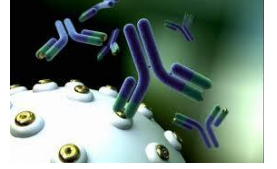


مطبوعات الأستاذ: آيت عبد الرحمان فضيل

المجال I : التخصص الوظيفي للبروتينات

\*\*\*Bac 2020\*\*\*

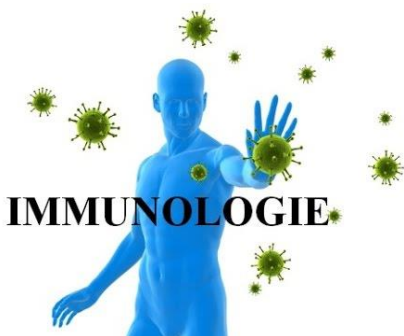


ملخص حول الوحدة الرابعة :  
دور البروتينات في الدفاع عن الذات

ملخص شامل للوحدة

السنة الدراسية: 2020 / 2019

المستوى: السنة الثالثة علوم تجريبية



Abdou @ Cyber Café

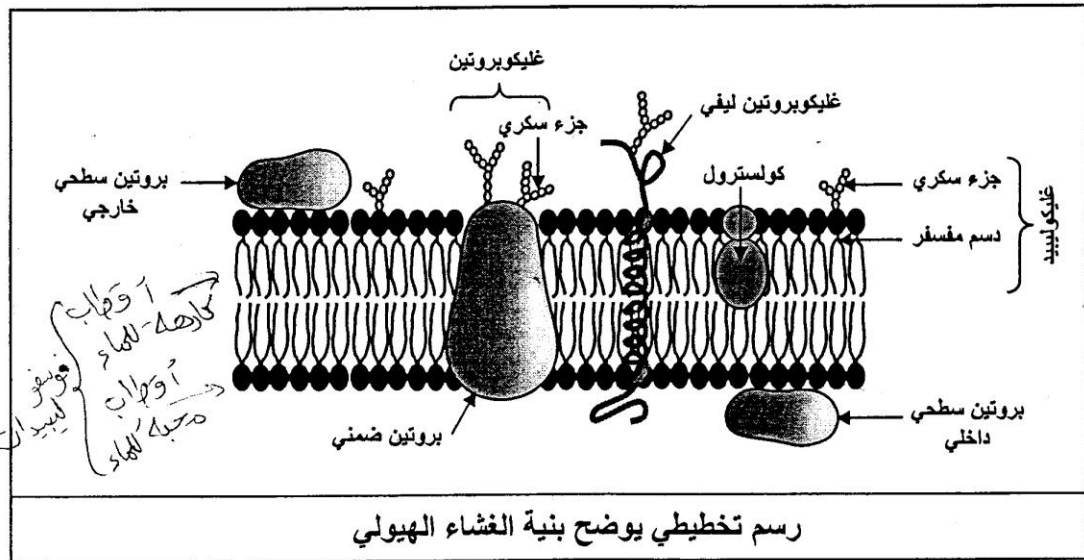
Nous vous souhaitons Bonne

ملخص شامل للوحدة

I - الذات و اللذات :

يمثل كل فرد وحدة بيولوجية مستقلة بذاتها تستطيع التمييز بين مكونات الذات و اللذات. **الذات** : مجموعة من الجزيئات الخاصة بالفرد والمحددة وراثيا، محمولة على أغشية خلايا الجسم وهي تمثل مؤشرات الهوية البيولوجية.

1 - **بنية الغشاء الهولي** : يتكون الغشاء الهولي من طبقتين فوسفوليبيديتين تتخللهما بروتينات مختلفة الأحجام ومتباينة الأوضاع. كما يتكون كذلك من سكريات تتوضع فقط على السطح الخارجي للغشاء، قد ترتبط مع البروتينات لتشكل الغليكوبروتين أو مع الدسم لتشكل الغليكوليبيد ونجد كذلك جزيئات الكوليسترول. - تنوع المكونات العشائية واختلاف طبيعتها الكيميائية وأشكالها تكسب الغشاء منظراً فسيفسائياً. - أما حركيتها فتكسبه خاصية الميوعة لذا يعتبر الغشاء الهولي فسيفسائي مانع.



