجهر الإلكتروني.

اللحمة عديمة الشكل: تحوي الريبوزومات والحببيات الغذائية

منطقة شبه النواة وتحوي ال DNA

أولاً: شبه النواة **Nucleoid**: مكان ال DNA الجرثومي. جزيء مفرد حلقي غالباً. يحوي حوالي 2000 مورثة. طوله 1000 ضعف الخلية الجرثومية. لا يوجد غشاء نووي ولا جهاز انقسام ولا هستونات.
ثانياً: البلازميد **Plasmids**: جزيئات من ال DNA حلقية ثنائية الشريط خارج الصبغيات، تتضاعف بشكل مستقل عن الصبغيات الجرثومية، يمكنها الاندماج مع الصبغيات الجرثومية، توجد في إيجابيات وسلبيات الغرام.

■ لها نوعان: - البلازميدات النقالة: تنتقل من خلية إلى أخرى بالاقتران.

- البلازميدات غير النقالة: تحمل المورثات الرامزة لبعض الوظائف والبنى مثل: مقاومة

الصادات والمعادن الثقيلة والأشعة فوق البنفسجية والخمّل وإنتاج الذيفانات الخارجية.

ثالثاً: المورثات القافزة **Transposons**: قطع من ال DNA تنتقل بسهولة من مكان إلى آخر ضمن ال DNA الخاص بكل من الجراثيم والبلازميدات وملتهمتات الجراثيم، أو من DNA كل منها إلى DNA الآخر. ترمز لأنزيمات مقاومة الصادات أو الذيفانات أو العديد من أنزيمات الاستقلاب.

رابعاً: الريبوزومات **Ribosomes**: مكان إنشاء البروتينات، حجمها 70 S، تتألف من وحدتين 30S و 50S، تختلف عن ريباسات حقيقيات النوى ومنها خلايا الإنسان

يشكل الاختلاف في ال RNA والبروتين الريبوزوميين أساس التأثير الانتقائي للعديد من الصادات التي تثبط إنشاء البروتين الجرثومي وليس الإنساني.

المحفظة Capsule: تركيب خارج خلوي يحيط ببعض أنواع البكتيريا، تمنح الكبسولة للمستعمرات الجرثومية Colonies في الأوساط المخبرية قواما لزجا رطبا.

تركيبها : بولي سكاريد عدا في عضية الجمرة هي مكوثر - D غلوتاميك

أهمية المحفظة Capsule:

1. تقرر فوعة الجراثيم لأنها تحد من قدرة البالعات على الإحاطة بالجراثيم (بعض الجراثيم التي فقدت محفظتها تصبح غير ممرضة)
2. تساعد في التعرف النوعي على متعضية ما باستخدام مصل مضاد للبولي سكاريد المحفظي. (تفاعل كولينغ).
3. تحضير لقاحات من البولي سكاريدات المحفظية بسبب خاصيتها المستضدية (كما في لقاح العقديات الرئوية).
4. لها دور في التصاق الجراثيم بأنسجة الإنسان وهي مرحلة هامة في إحداث المرض.

الكنان السكري Glycocalyx: غلاف بولي سكاريدي بشكل شبكة رخوة من الخيوط المحيطة بالجدار الجرثومي. يساعد الجراثيم على الالتصاق بسطوح الجلد والصمامات القلبية والقثاطر. ينتج أحيانا بكميات كبيرة فيشكل طبقة سميكة تبدو منفصلة عن الخلايا تسمى الطبقة اللزجة Slime Layer أو الغشاوة الحيوية Biofilm.

▪ في العقديات الطافرة: الكنان السكري يتوسط الالتصاق بسطح الأسنان لتسهل في تشكيل اللويحات وهي طليعة التسوس السني.

الطبقة اللزجة للعقديات الفموية تلتصق على الصمامات القلبية بواسطة الطبقة اللزجة ← فتجذب البيض ← فشل في البلعمة ← إطلاق الجسيمات الحالة ← تفاعل التهابي يؤدي التهاب الشغاف.

الأسواط Flagella: تعد من التراكيب الخارجية الظاهرية. تتكون من خيوط بروتينية (بروتين Flagin) يبلغ طولها أضعاف طول البكتيريا نفسها. واسطة الحركة للبكتيريا التي تملكها ويمكن رؤيتها تحت المجهر باستخدام صبغة الفوكسين القاعدي وحامض التانيك.

أهمية الأسواط Flagella:

1. الوسيلة الوحيدة التي تتحرك الجراثيم بواسطتها تجاه الطعام (خاصية الانجذاب الكيماوي)
2. تسهم في الأمراض (تساعد جراثيم الايشيريشيا كولي والمتقلبات في الوصول الى المثانة صعودا عبر الاحليل محدثة الانتانات البولية).

3. في بعض الأنواع كالمونويلا تستخدم في التعرف المخبري أعداد نوعية تجاه البروتينات السوطية.

الأشعار أو الخمل Pili: تشبه الشعر تمتد خارج سطح الخلية. أقصر وأكثر استقامة من السياط وتتكون من وحيدات من بروتين الشوكين (Pilin). توجد بشكل رئيسي في سلبيات الغرام.

أهمية الأشعار:

1 - تتواسط التصاق الجراثيم بمستقبلات نوعية على سطح الخلايا الإنسانية.

2 - نوع خاص منها يسمى الشوك الجنسي يشكل الاتصال بين الجرثوم المانح (الذكر) والمتقبل (الانثى) أثناء الاقتران.

الأبواغ Spores: توصف الأبواغ على أنها نمط خلوي استثنائي يتكون داخل الخلية البكتيرية عند نموها في ظروف دون الظروف المثلى. نوعين هامين من الناحية الطبية يشكلان أبواغ:

1. جنس العصيات **Bacillus** يتضمن عصية الجمرة الخبيثة

2. جنس المطثيات **clostridium** يتضمن عامل مرض الكزاز والتسمم الوشيقي

3. من المكورات التي تشكل أبواغ نوع **Sporosarcina**

-تتكون الأبواغ من DNA الجرثومي نكمية قليلة من السيتوبلازما، الغشاء الخلوي، الببتيدغليكان، القليل جدا من الماء، قشرة البوغ، غلاف شبه كيراتيني مسؤول عن مقاومتها الكبيرة للحرارة والجفاف والإشعاع والمواد الكيميائية.

-تنعدم أي فعالية استقلابية في البوغ ويبقى هاجعاً لسنوات حتى يتعرض للماء والأغذية المناسبة فتقوم أنزيمات خاصة بتفكيك الغلاف ودخول الماء والغذاء ويحدث الإنتاش لتعاود بعدها الخلية الجرثومية الاستقلاب. لا تعد الأبواغ البكتيرية وسيلة للتكاثر ولكنها وسيلة لحفظ النوع لأن كل بوغ ينتش ويعطي جرثوم واحد.

أهمية الأبواغ **Spores:** مقاومتها غير الطبيعية للحرارة والمواد الكيميائية. يتطلب التعقيم والتخلص منها استخدام درجات حرارة عالية.

مواقع الأبواغ داخل الخلية الجرثومية:

- يختلف موضع تكون البوغ في الخلية البكتيرية فقد يكون: مركزي: Central، طرفي: Terminal، شبه طرفي Sub terminal