

مناعة الثوي – طرق التعقيم والتطهير

بعد أن تطرقنا سابقاً للبنية العامة للجراثيم ، ومن ثم العلاقة بين الجراثيم والثوي ، لابد أن نخرج قليلاً على رد فعل الثوي للعوامل الممرضة بالمجمل.

تعرف المناعة **Immunity** بأنها المقاومة التي يبديها الثوي للمرض أو أي جسم غريب وبخاصة الأمراض الخمجية.

- وتدعى مجموعة الخلايا والأنسجة والجزيئات التي تتوسط المقاومة للخمج بالجهاز المناعي **Immunity System**.

- ويدعى رد الفعل المتناسق بين هذه الخلايا والجزيئات تجاه الكائنات الدقيقة الخامجة بالاستجابة المناعية **Immune Response**.

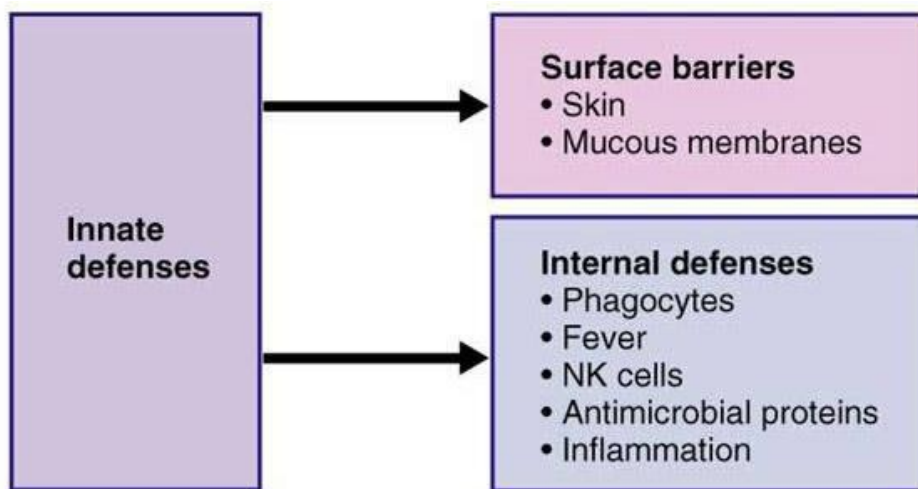
الاستجابة المناعية إما أن تكون فطرية أو مكتسبة .

وسائل دفاعية فطرية **Innate Defenses**

◀ هي المقاومة (المناعة) التي لاكتسب من خلال التماس مع المستضدات الغريبة، تكون غير نوعية **nonspecific**.

◀ تختلف وتتنوع بالعمر والنشاط الهرموني والاستقلابي.

◀ لا تحتاج إلى التعرض للعامل الممرض **exposure** فهي موجودة في الجسم منذ الولادة.



وسائل دفاعية مكتسبة (تأقلمية) **acquired (adaptive) immunity**

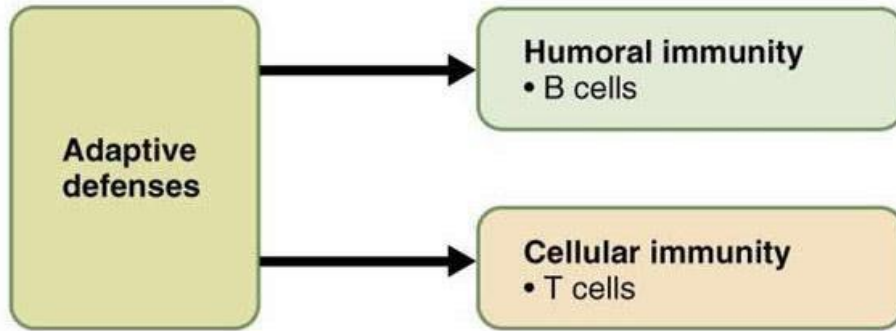
◀ وهي لا تولد مع الإنسان وإنما يكتسبها خلال حياته عند التعرض للعامل الممرض وتنخفض كميتها بعد التخلص منه لكنها تبقى لفترة طويلة و تكون مستعدة للتصدي له حتى لو دخل الجسم مرة ثانية.
◀ نوعية **specific** .

◀ لا بد من التعرض والتعرف على العامل الممرض كي تحصل هذه المناعة المكتسبة.

◀ وتميز ضمن نوعين :

مناعة فاعلة Active Immunity تحدث بعد التعرف والتماس مع المستضدات الغريبة عن الجسم **تعتمد** عليها اللقاحات.

مناعة منفعة Passive Immunity تنقل بواسطة أصداد أو لمفاويات تكونت في مضيف آخر يعتمد عليها المصل المضاد **antiseras**.



الوسائل المناعية الفطرية (غير النوعية)

و تصنف كما يلي:

1. ميكانيكية.

2. كيميائية.

3. حيوية.

يمكن للعضو نفسه أن يكون تحت أكثر من تصنيف.

❖ تتضمن:

1. الجلد والأغشية المخاطية.

2. الحموضة المعدية.

3. بعض الخلايا غير النوعية مثل البالعات و الخلايا الالتهابية و الفلورا الطبيعية.

أولاً: الحواجز الفيزيولوجية /الجلد والأغشية المخاطية/

الجلد

■ يعتبر الجلد السليم حاجز فيزيائي وكيميائي وحيوي للأسباب التالية:

✓فيزيائي (ميكانيكي):

لأنه مكون من خلايا مترابطة على بعضها بشدة بحيث يمنع معظم الأجسام الغريبة والعوامل الممرضة مهما بلغت من الصغر من الدخول لداخل الجسم.

✓كيميائي:

عن طريق المفرزات التي توجد على سطحه كالعرق والمفرزات الدهنية كالحموض الدسمة المفرزة من الغدد الدهنية والتي تجعله أكثر حموضة pH (الجلد يتراوح من 3 - 5 وبالتالي أكثر مقاومة للعوامل الممرضة. يحوي الجلد على أنزيم الليزوزيم Lysozyme وهو أنزيم يقوم بحل الجدران لبعض الجراثيم، موجود في الدمع والمفرزات التنفسية وعنق الرحم.

✓حيوي:

• عن طريق الفلورا التي توجد على سطحه.

❖ تختلف مقاومة الجلد مع العمر فمثلاً يكون جلد الأطفال حساس للأخماج الجلدية ، و بعد البلوغ تزداد المقاومة وبخاصة للفطور وذلك بسبب المحتوى العالي من الحموض الدسمة المشبعة في المفرزات الدهنية.

الأغشية المخاطية

◆ خط الدفاع الثاني بعد الجلد وهو كذلك حاجز فيزيائي وكيميائي وحيوي.

✓فيزيائي:

خلاياه مترابطة، كما أنه يحتوي على الأهداب (خلايا مشعرة) كما في الجهاز التنفسي . يعتبر منعكس السعال آلية وقائية خاصة بالجهاز التنفسي.

✓كيميائي:

• عن طريق المفرزات المخاطية والأنزيمات الحالة سواء في الدم أو اللعاب أو الدمع كأنزيم الليزوزيم

.Lysozyme

• بعض الأضداد المنتجة سابقاً مثل ال IgA الموجودة على الأغشية المخاطية و خاصة الجهاز التنفسي

◆

• الأنزيمات المعوية والبنكرياسية والأملاح الصفراوية التي تقاوم الجراثيم.

• كذلك حموضة المعدة التي تقضي على حوالي 99.99% من الجراثيم المتناولة عن طريق الفم.

• وكذلك الأمر بالنسبة للدمع و البول اللذان يقومان بغسل الأفتية المفرغة و الأعضاء.

• بالإضافة إلى بعض الأضداد الخاصة (الإفرازية) كاللاكtoferrin الذي يقوم بأخذ

الحديد من الجراثيم وبالتالي يقضي عليها فهي لا تستطيع الحياة بدونه .

• كما تفرز الخلايا الظهارية (سواء في الجلد أو الأغشية المخاطية) ببتيدات ذات تأثير مضاد حيوي مثل

الديفينسينات Defensins والكاثيليسيدينات Cathelicidins التي تقتل الجراثيم.

• حموضة المهبل و البول لوجود العصيات اللبنية والتي تساهم بدور وقائي ضد العدوى الجرثومية.

✓حيوي:

• عن طريق الفلورا كالفلورا المعوية و الفلورا الموجودة في المهبل (العصيات اللبنية) وغيرها....

