**المجال التعلمي رقم (01):** التخصص الوظيفي للبروتينات

**الوحدة التعلمية الرابعة** دور البروتينات في الدفاع عن الذات

# النشاط 1: تذكيـــر بالمكتسبات ( الاستجابة المناعية )

## 1- الحواجز الطبيعية أمام الأجسام الغريبة :

- الحواجز الطبيعية ( خط الدفاع الأول ) : وهي مجموعة الموانع الطبيعية التي تمنع دخول و انتشار الكائنات المجهرية الممرضة إلى عضويتنا و تتمثل في :
  - الجلد : يمنع دخول الجراثيم وذلك بتغليفه لكل أجزاء الجسم .
  - الدموع و اللعاب : تحتوي على إنزيمات مخربة لجدار البكتيريا ( الليزوزيم ) مما يسبب موتها .
  - المخاض : سائل عالي اللزوجة يبطن مختلف المجاري الجسمية ( المجاري التنفسية و الهضمية ) ، ويمنع دخول الجراثيم إلى الجسم .
  - البكتيريا غير الممرضة: مثل تلك المتواجدة في الأنبوب الهضمي و التي تحد من نشاط البكتيريا الممرضة و ذلك بتوفير ظروف غير ملائمة لهـا .
  - شعيرات الأنف و الرموش
  - العرق : يعمل على تثبيط نشاط الجراثيم نظرًا لحموضته و تركيبه الكيميائي .
- خط الدفاع الثاني : ( الاستجابة المناعية اللانوعية أو الطبيعية ) :

قد تخترق الجراثيم خط الدفاع الأول نتيجة حدوث جرح أو وخز فتصل إلى الأنسجة تحت الجلدية . فكيف ترد العضوية على الجسم الغريب في هذه الحالة ؟ ، وما هي الوسائل التي تستعمله ؟ .

أ) **التفاعل الالتهابي :** حدث وأن وخزت أصبعك بشوكة ملوثة حيث يلاحظ بعد مدة من الوخز في تلك المنطقة بعض الظواهر التي تمثل الاستجابة الالتهابية ( هناك ظواهر مرئية و أخرى غير مرئية ) :

- الظواهر المرئية في منطقة الإصابة :
  - احمرار في مكان الإصابة ناتج عن تمدد الشعيرات الدموية و تباطؤ في دوران الدم ( يتسبب فيها الهيستامين ) .
  - ارتفاع في درجة الحرارة نتيجة تنشيط عملية البلعمة التي تستخدم الـ ATP .
  - انتفاخ نتيجة خروج البلازما و اللمف ( البلعم ) عبر الشعيرات الدموية إلى الأنسجة .
  - الألم نتيجة لتنبيه النهايات العصبية الحسية بفعل سموم الجراثيم و الهيستامين و ضغط السوائل المتجمعة .
  - القيح أو الصديد الذي يتشكل في مركز الالتهاب نتيجة تراكم بقايا الخلايا المختلفة ( البكتيريا و البالعات الميتة مع كمية من البلازمـــا ) .
- الظواهر غير المرئية :
  - دخول البكتيريا و تكاثرها في منطقة الإصابة .
  - انسلال الكريات الدموية البيضاء إلى المنطقة المصابة نتيجة اتساع الشعيرات الدموية .
  - تحول بعض الخلايا النسيجية ( الخلايا الضامة ) إلى بالعات كبيرة .
  - تنشيط عملية البلعمة من طرف الكريات الدموية البيضاء المفصصة النواة و البالعات الكبيرة و القضاء على الجسم الغريب ( البكتيريا في هذه الحالة ) .

**الخلاصة :**

حدوث التفاعل الالتهابي هو رد فعل العضوية تجاه غزو بكتيري و هو غير مرتبط بجسم غريب خاص فهو استجابة مناعية لا نوعية ، وحدوث التفاعل الالتهابي دلالة على أنّ وسائل الدفاع في حالة يقظة و أنها تعمل بشكل جيـد .