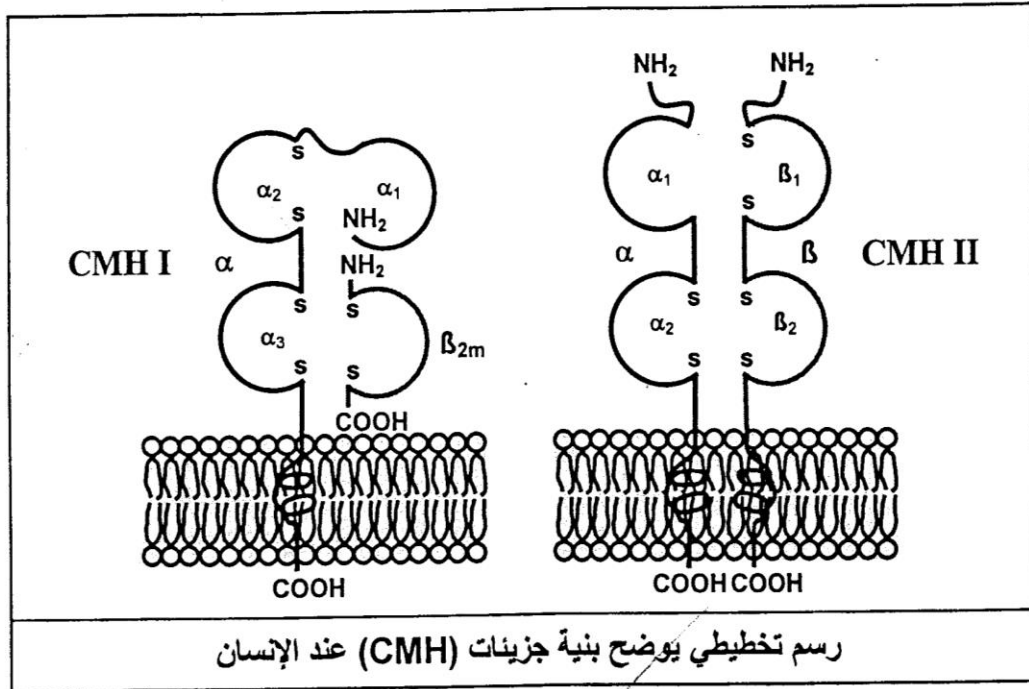
رسم تخطيطي يوضح بنية الغشاء الهولي

2 - **الجزيئات المميزة للذات** : تتمثل في مايلي :

أ - **جزيئات معقد التوافق النسيجي الرئيسي (CMH) (Complexe Majeur d'Histocompatibilité)** : جزيئات ذات طبيعة غليكوبروتينية و تصنف إلى قسمين : **CMH I** : تتواجد على سطح غشاء كل خلايا الجسم ذات نواة. **CMH II** : تتواجد على سطح بعض الخلايا المناعية مثل البلعميات الكبيرة والخلايا LB. النظام الوراثي المتحكم في ظهورها يدعى معقد التوافق النسيجي الرئيسي (CMH). وهو عبارة عن مجموعة من المورثات توجد على الصبغي رقم (6) عند الإنسان و تتميز بأنها : - مرتبطة و متقاربة جدا. - كل مورثة لها عدة أليلات ولا توجد سيادة بينها.

ملاحظة هامة

إن مميزات مورثات الـ CMH هي التي تفسر أحادية الفرد بيولوجيا وبالتالي تنوع جزيئات الـ CMH بين الأفراد مما يفسر رفض الطعوم المزروعة.