• فنظراً لوجودها المسبق و التصاقها تمنع الجراثيم الأخرى من الاستيطان و إحداث المرض.

لذلك أي اضطراب في هذه الفلورا سواء كان دوائي أم خلقي سيؤهب لحدوث الإنتان و المرض.

• تدل الدراسات الحديثة أن اضطراب الفلورا المعوية هو السبب الرئيسي في الإصابة ببعض الأمراض

مثل: اضطرابات الفيتامينات , اضطراب المناعة , بعض أنواع سرطانات الكولون , و عسر النمو عند الأطفال ,

- حتى أن الدراسات الحديثة تؤكد أن أحد العوامل المؤهبة للبدانة هو اضطراب الفلورا و ازدياد نسبة الجراثيم المتطفلة الأخرى.
- يمكن أن يتم تنشيط النظام المناعي الخاص بالجهاز التنفسي بتأثير التدخين والكحول ونقص الأكسجة.

ثانياً: الآليات المناعية الفطرية

عند دخول العامل الممرض عبر الجلد تبدأ العملية الالتهابية غير النوعية و التي تتضمن كجزء منها البلعمة و التي تشكل ردة فعل اتجاه أي أذية حيوية أو غيرها.

كما تطلق البالعات السيتوكينات والوسائط الأخرى كبروتينات المتممة و الأنزيمات الحالة و الانترفيرون و غيرها التي تنبه الاستجابة الالتهابية و تشكل جزءاً من المناعة غير النوعية.

تحدث الاستجابة الالتهابية بسرعة و تساعد في كبح انتشار العامل الممرض حتى يبدأ الرد النوعي المكتسب.

تشمل مجموع الآليات المناعية الفطرية :

جملة البلاعم وحيدة النوى- البلعمة - الاستجابة الالتهابية- الحرارة .

نظام البلاعم وحيدة النوى Mononuclear phagocyte system

✓ وهي الخلايا البالعة وحيدة النواة المنتشرة في: الدم، النسيج اللينفاوي، الكبد ، الطحال ، نقي العظام ، والرئة.

عند تعرفها – أي البالعات- على المكونات الجرثومية تفرز سيتوكينات الذي ينتج عنه تفعيل وجود البالعات بشكل أكبر مكان الخمج.

البلعمة :

- خلال الخمج الجرثومي يزداد عدد البالعات الجائلة.
- تتضمن الوظائف الرئيسية للخلايا البلعية : الهجرة، الإنجذاب الكيميائي، ابتلاع ، قتل الكائنات الدقيقة.

من البالعات :

1. العدلات: (neutrophils) وهي نوع من أنواع البالعات و تشكل 60% من الكريات البيض تحوي حبيبات مؤلفة أنزيم الليزوزيم وأنزيمات حلمهة أخرى و بروتينات مرجعة و لكتوفيرين Lactoferrin و أكاسيد الأزوت السامة للجراثيم .
 2. البالعات الكبيرة (وحيدة النواة: macrophage) موجودة في الدم وتمتلك عمر أطول من العدلات .
 3. البالعات الثابتة الموجودة في النسيج الشبكي البطاني (الموجودة في الكبد والطحال...).
- تملك العديد من الأحياء الدقيقة عوامل كيميائية تجذب الخلايا البالعة.
- الجرثوم إما أن يذهب مباشرة إلى البالعة في حال احتوائه المستقبلات أو أن يرتبط بالأضداد عند غياب المستقبلات أو أن تتواجد العناصر الثلاث: الجرثوم و الضد و المتمم كي تحدث عملية البلعمة.

• بعد أن يدخل الجرثوم للخلية البالعة و يتشكل فجوة الابتلاع (اليبلوع) phagosome و هي فجوة تحيط بالعامل الغريب.

• فور حدوث هذه العملية يبدأ الاستقلاب بالازدياد و هذا ما يسمى بالهبة التنفسية respiratory burst الهدف منها إنتاج مواد سامة و قاتلة للجراثيم الموجودة ضمن اليبلوع و يصبح الـ pH حامضي.

لا يمكن لهذه المواد أن تكون جاهزة في الخلية و مخزنة لأنها سامة ستؤدي لموت الخلية لذلك تتشكل عند الحاجة و تتفكك بعد القيام بعملها لكن الخلية تحوي المكونات الأساسية لصنع هذه المواد.

• كذلك تحوي الخلايا البالعة على الأنزيمات الحالة (الليباز , البروتياز) لا تسبب الضرر للخلية على

العكس من الجذور الحرة التي تنتج بعد تشكل اليبلوع بعملية الهبة التنفسية و مثالها :

الماء الأوكسيجيني , فوق الأوكسيد (superoxides) ، أول أوكسيد الأزوت NO ، فهذه المواد تكون موجودة في الخلية ضمن حبيبات تسمى باليحلول (الجسيم الحال) lysosome .

و هذا سبب تسمية هذه المرحلة بمرحلة التحبيب الخلوي (ترى بالتلوين تحت المجهر).

إذاً الحبيبات تتجمع فيها المواد المستخدمة لحل و قتل العوامل الممرضة .

• تتجمع الحبيبات مع بعضها البعض و تلتصق مع فجوة الابتلاع و ينتج ما يسمى . phagolysosome

و يتم هذا الارتباط و الالتحام كي تنفرغ محتويات اليحلول في اليبلوع الحاوي على العامل الممرض و تقوم بحله بآليات مختلفة، في هذه المرحلة تزول حبيبات الخلية (بعد الانصهار) فتسمى مرحلة زوال التحبيب.

• العوامل التي تزيد من فعالية البلعمة: وجود أضداد تدعى الطاهية Opsonin و هي تغلف الجرثوم وتسهل ابتلاعه.

Opsonization الطهي هو عملية تغليف الجرثوم بأضداد بغاية تسهيل عملية ابتلاعه، ويمكن أن تتم عملية الطهي بإحدى الآليات :

1- تلعب الأضداد وحدها دور الطاهية.

2- يفعل ارتباط مع المستضد السبيل التقليدي للمتممة معطياً دور الطاهية.

3- قد تنتج الطاهية بواسطة نظام حساس للحرارة حيث تفعل الغلوبولينات المناعية و عوامل أخرى عنصر المتممة C3 بواسطة السبيل البديل.

• يلي مرحلة الطهية مرحلتي التجمع و الانسلاخ.

• العدلات تقوم فقط بالبلعمة بينما البالعات الكبيرة تقوم بالبلعمة و تقديم المستضدات للخلايا البائية لتقوم

بدورها بإنتاج الأضداد.

• كي تحدث عملية البلعمة يجب أن تلتصق العوامل الممرضة على سطح البالعة الحاوي على 3

أنواع من المستقبلات:

1 مستقبلات تأخذ العامل الممرض لوحده.

2 مستقبلات تأخذ العامل الممرض بعد ارتباطه مع ضد نوعي.

3 مستقبلات تأخذ العامل الممرض بعد ارتباطه مع جزء من البروتينات المتممة.

• لاحظ أن الأضداد لها دور بالمناعة النوعية و لها أيضاً دور في المناعة غير النوعية (بعد عدوى سابقة) و

ذلك عن طريق تقديمها للمستضد للبالعات لتسهيل عملية البلعمة.

• المتممة :

بروتينات غير نوعية موجودة في المصل أو ترتبط بالغشاء لها عدة أنواع، هامة في الدفاع ضد الأحياء الدقيقة، العديد من بروتيناتها هي عبارة عن أنزيمات حالة للبروتينات، و تفعيل المتممة يتضمن تفعيل هذه الأنزيمات بشكل متسلسل بإحدى السبل :

السبيل البديل Alternative Pathway : يتم تفعيله بواسطة الأسطح الجرثومية (المستضدات السطحية) ويعتبر مكون المناعة الفطرية.

السبيل التقليدي Classic Pathway : يتم تحفيزه بواسطة ارتباط الأضداد بالجراثيم أو المستضدات الأخرى ولذا يعتبر الذراع الخلوية للمناعة المكتسبة.

بعض وظائفها: إما زيادة هجرة الخلايا أو مساعدة الأضداد على حل الخلايا أو تقديم المستضدات، و بالتالي تساعد في المناعة النوعية و غير النوعية معاً، و هي غير نوعية على العكس من الأضداد النوعية (غاما غلوبولين).

● قتل الجراثيم أو تحطيمها داخل الخلية:

✓ يتم بإحدى طريقتين:

1. آليات معتمدة على الأوكسجين : تقوم على أساس تشكيل شوارد الهيبوكلوريت نتيجة التفاعل.
2. آليات غير معتمدة على الأوكسجين : تعتمد في القضاء على الجراثيم على الإنزيمات الحالة مباشرة مثل : الميلوبيروكسيداز و اللاكتوفرين.