ب) **البلعمة :** بمجرد وصولها إلى منطقة الإصابة تشرع البلعميات في مهاجمة الميكروبات و التهامها : تمثل الوثيقة (2) ص75 رسم تخطيطي لآليات البلعمة .

✓ **مراحل البلعمة :**

- التعرف على الجسم الغريب : تنجذب الخلايا البلعمية كيميائيًا إلى مكان وجود الجراثيم بفعل مواد يحملها الجرثوم و أخرى في الدم أو مفرزة من قبل الخلايا البلعمية .
- الاقتراب و الإحاطة : الجرثوم قد يلتصق مباشرة بالخلية البلعمية أو بواسطة مواد مثبتة .
- ترسل الخلية البلعمية أرجل كاذبة تحيط بالجرثوم فتبتلعه مشكلة فجوة بالعة .
- الهضم : تندمج الفجوة البالعة مع الليزوزوم ( جسيم يحتوي على إنزيمات هاضمة ) مشكلة فجوة هاضمة تعمل فيها الإنزيمات ( الليزوزوم ) على هضم الجرثوم .

ملاحظات :

لا تؤدي البلعمة دائمًا إلى القضاء على الجسم الغريب .

للبلعمة أهمية تتمثل في القضاء على الجسم الغريب ببلعمته و هضمه ، وهي استجابة مناعية لا نوعية .

✓ **مفهوم الإستجابة المناعية اللانوعية :** تسمى كذلك الطبيعية ، لكون عناصرها الفعّالة توجد في العضوية قبل دخول الجسم الغريب و تكون فورية و متماثلة مهما كان نوع الغازي ، إنها لا نوعية .

▪ **الإستجابة المناعية النوعية :**

إن المناعة اللانوعية لا تكفي لحماية العضوية من غزو بعض الجراثيم التي تجتاز خطوط الدفاع الأولية و يتطلب ذلك من العضوية تجميد وسائل دفاعية خاصة بهذا الميكروب .

فما هي هذه الوسائل ؟ ، وكيف تقضي على الميكروبـــات ؟ .

أ) الإستجابة المناعية : ( الكزاز (Tétanos) ) : مرض خطير يصيب الإنسان و العديد من الحيوانات تسببه بكتيريا تعيش في التراب يمكنها أن تغزو العضوية من خلال جرح بسيط ، تؤثر هذه لإنتاجها لسم يدعى التوكسين التكززي الذي ينتشر في العضوية عبر الدم مسببًا هذا المرض .

يمكن تجنب هذا المرض بالتلقيح المتمثل في حقن الأناتوكسين التكززي ( توكسين معالج و غير ممرض ) .

يمثل الجدول التالي سلسلة من التجارب المخبرية تحدد الآليات المستعملة للدفاع ضد التوكسين التكززي :

1. الإستجابة المناعية الخلطية :

| رقم التجربة | المراحل التجريبية | الملاحظات المسجلة |
|---|---|---|
| 01 | حقن الفأر ( أ ) بالتوكسين التكززي | موت الفأر |
| 02 | أ) حقن الفار (ب) بالأناتوكسين التكززي .<br>ب) بعد 15 يومًا يحقن الفأر (ب) من جديد التوكسين التكززي | بقاء الحيوان حي |
| 03 | أ) حقن الفار (جـ) بالأناتوكسين التكززي .<br>ب) بعد 15 يومًا يحقن الفأر (جـ) بالتوكسين الدفتيري . | موت الحيوان |
| 04 | أ) يستخلص مصل الفار (ب) المحقون بالأناتوكسين التكززي، ويحقن في الفأر (د)<br>ب) بعد 15 يومًا يحقن الفأر (د) بالتوكسين التكززي. | بقاء الحيوان حـــي |