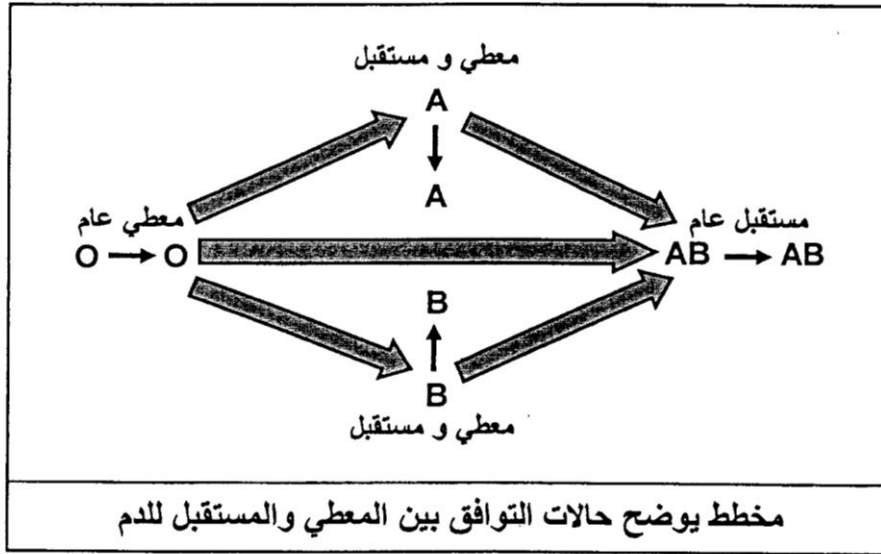
ملاحظة : تدعى جزيئات الـ CMH عند الإنسان بجزيئات الـ HLA (Human Leucocyte Antigène).

- ب - مؤشرات الزمر الدموية : تتمثل في :
- الجزيئات المحددة للزمر ABO : تتواجد على أغشية كريات الدم الحمراء جزيئات ذات طبيعة غليكوبروتينية، حيث نهاية الجزء السكري هي المسؤولة عن خصوصية كل زمرة.
  - تشرف على الزمرة الدموية مورثة متواجدة على الصبغي رقم (9) عند الإنسان تتميز بما يلي :
  - لها ثلاث أليلات :  $I^A$  و  $I^B$  و  $i^O$ .
  - لا توجد سيادة بين  $I^A$  و  $I^B$  لكنهما ساندتان على  $i^O$ .
  - الجدول التالي يلخص خصائص كل زمرة :

الزمرة	A	B	AB	O
المستضدات ▲ مستضد A ◐ مستضد B				
الأجسام المضادة	أضداد B 	أضداد A 	عدم وجود أجسام مضادة	أضداد A و B 

☞ معلومة مفيدة :

فصيلة الدم Bombay : هي فصيلة دم نادرة تظهر بنمط ظاهري مماثل لفصيلة الدم O. تتميز هذه الزمرة بغياب الفيكوز في السلسلة السكرية القاعدية بسبب غياب الإنزيم H المسؤول عن ربط هذه الجزيئة والذي تشرف على تركيبه مورثة موجودة على الصبغي رقم 19.



- الجزيئات المحددة للريزوس "Rh" : جزيئات ذات طبيعة بروتينية تدعى المستضد D، توجد على أغشية كريات الدم للأشخاص ذوي الريزوس الموجب  $Rh^+$ .  
تشرف على عامل الريزوس مورثة متواجدة على الصبغي رقم (1) عند الإنسان لها أليلين ( $Rh^+$  سائد على  $Rh^-$ ).

ملاحظة : الشخص ذو الريزوس السالب ( $Rh^-$ ) يمكنه إعطاء الدم للشخص ذو الريزوس الموجب ( $Rh^+$ ). أما الشخص ذو الريزوس الموجب ( $Rh^+$ ) فلا يمكنه إعطاء الدم للشخص ذو الريزوس السالب ( $Rh^-$ ).