✓ هناك بعض الأحياء الدقيقة قادرة على مقاومة عملية البلعمة وإيقافها في أحد مراحلها:

- 1- هناك بعض أنواع البكتيريا تفرز بعض المواد المعيقة لعملية البلعمة و تبقى ضمن البالعة نفسها أي تدخل إلى داخل البالعة وتعيش ضمنها ، و تصبح البالعات بحد ذاتها حامل للبكتيريا مثال :بكتيريا السل.
 - 2- بعضها الآخر قادر على مقاومة بعض المواد الحالة، مثال :العنقوديات المفرزة للإنزيم المخرب للماء الأوكسجينى القاتل للعامل الممرض.
 - 3- الجراثيم ذات المحفظة تستطيع أن تقاوم البلعمة بمنعها لعملية الانغلاف و تكوين الفجوة لذلك فهي شديدة الأمراض.
- بعض الجراثيم المخربة تحتاج لفعالية المناعة النوعية للتخلص النهائي من أجزائها , حيث أن البلعمة جزأت العامل الممرض إلى مستضدات تتعامل معها الأضداد النوعية.

● نتائج البلعمة:

- 1- يتخرب العامل الممرض و يتخلص منه الجسم.
 - 2- تتفكك إلى مستضدات تتعامل معها المناعة النوعية.
 - 3- تبقى حية ضمن البالعة و هنا يتم التخلص منها إما بتفعيل البالعة بالمناعة النوعية أو بقتل البالعة وما تحويه. آثارها المجهرية: توسع وعائي، نتحة....
- آثارها السريرية :احمرار , ألم ,وذمة ,ارتفاع بالحرارة الموضعية ... و هي من الصفات السريرية للالتهاب.

الاستجابة الالتهابية:

□ البلعمة والالتهاب آليتان مترابطتان :فالبلعمة تحدث أثناء الاستجابة الالتهابية والبلعمة نفسها تحرض على استجابة التهابية شديدة.

- الاستجابة الالتهابية : هي حدثية تجري في أماكن الأذية سواء كانت ناتجة عن عوامل فيزيائية أو كيميائية أو حيوية.
- للالتهاب أربع أعراض مهمة :الألم ,الوذمة ,الحرارة ,الاحمرار.

□ عند حدوث أذية في منطقة ما من الجسم (كدخول العامل الممرض) يحدث تخريب موضعي و تقوم خلايا المنطقة المتأذية وخلايا البطانة المتأذية و البالعات و العدلات الموجودة في المنطقة بإطلاق الوسائط الكيميائية منها:

أ. عوامل جذب كيميائي: (chemotactic factors):

بغاية استجراار الخلايا لمكان الأذية، أهم هذه العوامل الـ interleukin 8 (IL-8) و غيره، هذه العوامل التي تنتشر في الجسم ، و تستجيب لها بشكل أساسي البالعات الكبيرة والعدلات.

ii . مواد تزيد نفوذية الأوعية:

تصل الخلايا المناعية (البالعات والكريات البيضاء) عن طريق الأوعية الدموية و بالتالي فهي تحتاج لمواد تزيد نفوذية الأوعية لذلك تنطلق وسائط كيميائية معينة هي: البروستاغلاندين والليكوترينات و الهيستامين وعناصر المتممة ، كما تنطلق و سائط أخرى خاصة بالألم لتجنب الأذية الإضافية للمنطقة المصابة.

♦ هناك عوامل معينة تفرز لجعل المسؤول عن الاستجابة الالتهابية هي العدلات أكثر من البالعات أو العكس.

♦ إذا كان العامل الممرض فيروس أو عامل داخل خلوي (أي بكتريا كامنة في الخلايا) تستجيب للمفاويات بكمية أكبر و تسمى الاستجابة الالتهابية الحبيبية (كما في السل).

♦ و حتى على مستوى الدم المحيطي عند القيام بتحليل دم (تعداد و صيغة & blood count differential count نرى بالصيغة ارتفاع بعدد العدلات بشكل خاص مع ارتفاع الـ WBCs بشكل عام 11-17 (ألف) بينما الطبيعي 4.5- 8 (آلاف) و هذا يدل على استجابة التهابية .

■ الآن و صلت الكريات البيض لمكان الأذية و ستقوم بعملية البلعمة لمحاولة التخلص من العامل الممرض:

♦ تحدث هجرة العدلات إلى مكان الكائنات الممرضة و لكي يتم إيقافها في الجريان الدموي فإن الخلايا البطانية في منطقة الأذية (بالإضافة للنفوذية الحاصلة) يبرز عليها جزيئات التصاق للبالعات و العدلات لتلتصق انتقائياً بتلك المنطقة من هذه الجزيئات (Selectin ,Integrin) ليحدث بعدها الانسلاخ باتجاه الأذية و العامل الممرض بفضل عوامل الجذب الكيميائي سابقة الذكر.

♦ بعض هذه الجزيئات موجودة على سطح البالعات نفسها و بعضها على سطح الخلايا البطانية.

هذه الجزيئات موجودة في الحالة الطبيعية بكمية قليلة تزداد عند حدوث الالتهاب لجذب الخلايا و القيام بالاستجابة المناعية.

♦ نتيجة توسع الأوعية الشعرية و الشريينية تهرب البلازما الدموية لتشكل و ذمة مكان الأذية كما تتشكل شبكة من خيوط الفيبرين تسد الأفتية للمفاوية لتساهم في الحد من انتشار العامل الممرض.

♦ بعد الالتصاق و التجمع بخلايا المنطقة المتأذية تحدث عملية الانسلاخ، التي تؤمنها زيادة النفوذية و انفتاح الخلايا البطانية عن بعضها قليلاً لتتحرك الكريات البيض باتجاه الأنسجة.

♦♦ و من العوامل المفترزة أيضاً عامل التخر الورمي Tumor Necrosis Factor TNF- α الذي يساهم في الاستجابة و الأنترلوكين IL-1.

● أهمية البلعمة و العملية الالتهابية:

نتعرف أهميتها من الناحية السريرية:

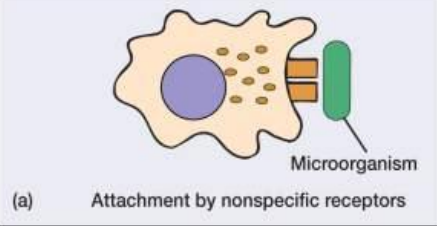
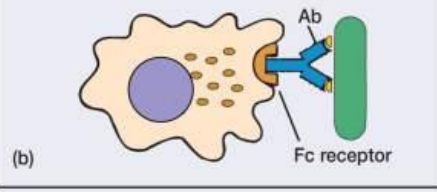
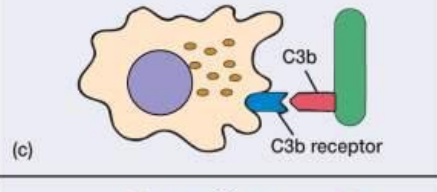

✓ الجراثيم المقاومة لعملية البلعمة تحدث أخماج مزمنة و خطيرة.

✓ أي خلل في عملية البلعمة سواء كان على مستوى الأنزيمات أو الجذور الحرة سيكون عامل مؤهب للمرض.

✓ انخفاض عدد العدلات بشكل أساسي يؤهب لحدوث المرض:

تتخفف العدلات و الكريات البيض بشكل عام في أمراض الدم، الأورام، الإيدز، الأمراض المناعية، إعطاء كابتات المناعة كما في المعالجة الكيماوية للسرطانات.

يسمى هؤلاء المرضى مهما كان سبب النقص بمرضى نقص العدلات. neutropenic patients يجب حماية هؤلاء المرضى من الأخماج و عند بداية الالتهاب و ارتفاع حرارتهم يجب علاجهم سريع و قوي.