**تحليل التجارب :**

- من التجربة (1) وَ (2) نستنتج أنّ حقن الأناتوكسين التكززي يُكسب الحيوان مناعة ضد التوكسين التكززي ، أي تقيه من الموت عند الإصابة بالتوكسين التكززي .
- من التجربة (2) وَ (3) نستنتج أنّ حقن الأناتوكسين التكززي للفأر لا يقيه ضد التوكسين الدفتيري أي أن المناعة التي اكتسبها نوعية و تكون فقط ضد التوكسين التكززي .
- من تحليل نتائج التجربة (4) نستنتج أن الحيوان (ب) المحقون بالأناتوكسين التكززي قد أكسب الحيوان (د) مناعة ضد التوكسين التكززي ، أي أن مصل الحيوان (ب) يحتوي على عناصر عند نقلهـا إلى الحيوان (د) أكسبته مناعة ضد التوكسين التكززي هذه المواد تفرز في الدم ( في سوائل الجسم أو أخلاطه أو الوسط الداخلي ) .

**النتيجة :**

تتميز الإستجابة المناعية الخلطية بالاكتساب و النوعية و النقل و أنها خلطية تتميز بواسطة أجسام مضادة .

## 2. الإستجابة المناعية الخلوية :

مرض السل ( Tuberculose ) هو مرض خطير تسببه بكتيريـا تدعى عصيات كوخ (BK) تصيب كل أنحاء الجسم و خاصة الرئتين أين يتشكل الجسم درنات لمحاولة حصرها ، ولتفادي هذا المرض يلقح الأطفال مباشرة بعد الولادة بالـ BCG الذي يتكون من عصيات كوخ غير ممرض .

- يمثل الجدول التالي سلسلة من التجارب المخبرية تسمح بتحديد آلية الدفاع ضد مرض السل :

| رقم التجربة | المراحل التجريبية | الملاحظات المسجلة |
|---|---|---|
| 01 | يحقن خنزير الهند ( الهامستر ) ( أ ) بعصيات كوخ الـ BK | موت الحيوان |
| 02 | أ) يحقن خنزير الهند (ب) بلقاح الـ BCG .<br>ب) بعد 30 يومًا يحقن خنزير الهند (ب) من جديد بعصيات كوخ . | بقاء الحيوان حي |
| 03 | أ) حقن خنزير الهند (جـ) بلقاح الـ BCG .<br>ب) بعد 30 يومًا يحقن خنزير الهند (جـ) بالتوكسين التكززي . | موت الحيوان |
| 04 | أ) يستخلص مصل خنزير الهند (ب) المحقون بالـ BCG و يحقن في خنزير الهند (د) .<br>ب) بعد 30 يومًا يحقن خنزير الهند (د) بعصيات كوخ ( الـ BK) | موت الحيوان |
| 05 | تستخلص الخلايا اللمفاوية من خنزير الهند (ب) و تحقن لخنزير الهند (هـ) ، ثم يتبع بحقنه بعصيات كوخ ( الـ BK ) . | بقاء الحيوان حـي |

من تحليل التجربتين (1) وَ (2) نستنتج أنّ الـ BCG المحقون في الحيوان أكسبـه مناعة ضد عصيات كوخ ( الـ BK ) تقيه من الموت عند الإصابة بالـ BK .

من خلال التجربتين (2) و (3) نستنتج أنّ الـ BCG يكسب الحيوان مناعة ضد الـ BK ولا يكسبه مناعة ضد التوكسين التكززي ، أي أن المناعة المكتسبة نوعية ضد الـ BK فقـط .

من التجربتين (4) وَ (5) نستنتج أن العنصر الحامي لا يوجد في المصل ، لكن تتم الحماية عن طريق نقل الخلايا اللمفاوية .

**الاستنتاج :**

تتميز الإستجابة المناعية الخلوية بالنوعية و النقل و الاكتساب و تكون خلوية .