② اللذات : كل جسم غريب عن العضوية وله القدرة على إثارة استجابة مناعية والتفاعل نوعياً مع ناتج الاستجابة قصد القضاء عليه.

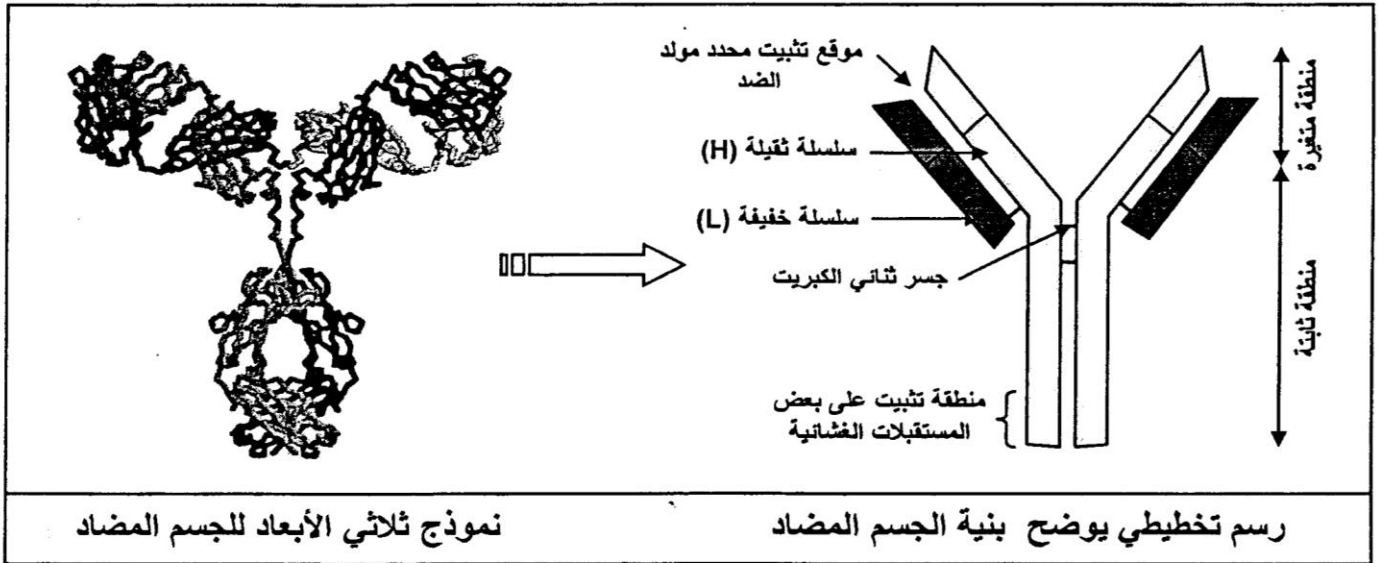
II - آليات الدفاع عن العضوية :

① الدفاع المناعي اللانوعي : هي ردود مناعية غير نوعية تمارس اتجاه الأجسام الغريبة دون تمييز بينها، وتتمثل في :