Phagocytic cell	Degree of binding	Opsonin
 <p>(a) Attachment by nonspecific receptors</p>	±	-
 <p>(b)</p>	+	Antibody
 <p>(c)</p>	++	Complement C3b
 <p>(d)</p>	++++	Antibody and complement C3b

- ✓ استئصال الطحال أو بعض أمراض الطحال أو شذوذات الكريات الحمر التي تعيق الجريان الدموي الطبيعي في الطحال (حيث أن الطحال يعتبر مركزاً لنضج العدلات و بنفس الوقت ينتج بعض أنواع الغاما غلوبولينات) يعني غياب الطحال و الذي يؤدي لنقص المناعة بشكل أو بآخر.
- ✓ مرضى السكري يحدث عندهم اضطراب بوظيفة العدلات الاستقلابية(اضطراب بالمناعة غير النوعية) بالإضافة إلى أن الأوعية الدقيقة المحيطة تصاب بالتهاب البطانة و تصلب و بالتالي تضعف عندهم عملية البلعمة و يصبحون أكثر تأهباً لحدوث الإنتانات و يتعرضون للدمامل ,و يعانون من بطء شفاء الجروح و خاصة في الأطراف ,فطور بين الأصابع.....
- ✓ في مكان الأذية نتيجة لوجود العوامل الممرضة(الـ endotoxins و مثيلاتها في إيجابيات الغرام) تنطلق مادة تسمى الانترلوكين 1 IL-1 و التي تؤثر على مركز تنظيم الحرارة في الوطاء مما يؤدي إلى ارتفاع الحرارة.
- 📌 ملاحظة:
- الحمى إذا لم تكن مرتفعة جداً (38-39) فإنها تساهم بإبطاء نمو بعض الجراثيم فيكون لها دور دفاعي ما (غير نوعي).

• ومن عناصر المناعة الفطرية أيضاً الخلايا القاتلة الطبيعية **Natural Killer Cells NK** : وتشكل جزء من اللمفاويات ذات وظيفة محددة، وتلعب دوراً في سمية الخلايا المعتمدة على الأضداد antibody-dependent cellular cytotoxicity (ADCC) وخاصة الخلايا المخموجة بالفيروسات.

الوسائل المناعية المكتسبة (النوعية)

❖ عند دخول العوامل الممرضة إلى الجسم سيقوم الجسم بتفكيكها والقضاء عليها عن طريق البالعات أو الأنزيمات ويتعامل معها على أساس أنها جزيئات نوعية تكون قادرة على تحريض الجسم لينتج الأضداد.

❖ الخلايا المسؤولة عن المناعة النوعية هي:

خلايا تنضج في نقي العظام bone marrow هي اللمفاويات البائية lymphocyte B.
خلايا تنضج في التيموس Thymus أو الغدة السعترية هي اللمفاويات التائية lymphocyte T.
أما الجهاز الحاوي على هذه الخلايا فهو: العقد البلغمية.

❖ لهذا الجهاز وظيفة نوعية محددة، لكنه لا يتعامل مع العامل الممرض ككل بل مع أجزائه النوعية ذات البنية الفراغية المحددة ألا وهي المستضدات Antigen Ag سواء كانت هذه الأجزاء مازالت مرتبطة بالعامل الممرض أو منفصلة عنه بواسطة البلعمة.

□ يتعرف على هذا المستضد نوع من الكريات البيض المسماة الخلايا المتعرف macrophage والتي تكشف عن وجود الأجسام الغريبة في الجسم nonself antigen وذلك بالاعتماد على شكلها الفراغي.

❖ بعد عملية التعرف على العامل الممرض، يتم تنبيه نوعين من الخلايا عن طريق تقديم المستضد:

1. الخلايا البائية: و التي تقوم بدورها بصنع الأضداد النوعية الخاصة بهذا المستضد.
و لكنها لا تستطيع اصطناع الأضداد قبل تفعيلها فتتحول إلى خلايا بلاسمية ومن ثم تعطي الأضداد.
 2. الخلايا التائية المساعدة (T4) T help cells : التي تقوم بتفعيل كل الخلايا المناعية الأخرى بإفرازها السيتوكينات و تحرضها على التفاعل و العمل للتصدي للعامل الممرض (البائية، التائية القاتلة T8 , التائية الكابحة ... و كل الجملة المناعية) أي ليس لها عمل وظيفي نوعي.
- أما إذا كانت وظيفة الخلايا التائية المساعدة ناقصة (كما في مرض الإيدز) فسيبقى هذا العامل الممرض بداخلها يعيش ويتكاثر بسبب انعدام المناعة بالكامل.

المناعة الخلطية و الأضداد:

■ هي المسؤولة عن المناعة الخلطية وقد سميت بهذا الاسم لأنها موجودة في أخلاط الجسم (سوائل الجسم المختلفة) و خاصة الدم و المصل فهي غير موجودة في أنسجة الجسم.

تركيبها الكيميائي:

هي عبارة عن غلوبينات لها دور مناعي، شكلها معين (محدد) ولها خمسة أنواع رئيسية يرمز لها بالرمز Ig (Immunoglobulin)

أنواعها الرئيسية:

1- **IgM**: تدل على حدوث خمج لأنها أول ما ينتج من الأضداد في بداية الالتهاب خلال الساعات و الأيام الأولى (2-3 أيام) فتدل على حدوث الخمج تزول من الجسم خلال شهر أو شهرين (بعض الأمراض أكثر) لذلك تستعمل كواسمات مخبرية لمعرفة حدوث الخمج الحالي أي لتحديد المرحلة الحادة، وهي أكبرها حجماً ووزناً لا تنتقل من الأم إلى جنينها لعدم تمكنها من عبور المشيمة.

2- **IgA**: تسمى الإفرازية حيث تذهب بعد أن تنتج إلى الأغشية المخاطية وتوجد في مفرزات الجسم، الخلل فيها يؤدي لسهولة إصابة الأغشية المخاطية و خاصة التنفسية و الهضمية.

3- **IgG**: هي أهم الغلوبولينات المناعية و أكثرها عدداً و هي التي تبقى في جسم الإنسان (شبه دائمة) بعد أن تقوم بدورها على الرغم من أن ظهورها يتأخر عن ال IgM وذلك للتعرف على العامل الممرض والتصدي له

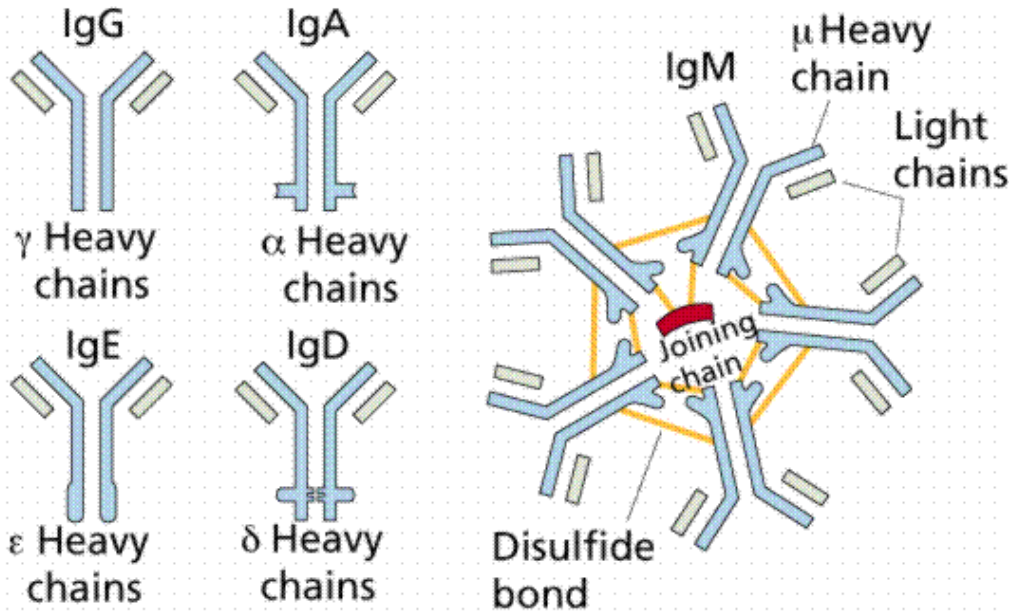
في حال دخوله إلى الجسم مرة ثانية و قد يتناقص عددها قليلاً مع الزمن، وهي النوع الوحيد من الأضداد الذي يستطيع أن يعبر المشيمة ولذا هو أكثر الغلوبولينات المناعية وفرة لدى حديثي الولادة، تشكل المقاومة الأنوية و المستقبلية، تتجول في الدم و توجد في المصل لذلك فهي المسؤولة عن المناعة الشاملة للجسم.

4-IgE: تعد مسؤولة عن التحسس إذ تجعل الخلايا البدينة تفرز الهيستامين بكميات كبيرة.

5-IgD: قريبة من ال IgG وظيفتها غير معروفة تماماً حتى الآن وأعدادها قليلة.