ب) زرع الطعوم :

هي عملية نقل قطعة نسيج أو جزء من عضو إلى عضو في نفس الجسم أو تحويلها من جسم لآخر :

يوضح الجدول التالي تجارب زرع أنواع من الطعوم و نتائجها :

| رقم التجربة | التجارب | الملاحظات | نوع الطعـم |
|---|---|---|---|
| 01 | تزرع قطعة جلد أخذت من فخذ شخص في ظهر نفس الشخص | قبول الطعم | طعم ذاتي ، المعطي و المستقبل نفس الشخص |
| 02 | أ. تزرع قطعة جلد من فأر(1) في أرنب (1)<br>ب. تحقن الخلايا اللمفاوية لأرنب التجربة (أ) في أرنب (2) ثم تزرع قطعة جلد من الفأر (1) في الأرنب (2) | أ. رفض الطعم<br>ب. رفض سريع للطعم | طعم غير ذاتي ، المعطي و المستقبل من نوعين مختلفين |
| 03 | تزرع قطعة جلد أخذت من شخص في توأمه الحقيقي | قبول الطعم | طعم توأمي ، المعطي و المستقبل متماثلان وراثيًا |
| 04 | تزرع قطعة جلد أخذت من شخص لشخص آخر | رفض الطعم | طعم مثلي ، المعطي و المستقبل من نفس النوع لكن مختلفين وراثيًا |

**مناقشة الجدول :**

- أنواع الطعوم :
  - الطعم الذاتي : نقل قطعة نسيج أو عضو من منطقة إلى منطقة أخرى لنفس الفرد .
  - الطعم غير الذاتي : نقل عضو أو قطعة منه أو قطعة نسيج من فرد إلى فرد آخـر .

قُبل الطعم في التجربة (1) لأنه طعم ذاتي (الذات) و قُبل أيضًا في (3) لأن الفردين من نفس النمط الوراثي .

رُفض الطعم في (2) وَ (4) لأن الطعم كان غير ذاتي ، أي غريب عن الفرد ( اللاذات ) .

**الاستنتاج :**

للجسم القدرة على تمييز ما هو ذات عن ما هو لاذات ، فيتقبل الأنسجة و الخلايا الذاتية أو المتوافقة معه وراثيًا و يرفض ما هو غريب أو غير متوافق معه .

**الخلاصة:**

- يشكل الجلد و الإفرازات المختلفة ( الدموع ، العرق ، اللعاب ، المخاض ... ) الحاجز الطبيعي الأول أمام الأجسام الغريبة .
- يمثل التفاعل الالتهابي الحاجز الطبيعي الثاني أمام الأجسام الغريبة و هو غير مرتبطة بجسم غريب خاص ، فهو بذلك استجابة مناعية غير نوعية .
- يولد التجاوز الطبيعي الثاني استجابتين مناعيتين نوعيتين :

- استجابة مناعية نوعية ذات وساطة خلطية ممثلة في مواد نوعية تدعى الأجسام المضادة تنتجها خلايا لمفاوية تدعى اللمفاويات البائية (LB) .
- استجابة مناعية نوعية ذات وساطة خلوية تؤمنها نوع من الخلايا اللمفاوية القادرة على تدمير الأجسام الغريبة تدعى الخلايا اللمفاوية التائية (LT) .

- للجسم القدرة على تمييز ما هو من الذات على ما هو من اللاذات .

**تطبيق** : لاحظ الوثيقة (1) ص 74 :

1. أ ) أملأ الجدول بوضع العناصر المناسبة التي تتدخل في كل خط دفاعي .
   ب ) قدم تسمية لآليتي الدفاع I و II .
2. أنجز مخططًا حول الآليات المناعية المستعملة من قبل العضوية في الدفاع ضد العناصر الغريبة .

**الحـل:**

1. أ )

| المناعة اللانوعية ( طبيعية ) | | المناعة النوعية |
|---|---|---|
| الخط الدفاعي الأول | الخط الدفاعي الثاني | الخط الدفاعي الثالث |
| الجلد – الدموع – المخاض – اللعاب – الشعيرات ... | التفاعل الالتهابي و البلعمة | المناعة الخلطية و المناعة الخلوية |

ب )

خط الدفاع الأول (I) هو المناعة اللانوعية ( طبيعيـة ) .

خط الدفاع الثاني (II) هو المناعة النوعية ( مكتسبة ) .

2. **المخطط :**