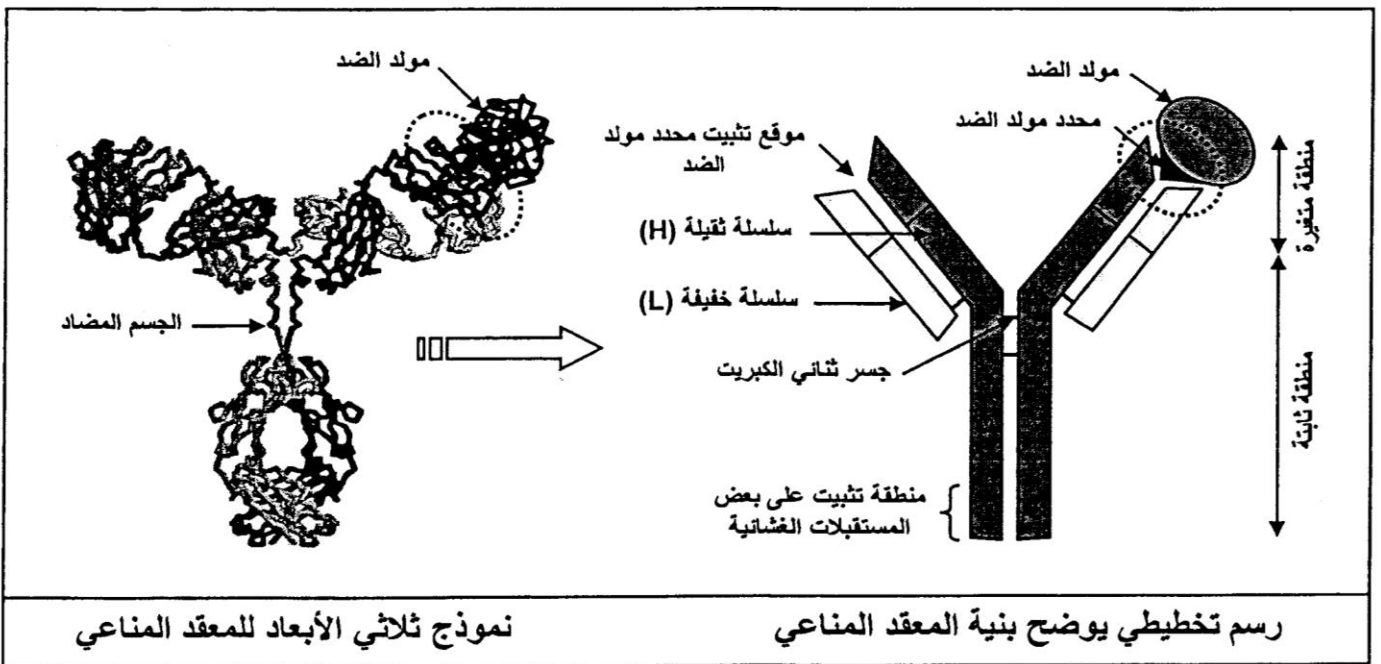
- 1 - خط الدفاع الأول : الحواجز الطبيعية التي تمنع دخول الجزيئات والكائنات المجهرية الممرضة، نذكر منها :
  - الجلد : حاجز يحمي الجسم ويمنع دخول الأجسام الغريبة.
  - العرق : يثبط نشاط الكائنات الحية المجهرية و يعود ذلك لحموضته العالية.
  - مخاط الأنف والدموع واللعاب : تحتوي إنزيم الليزوزيم الذي يخرب جدار البكتيريا.
  - حموضة المعدة :  $PH = 2$  تخرب العديد من الميكروبات.
  - إفرازات المجاري التناسلية : تتميز بخصائص المضادات الحيوية.
- 2 - خط الدفاع الثاني : بعد اجتياز الجسم الغريب لخط الدفاع الأول يصادفه خط الدفاع الثاني.
  - مثال : يحدث الوخز بشوكة ملوثة جرحاً يسمح بتوغل الكثير من البكتيريا و التي يؤدي وجودها إلى تفاعل التهابي تتمثل مظاهره في :

- الاحمرار والحمى : ناتجين عن تدفق الدم وتباطؤ حركته في المنطقة المصابة.
  - الانتفاخ : سببه زيادة نفاذية الشعيرات للبلازما وانسداد كريات الدم البيضاء نحو مكان الإصابة.
  - الألم : سببه تنبؤ النهايات العصبية الحسية تحت تأثير عوامل متعددة.
  - القيح : قد يرافق الالتهاب ظهور القيح المتكون من خلايا الدم البيضاء التالفة والخلايا المصابة مع قليل من البلازما.
- تنتهي الاستجابة الالتهابية ببلعمة البكتيريا المسببة للالتهاب من طرف الخلايا البالعة.