العوامل التي تساهم في توليد الرد المناعي للمستضدات:

- 1- الغرابة: بشكل عام يتم التعرف على الجزيئات إما كجزء من الذات وبالتالي غير ممنعة ولكي تصبح الجزيئات مولدة لرد الفعل المناعي يجب أن يتم التعرف عليها بأنها مغايرة للذات أي أجنبية.
- 2- حجم الجزيئات: معظم الجزيئات الممنعة تكون بروتينات تملك وزن جزيئي كبير KD10000 .
- 3- التعقيد البنيوي والكيميائي: كلما كان أكثر تعقيداً كلما كان مولداً للمناعة بشكل أكبر.
- 4- المحددات المستضدية Epitope: وهي أصغر وحدة من المعقد المستضدي قادرة على ربط الضد، بحيث يملك المستضد محدد واحد أو أكثر.



وظائف الأضداد (كيفية مساهمتها في الحصول على المناعة):

1. تعديل الذيفانات (neutralization) حيث ترتبط الأضداد على سطح الذيفانات مبطلتها مفعولها لأنها تصبح عاجزة عن الارتباط على سطح الخلايا المستهدفة.
2. يمكن للأضداد أن ترتبط على سطح الجراثيم والفيروسات وتمنعها من الالتصاق على الخلايا الهدف أو الأنسجة هذه الأضداد تسمى الأضداد الحاصرة و تقوم بحصر المستضدات blockage of antigen.
3. الطهية Opsonization حيث ترتبط الأضداد على سطح المستضدات لتصبح البالعات قادرة على الإمساك بالعامل الممرض سواء كان كامل أو مجزأ وبلعته، وهذه العملية يمكن أن تقوم بها الأضداد بمفردها. ويمكن أن تحدث بوجود بروتينات المتممة.
4. حل الجراثيم بالمشاركة مع بعض عناصر المتممة.

5. الدلالة على الخلايا المخموجة لأن الأضداد لا تستطيع التأثير على العامل الممرض إذا دخل الخلية الثوي، فتذهب إلى الخلايا التائية القاتلة (السامة cytotoxic T cells) والتي تقتل الخلايا المخموجة عادةً بعد أن تلتصق بها الأضداد.

المناعة الخلوية و الخلايا التائية:

- المناعة الأخرى الموجودة في الجسم هي المناعة الخلوية و التي سميت بهذا الاسم لأن المسؤول عنها هي الخلايا التائية و ليس الأضداد.
- للخلايا التائية عدة أنواع: المتعرفة و المساعدة و القاتلة و الكابحة.
- و هي تقوم بالوظائف التالية:
 - 1 التعرف على المستضدات و تقديمها للخلايا البائية (المتعرفة).
 - 2 الخلايا التائية المساعدة (T4) T help cells :تفعيل الخلايا المناعية العامة بما فيها البائية.
 - 3 قتل الخلايا المخموجة (T8) بمساعدة انواع من الأضداد.
 - 4 بعد انتهاء الاستجابة المناعية يتم إفراز سيتوكينات مضادة(التائية الكابحة) T supressor و التي تعيد الأمور إلى نصابها و إذا حدث خلل في هذه الخلايا الكابحة سيحدث مرض مناعي ذاتي حيث تهاجم خلايا الجسم بعضها البعض.
- و هكذا نرى أن عوامل المناعة مرتبطة مع بعضها البعض، فالمناعة الفطرية الأولية غير النوعية تساعد النوعية و العكس صحيح.

• ذكرنا أن المناعة إما فطرية أو مكتسبة

• والمناعة المكتسبة إما أن تكون فاعلة أو منفعة:

المناعة الفاعلة

طبيعية:

- تحصل نتيجة التعرض للعامل الممرض (الإصابة الطبيعية) التي تكون بشكل مرض صريح أو عدوى تحت سريرية و تشكيل الجسم للأضداد بنفسه وهي تشمل كل العوامل الممرضة.
- وكما نعلم أن الضد نوعي لمستضد معين فبعد زوال العامل الممرض يقل عدد ال-IgG و لكن يبقى بعض الخلايا البائية على شكل خلايا ذاكرة و بالتالي عند دخول المستضد مرة أخرى ستتعرف خلايا الذاكرة عليه و ستصنع أضداد بكمية أكبر و بفترة زمنية أقصر.

صناعية:

- بتقليد العامل الطبيعي عن طريق اللقاح ويتم التلقيح إما باستعمال عوامل ممرضة مضعفة أو مقتولة (و لكن يبقى تركيبها الكيميائي) أو أجزاء من عوامل ممرضة أو ذيفانات أو غير ذلك، لإحداث أشكال طفيفة من المرض(الذي قد يكون قاتلاً لو كان بكامل فعاليته)و بالتالي تشكيل الجسم للأضداد.
- و الآن أصبحت اللقاحات تصنع بالهندسة الوراثية.
- و إن العامل المقتول أقل خطراً و لكن مدة بقاء الأضداد المتشكلة قصير بينما العوامل الممرضة المضعفة قد تشكل خطراً على بعض الأشخاص مضعفي المناعة كالحوامل لكن الأضداد المتشكلة تعطي مناعة لفترة أطول لأن تقليدها للمرض أفضل.
- تتميز المناعة الفاعلة بمجملها بأنها طويلة الأمد.

المناعة المنفصلة

◀ إما أن تكون:

طبيعية:

■ كما هو الحال عندما تمر الغلوبينات المناعية (IgG) عبر المشيمة لوليدها أو الغلوبينات (IgA) من الأم المرضع لوليدها.

صناعية:

■ عن طريق إعطاء الأضداد أو الغلوبينات المناعية أو الخلايا المناعية بالحقن عن طريق الوريد بعد استخلاصها من مصل شخص أُصيب بالمرض و نجا منه(سابقاً تُؤخذ أضداد الكزاز من الحصان) و تنقيتها بالطرق الفيزيائية و من ثم تعطى كمصل مضاد antisera و بشكل خاص الأضداد المضادة للذيفانات antitoxin لأن للذيفانات التأثير الأخطر على الجسم.

■ و ذلك عندما يكون المرض شديداً لا يتحملة الجسم مثل الكزاز و التسمم الوشيقي و الدفتيريا.
◀ هذا و للمناعة المنفصلة محاسن و مساوئ:

❖ **أهم محاسنها:** أنها تحدث فعالية مباشرة و سريعة ← هدفها إسعافي.

❖ **أما مساوئها:** تأثيرها قصير الأمد فالدور الوقائي لها يمتد لفترة قصيرة (عند الوليد تمتدفعالية الأضداد التي انتقلت إليه من الأم عبر المشيمة والتي تكون من النوع IgG حتى 6 أشهر و هي سبب تأخير بعض اللقاحات).

قد تسبب أمراض مصلية.

قد تكون إحدى طرق انتقال مرض الإيدز أو التهاب الكبد.

قد تسبب التحسس و خاصة إذا كان مصدر الأضداد غير بشري (البشرية مكلفة).

مقارنة بين المناعة الفاعلة و المنفصلة

المقارنة	المناعة الفاعلة	المناعة المنفصلة
الطبيعية	التعرض للكائن الممرض	من الأم لطفلها عبر المشيمة أو الحليب
الصناعية	اللقاحات	إعطاء أضداد جاهزة
سرعة التأثير	تحتاج إلى فترة طويلة قد تستغرق (٧ - ١٠) أيام.	فورية (سريعة التأثير مباشرة بعد الحقن يظهر تأثيرها)
الدور الوقائي	تشكل ذاكرة دائمة (تبقى مدى الحياة بعد تشكل الأضداد لأول مرة و تفيد أكثر عند التعرض الثاني للعامل الممرض)	مؤقتة تزول الأضداد من الجسم بعد شهر أو شهرين

التعقيم و التطهير Sterilization & Disinfection

يعتبر كل من التعقيم والتطهير عمليتين أساسيين في الحياة اليومية بشكل عام والممارسات الطبية ومخبر الأحياء الدقيقة بشكل خاص، وكبداية يجب تعريف كل من المفهومين وتوضيحهما مع تمييز الفرق بينهما.

التطهير: Disinfection يعني القضاء على أكبر نسبة ممكنة من العوامل الحيوية الدقيقة (الجراثيم الممرضة وغير الممرضة والفيروسات والفطور، والطفيليات وحيدة الخلية، والبريونات Prions) بنسبة تصل حتى 99% ، بغاية الوصول **للحد الآمن** ولكن قد لا تتأثر الأبواغ الجرثومية والتي هي الشكل المقاوم لها، ويعد كمثال الصابون أو باقي المنظفات المنزلية من المطهرات (Disinfectant) يقصد به المطهر المستخدم في القضاء على الكائنات الدقيقة على الأدوات والسطوح أما **Antiseptic** هو المطهر المستخدم في القضاء على الكائنات الدقيقة على النسيج الحي)، وتعلق فعالية المطهر بعامل التركيز وزمن التماس.

أما التعقيم: Sterilization يمكن من استيعاب كلمة عقيم Sterilize أي (غير منتج) نستنتج أن **التعقيم** هو القضاء على جميع الأشكال الحية الدقيقة سواء الحية المنتشة منها أو المقاومة (الأبواغ)، والممرضة منها وغير الممرضة، ونخص بذلك الأبواغ الجرثومية والفيروسات وغيرها من الفطور والجراثيم والبريونات بحيث تكون نسبة التعقيم 100% أي تمام القضاء على جميع أشكال الحياة الدقيقة فأصبح المحضر عقيم .

Disinfectant يقصد به المطهر المستخدم في القضاء على الكائنات الدقيقة على الأدوات والسطوح .

Antiseptic المطهر المستخدم في القضاء على الكائنات الدقيقة على النسيج الحي،

من المعروف أن أي مادة كيميائية تقتل الكائنات الحية الدقيقة تعتبر مادة مبيدة للجراثيم. وتدعى بمبيد الجراثيم **Bactericide** ، والعوامل التي تمنع تكاثر البكتيريا دون قتلها تسمى كايح الجراثيم **Bacteriostatic** ، والتي تقتل الفطريات بمبيد الفطريات **Fungicide**، والتي تقتل الفيروسات بمبيد الفيروسات **Viricide** .
يكون التعقيم و التطهير اما بطرق فيزيائية او كيميائية عديدة ، وتتخذ طريقة عملها في القضاء على الكائنات الدقيقة أحد المبادئ التالية :

1- **تأذي DNA** : تخريب المادة الوراثية للخلية يؤدي لموتها ، يعتمد هذه الآلية عوامل فيزيائية كالأشعة المرشدة، والأشعة فوق البنفسجية وعوامل كيميائية كالعوامل المؤكسدة **alkylating agent**.

2- **تمسخ البروتينات Protein Denaturation**: بالتأثير على بنيتها وتخريب بنيتها الرباعية أو الثلاثية الأبعاد إلى ثنائية الأبعاد وبالتالي القضاء على الكائن الحي الدقيق، تعتمد الحرارة على هذه الآلية.

3- **تخريب بنية غشاء الخلية أو جدارها**: بالتأثير على آليات النقل فيها وتخريبها بالحل بتغيير الضغط الحلولي (مثال تراكيز الملح أو السكاكر العالية).

4- **التداخل مع الزمر السلفهيدريلية Sulfhydryl group**: هي زمر موجودة في الأنزيمات ومن الضروري حتى يكون الأنزيم فعال أن تكون حرة وغير مرجعة ، فبعض العوامل الكيميائية المؤكسدة تؤكسدها وتجعلها ترتبط ببعضها البعض بشكل متجاور فتعطل عملها، وبعض المعادن كالزئبق يرتبط بها فيعطلها.

5- **التنافس الكيميائي**: حيث تنافس العديد من المواد الكيميائية الأنزيمات في الارتباط بركائزها الطبيعية.

طرق التحكم الفيزيائية للتعقيم / التطهير Physical methods for control

تقسم الطرق الفيزيائية للسيطرة على نمو الكائنات الدقيقة إلى قسمين : طرق حرارية وغير حرارية .

الطرق الحرارية Heat

(1) الحرارة الجافة Dry heat:

وتعتبر من أول الطرق المستخدمة ، تقتل الحرارة الجافة الجراثيم عن طريق أكسدة بروتيناتها وتخریب بنيتها.

أ- أبسط طرق التعقيم بالحرارة الجافة هي عملية التلهب **Flamming** اي تعريض الأداة المراد تعقيمها للهب مباشرة (تصل لحرارة 400-500) ، كمثال عليها تلهيب عروة الزرع المصنوعة من معدن البلاتين ، حيث نقوم بتلهبها لدرجة الإحمرار ونكون قد حصلنا على أداة عقيمة.

ب- فرن الهواء الساخن أو فرن باستور **Hot air oven / Pasteur oven**

يعتبر أحد أهم تطبيقات التعقيم بالحرارة الجافة، يتم فيه تعقيم الأدوات التي تتحمل الحرارة لفترات زمنية طويلة ، كالأدوات المعدنية (مشارط جراحية، ملاقط، مقصات..الخ) والأدوات الزجاجية المتحملة للحرارة كأطباق بتري الزجاجية، الأنابيب المخبرية، الممصات...الخ.

المبدأ الأساسي يعتمد على تطبيق درجات حرارة عالية لفترات زمنية محددة تضمن الحصول على العقامة، وكلما زادت درجة الحرارة المطبقة بالفرن نقصت الفترة الزمنية اللازمة للحصول على العقامة، فمثلاً عند ضبط الجهاز على حرارة 160 للحصول على العقامة نحتاج لفترة زمنية ساعتين ، أما عند زيادة درجة الحرارة حتى 190 تكفي مدة 12 دقيقة للحصول على العقامة يبين الجدول (1) درجات الحرارة والفترات الزمنية اللازمة للحصول على العقامة.



الزمن اللازم للحصول على العقامة(دقيقة)	درجة الحرارة المثوية
180	140

150	150
120	160
60	170
30	180
12-6	190

الجدول (1)

الزمن اللازم للحصول على تعقيم كامل بفرن الهواء الساخن

(2) الحرارة الرطبة *Moist heat*:

تستخدم الحرارة الرطبة لقتل الكائنات الحية الدقيقة في أوساط رطبة مثل الماء المغلي أو بخار الماء، ويعتمد المبدأ على أنّ البروتينات في الحرارة الرطبة تخضع للتمسخ *Denaturation*، وهي عملية تحول البروتين ثلاثي الأبعاد إلى البروتين ثنائي الأبعاد المنهار. معظم الكائنات الحية الدقيقة تقتل خلال دقيقتين أو ثلاث دقائق عند الوصول لدرجة الغليان بالماء 100م ، ولكن قد تكون هناك حاجة لوقت أكثر من ساعتين أو ثلاث ساعات لتدمير الأبواغ الجرثومية أو قد لا يكفي الغليان للقضاء على بعض أنواع الأبواغ المعيّدة لذا نكون هنا أمام حالة تطهير وليس تعقيم ، وطبياً لم يعد يستخدم الغليان البسيط كطريقة في التعقيم أو التطهير حيث يقتصر على استخدامات منزلية، وبغاية الحصول على التعقيم التام هناك تعديلات على الغليان لزيادة فعاليته كما في الطرق التالية:

(1) الصاد الموصد *Autoclave*

المبدأ الأساسي يعتمد على زيادة الضغط المطبق مما يرفع درجة حرارة تبخر الماء ويرفع درجة غليان الماء بالتالي يرفع من درجة حرارة البخار وبالتالي يزيد من الفعالية التدميرية للعضيات الدقيقة.

عند زيادة الضغط المطبق حتى يصبح 2 ضغط جوي (تعادل 2 بار تقريبا و 30 Psi) عندها ترتفع درجة الغليان إلى 121° وتزداد فعالية البخار الساخن في قتل الكائنات الدقيقة وأبواغها، يوضح الجدول (2) درجة الحرارة المطبقة والضغط المطبق والفترة الزمنية الكافية للحصول على التعقيم.

. والأوتوكلاف هو الأداة القياسية لإعداد أوساط زرع الجراثيم وتعقيم الأدوات التي تتحمل حرارة وضغط عاليين مثل المحاقن المعدنية ومعدات المستشفى والمحاليل الوريدية التي لا تتخرب بالحرارة بالإضافة إلى إتلاف الأوساط الزرعية والمخلفات الجرثومية قبل التخلص منها.