**2 الدفاع المناعي النوعي :** تفاعلات مناعية بطيئة موجهة بدقة ضد جسم غريب معين تتميز منها حالتين :  
 < الحالة الأولى للدفاع عن العضوية (الاستجابة المناعية الخلطية) : يؤدي دخول الأجسام الغريبة للعضوية في بعض الحالات إلى إنتاج مكثف للأجسام المضادة التي تنتقل في مصل الدم.  
 1 - الأجسام المضادة : جزيئات بروتينية تنتمي إلى مجموعة الغلوبولينات المناعية من النوع  $\gamma$  غلوبولين.  
 يتكون الجسم المضاد من 4 سلاسل ببتيدية (2 ثقيلة و 2 خفيفة). تتصل السلاسل الثقيلة بالسلاسل الخفيفة بواسطة جسور ثنائية الكبريت، كما تتصل السلاسل الثقيلة فيما بينها بواسطة جسور ثنائية كبريت.  
 تحتوي كل سلسلة من سلاسل الجسم المضاد على منطقة متغيرة (موقع تثبيت محدد مولد الضد) ومنطقة ثابتة، تمثل نهايتي المنطقة الثابتة للسلسلتين الثقيلتين موقع تثبيت على المستقبلات الغشائية لبعض الخلايا.



**2 - المعقد المناعي :** يرتبط الجسم المضاد بالمستضد ارتباطاً نوعياً لوجود تكامل بنيوي بين محددات المستضد وموقعا التثبيت في الجسم المضاد، ويشكلان معاً معقداً مناعياً (جسم مضاد - مستضد).



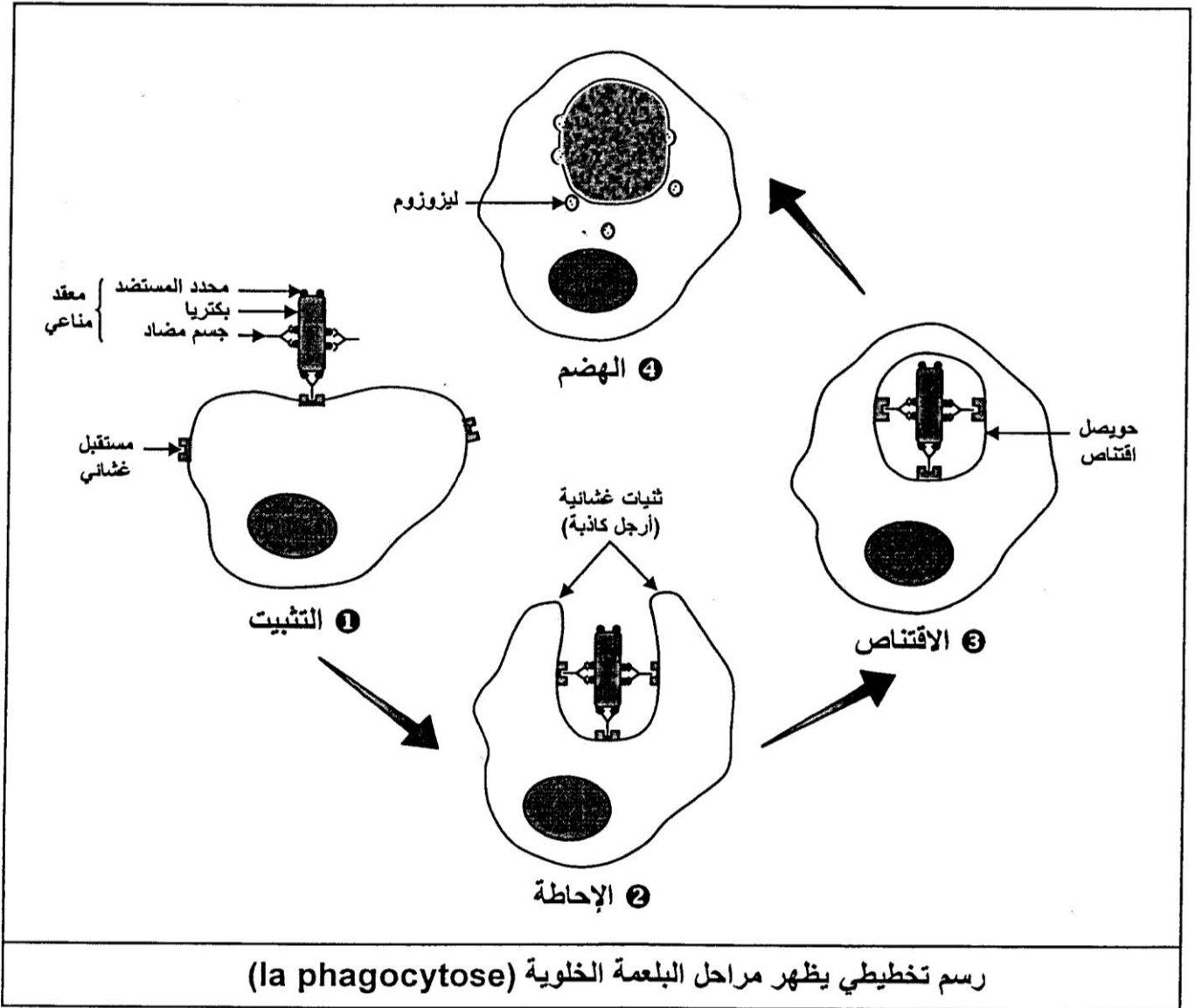
ملاحظات هامة :