الزمن اللازم للحصول على العقامة (دقيقة)	الضغط المطبق (ضغط جوي)	درجة الحرارة المنوية
15	1	121
8	2	132

الجدول (2) يوضح الجدول العلاقة ما بين الحرارة والضغط والزمن اللازم للحصول على العقامة بجهاز الصاد الموصل

(2) طريقة التندلة *Tyndallization*:

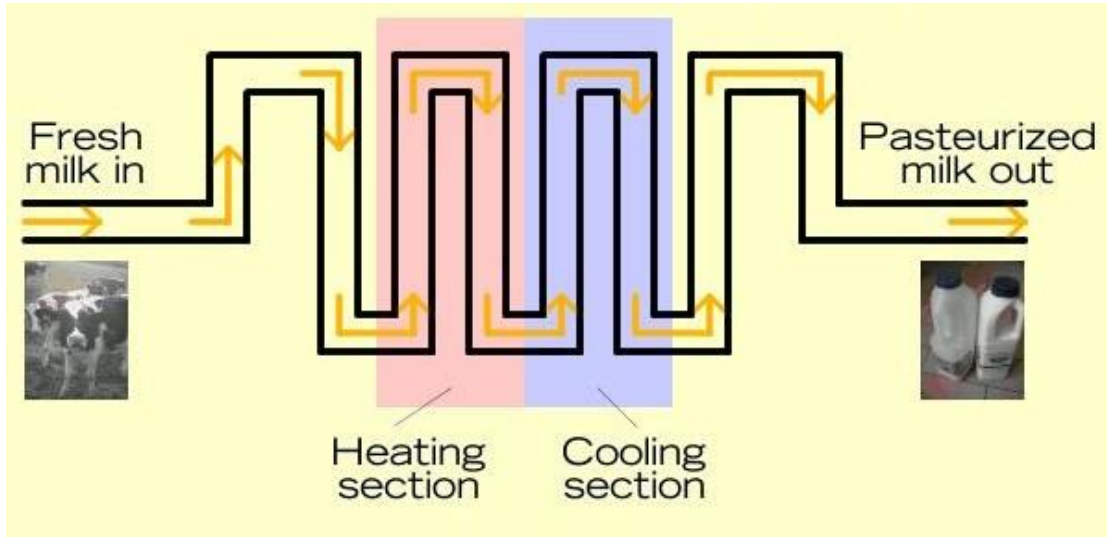
سميت بذلك نسبة للعالم جون تندل John Tyndall وتسمى أيضا التعقيم على فترات متقطعة *Intermittent sterilization*. تخضع السوائل والعينات الدموية التي تتخرب بالحرارة العالية جداً إلى تدفق البخار الحار أو الغليان لمدة تصل 20 دقيقة يومياً لثلاثة أيام متتالية . خلال اليوم الأول تقتل جميع الكائنات الحية الدقيقة (الشكل الاحيائي) ماعدا الأبواغ الجرثومية المقاومة ، يبرد الوسط ويحضن لتنتش الأبواغ وتعطي جراثيم من جديد ، فتعرض لفترة ثانية من الغليان فيتم قتل الأبواغ الجرثومية التي انتشت حينها بالبخار . ويترك الوسط لليوم الثالث لتعاد العملية بعد الحضانة ليتم قتل القلة القليلة المتبقية من الأبواغ والجراثيم التي نبتت في مساء اليوم الثاني بالبخار.

(3) البسترة *Pasteurization*:

سميت بذلك نسبة للعالم لويس باستور Louis Pasteur مبتكر الطريقة، وتطبق على الحليب والعصائر والأطعمة المعلبة وتعتبر طريقة تطهير تستخدم البسترة لخفض المحتوى الجرثومي. تتضمن البسترة عدة طرق (البسترة البطيئة والبسترة السريعة والبسترة الفائقة) ، بدأت بتطبيق درجات حرارة دون درجة الغليان 63م° لمدة 30 دقيقة وهي ما تدعى **بالبسترة البطيئة** ثم تلاها طريقة أحدث تعتمد على تعريض الحليب لدرجة حرارة 72 م° لمدة 15 ثانية وهو ما يدعى **بالبسترة السريعة**، و**البسترة الفائقة** التي تعتمد على رذ الحليب ضمن صفائح معدنية ذات حرارة تصل حتى 143 م° لمدة 4 ثواني ثم التبريد السريع المفاجئ لنضمن الحصول في هذه الحالة على التعقيم، الجدول (3) يلخص أنواع البسترة.

نوع البسترة	درجة الحرارة	الزمن المطلوب
بسترة بطيئة	63م°	30 دقيقة
بسترة سريعة HTLT	72م°	15 ثانية
بسترة فائقة Ultra High Temperature (UHT)	143م°	4 ثواني

الجدول (3)



الطرق الفيزيائية اللاحرارية Non heat :

وهناك العديد من الطرق غير الحرارية المتاحة للسيطرة على وجود الأحياء الدقيقة ونموها ، من بينها :

I. الترشيح Filtration

تستخدم لتعقيم المواد الحساسة للحرارة أو الأشعة أو المطهرات الكيميائية كالمحاليل الصيدلانية مثل اللقاحات والمصول الحساسة أو لتعقيم الهواء في الغرف، وهي عملية يمر فيها السائل أو الغاز من خلال سلسلة من المسام الصغيرة ضمن مرشح غشائية دقيقة بما يكفي لمنع مرور الكائنات الحية الدقيقة . وبعملية تطبيق ضغط على العينة ايجابي أو ضغط سلبي على الرشاحة(تخلية) يمكن المساعدة في سحب السائل أو الغاز من خلال المرشحات . ويمكن استخدام المرشحات الغشائية المكونة من النيتروسيليلوز أو ما شابه . تعتمد فعالية التصفية على حجم المسام التي يمكن أن تعترض الكائنات الحية الدقيقة فعلى سبيل المثال إذا كان المراد إزالة البكتيريا فإن المرشح تدعى حينها بالمرشح الميكرونية Microfilter بحيث يكون حجم المسام حوالي 0.2 ميكرومتر، بينما إذا كان المراد إزالة الفيروسات، فإنه يتم تطبيق مرشح نانوية Nanofilter بحيث يكون حجم المسام حوالي 20-50 نانومتر كما تستخدم المرشحات لفصل الجراثيم عن الفيروسات.

.II التجفيف *Drying*

مبدأ الطريقة يعتمد على حرمان الخلية من الماء وبالتالي موتها وهو مبدأ قديم كان يستخدم لحفظ الأطعمة قديماً بواسطة تجفيفها بأشعة الشمس أو مزجها بالملح أو السكر اللذان يمتصان الماء بالتناضح، أما التطبيق الطبي الدقيق لهذه الطريقة والذي يساعد في الحصول على درجة العقامة فهو **التجفيد *lyophilization*** أي التجفيف بعد التبريد حيث يتم تجميد المادة كالأوساط السائلة المستخدمة في الحقن (الصادات الحيوية) ثم يطبق عليها ضغط سلبي ليتحول محتواها المائي مباشرة من الطور الصلب إلى الطور الغازي وهو ما يدعى بالتسامي *sublimation*

.III درجات الحرارة الباردة *Cold temperatures*

تستخدم الثلجة للسيطرة على نمو الجراثيم . يتناقص استقلاب الأحياء الدقيقة في درجات الحرارة المنخفضة ببطئ إلى حد كبير كما يتم خفض معدل التكاثر أو الانقسام ، ومع ذلك لا تقتل درجات الحرارة الباردة الكائنات الدقيقة بالضرورة . في درجات حرارة التجميد تقتل بلورات الثلج العديد من الكائنات الدقيقة الموجودة .

.IV الأشعة *Radiations*

أبسطها استخدام أشعة الشمس في التطهير وتعتبر ضعيفة نسبياً فمثلاً تعريض القشع بشكل طبقة رقيقة لأشعة الشمس يقتل العصيات السلية خلال 8 دقائق.

كما تستخدم أشعة X وهي أشعة مشرودة تستخدم الأشعة للسيطرة على الكائنات الحية الدقيقة عندما تتعرض المواد الغذائية أو غيرها من المواد لأشعة غاما أو أشعة X. تغير الأشعة التركيب الكيميائي للكائنات الدقيقة بتشكيل الأيونات من المواد العضوية في الهيولى ، تعتبر أشعة غاما ذات اختراقية عالية وتستخدم لتعقيم الأدوات الطبية الوحيدة الاستخدام كالأبر والمحاقن. ويتشكل تفاعل سام أيضاً. تؤثر الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet UV على الأحماض النووية للكائنات الحية الدقيقة . تُغير من مواصفات الحمض النووي DNA مما يجعلها غير قادرة على العمل في تخليق البروتين حيث يتبعها موت الخلايا لاحقاً . وتستخدم الأشعة فوق بنفسجية على نطاق واسع في التعقيم ولكن عيبها أن نفوذيتها ضعيفة فلا تخترق الأسطح ولا تعقم إلا الأسطح التي تواجهها لذا يلجأ لها في الحفاظ على عقامة الغرف الجراحية وغرف الزرع والمعدات بعد استخدام طرق التعقيم الأخرى وتعقيم الأسطح والأدوات الشفافة.

.V الأمواج الدقيقة *Microwaves*

هي شكل من أشكال الإشعاع ، ولها تأثير مباشر على الكائنات الحية الدقيقة يكون بحدده الأدنى . تحمل أفران الميكروويف جزيئات الماء على الاهتزاز بمعدلات مرتفعة لخلق الحرار التي تعطي التأثير القتل للكائنات الدقيقة .

طرق التعقيم / التطهير الكيميائية *Chemical Methods of Control*

من بين المعايير الهامة لإختيار مطهر ما: تركيز المطهر المستخدم و درجة الحرارة ودرجة الحموضة المستخدم عندها العوامل الكيميائية ، والوقت المتاح الذي سيتم ترك العامل الكيميائي في اتصال مع سطحه.

1. الكحولات *Alcohols*:

الكحولات هي مواد كيميائية مفيدة عندما تستخدم ضد البكتيريا والفطريات وتعتبر قاتلة للجراثيم Bactericidal ، ولكنها لا تتمتع بأي تأثير على الأبواغ الجرثومية . آلية عملها تعتمد على تمسخ البروتينات، النوع الأكثر استخداماً هو الكحول الإيثيلي *Ethyl alcohol* (الإيثانول) والكحول الإيزوبروبيلي *Isopropyl alcohol*. والتركيز المثالي لفعاليتها يتراوح ما بين 60-90%، ولأن الكحول يتبخر بسرعة ، فإنه لا يترك بقايا ويفيد في تطهير الجلد قبل الحقن .

2. الفينول Phenol:

كان الفينول واحداً من أوائل المواد الكيميائية التي يمكن استخدامها للتطهير. أول من استخدمها جوزيف ليستر *Joseph Lister* في عام 1860 ، وكان المعيار القياسي بالنسبة لمعظم المطهرات الأخرى. تدعى مشتقات الفينول *Phenolics* حيث تحتوي على جزيئات مفيدة في التطهير. يخرب الفينول أغشية الخلية ويعطل أنزيمات الكائنات الحية الدقيقة ، ويبدل طبيعة البروتينات الخاصة بجدار الخلايا الجرثومية. ومن بعض العوامل الكيميائية التي تشبه الفينول هي الكلورهيكسدين *Chlorhexidine* ، والذي يستخدم لتطهير الجلد، وتستمر فعاليته على الجلد ضد الجراثيم، وليس ضد الأبواغ *Spores* .

3. الهالوجينات Halogens :

تشمل اليود والكلور بشكل رئيسية آلية عملها بتعطيل عمل الزمر السلفهيدريلية للأنزيمات .

• الكلور Chlorine:

يتحد الكلور مع بروتينات الجراثيم ويُستخدم بشكل مركبات تطلق الكلور مثل كهيوكلوريت الصوديوم *Sodium hypochlorite* (مبيض) و هيوكلوريت الكالسيوم *Calcium hypochlorite* ، تستخدم لتطهير المعدات في مصانع الألبان والمسالخ والمطاعم. كما يستخدم الكلور كمطهر للحفاظ على عدد جرثومي منخفض في مياه الشرب .

• اليود Iodine:

ويطلق على اتحاد اليود مع الجزيئات العضوية أيودوفورس *Iodophors* وهي عبارة عن مركبات تطلق اليود الفعال بوفيدون (PVP بولي فينيل أيودين) *Povidone* أو اليود ضمن محلول كحولي يتحد الأيودين مع بروتينات الجراثيم ويثبط وظيفتها .

4. المعادن الثقيلة Heavy metals :

العديد من المعادن الثقيلة (الفضة ، النحاس الزئبق) لها قدرة مضادة للميكروبات تم استخدامها سابقا كمطهرات ، على سبيل المثال تم استخدام نترات الفضة سابقاً في عيون الأطفال حديثي الولادة للوقاية من العدوى بالنيسرية *Neisseria gonorrhoeae*. ويستخدم النحاس على شكل كبريتات النحاس *Copper sulfate* لإعاقة نمو الطحالب في أحواض السباحة وأحواض الأسماك و الخزانات عامةً . أما الزنك *Zinc* فهو مفيد إذا استخدم على شكل كلوريد الزنك *Zinc chloride* في غسولات الفم وعلى شكل أكسيد الزنك *Zinc oxide* كمضاد للفطريات في الدهون في التراكيب الجلدية.

5. الصابون والمنظفات Soaps and detergents:

تخفض الصابون والمنظفات التوتر السطحي بين الكائنات الحية الدقيقة والسطوح ، وبذلك تساعد على تطهير السطح . يستحلب الصابون بطبقته الزيتية على سطح الجسم حاملاً الزيوت والبقايا والكائنات الحية الدقيقة بعيداً بفعل تخريبها *Degerming*. شوارد المنظفات هي مركبات الأمونيوم الرباعية مثل البنزالكونيوم Benzalkonium تذيب أغشية الخلايا في الكائنات الحية الدقيقة وتستعمل على نطاق واسع في التطهير.

6. الألدهيدات *Aldehydes*:

إثنين من الألدهيدات (الفورمالديهايد *Formaldehyde* وغلوتارالدهيد *Glutar aldehyde*) تعطل البروتينات الجرثومية بواسطة تشابكها مع المجموعات الوظيفية للبروتينات. تستخدم بشكل محاليل ممددة ولكنها طيارة يمكن استخدامها كطور غازي يكون استخدام غاز الفورمالديهايد كالفورمالين بنسبة 37% بالتحنيط . ويستخدم على نطاق واسع لأغراض التحنيط . كما يستخدم غلوتارالدهيد كسائل ممدد لتعقيم معدات المشافي كالأدوات الجراحية ومعدات التنظير. ومع ذلك هناك حاجة إلى عدة ساعات تصل لـ 22 ساعة لتدمير الأبواغ الجرثومية كما يعتبر ساماً لباقي أشكال الحياة.

7. أكسيد الإيثيلين *Ethelene oxide* :

أو ترمز (*ETO,EO*) وهي ذات استخدام واسع الانتشار في تعقيم جميع المواد الطبية المتوافقة معها والتي تتخرب بالحرارة أو بأشعة غاما أو أشعة X . هذه المادة الكيميائية تبدل طبيعة البروتينات وتدمر كل الكائنات الحية الدقيقة ، بما في ذلك الأبواغ الجرثومية ، وذات اختراقية عالية . يتم استخدامه في درجات حرارة دافئة (30-60 مئوية) برطوبة 30%. في غرفة أكسيد الإيثيلين المحكمة الإغلاق. ويحتاج لعدة ساعات للتأثير ثم يطرد الغاز وهو سام للإنسان . ويستخدم على نطاق واسع في تعقيم الأدوات البلاستيكية مثل أطباق بتري التي تتخرب بالحرارة والمحاقن البلاستيكية وصمامات القلب الاصطناعية.

STERILE EO

8. العوامل المؤكسدة *Oxidizing agents*:

مثل بيروكسيد الهيدروجين *Hydrogen peroxide* الذي يقتل الكائنات الدقيقة بتحرير كميات كبيرة من الأكسجين ، والذي يسهم في تغيير الإنزيمات الميكروبية . ولكنه يتحطم بسرعة على سطح الجلد بواسطة إنزيم الكاتالاز ويتحرر الأكسجين ، حيث يقوم الأكسجين بإزالة الكائنات الحية الدقيقة الموجودة . ولذلك يقتصر النشاط الكيميائي على الجلد . ويمكن تطهير العدسات اللاصقة بالبيروكسيد الهيدروجين .

يوجد عاملين مؤكسدين آخرين هما البنزويل بيروكسايد *Benzoyl peroxide* والأوزون *Ozone*. يتم تطبيق البنزويل بيروكسايد على الجلد لعلاج حب الشباب بسبب البكتيريا اللاهوائية *Anaerobic bacteria*. الأكسجين المحرر بواسطة المركب يكبح النمو اللاهوائي . ويمكن استخدام الأوزون لتطهير المياه ، حيث يؤكسد المكونات الخلوية للميكروبات الملوثة .

9. الحموض والأسس : تأثيرها المطهر ضعيف نسبياً.

انتهت المحاضرة