- الظاهرة الناتجة عن ارتباط الجسم المضاد بخلية تدعى بالإرتصاص أما الظاهرة الناتجة عن ارتباط الجسم المضاد بجزيئة منحلة فتدعى بالترسيب.
- يؤدي تشكل المعقد المناعي إلى إبطال مفعول المستضد.

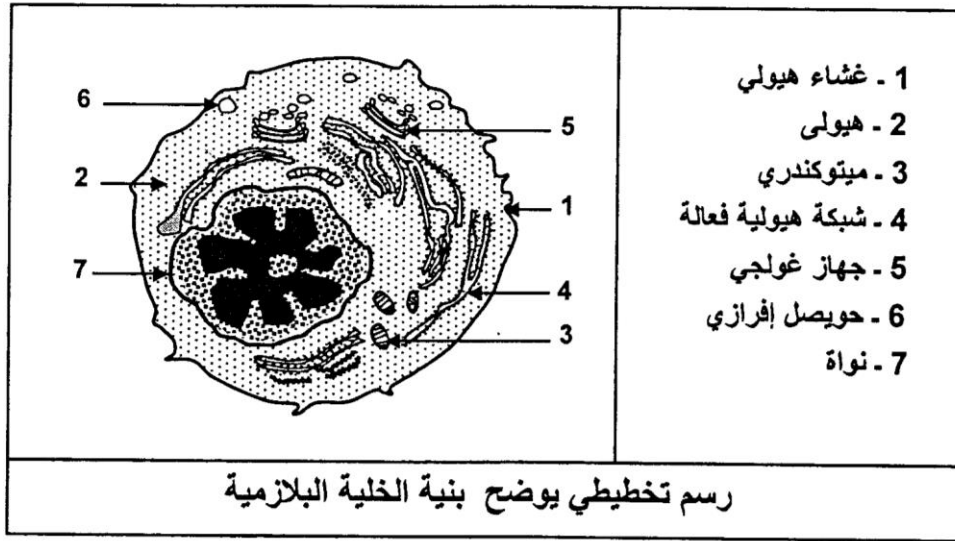
3 - التخلص من المعقدات المناعية : يتم التخلص من المعقدات المناعية بالبلعمة الخلوية.

- البلعمة الخلوية : تتم وفق المراحل التالية :

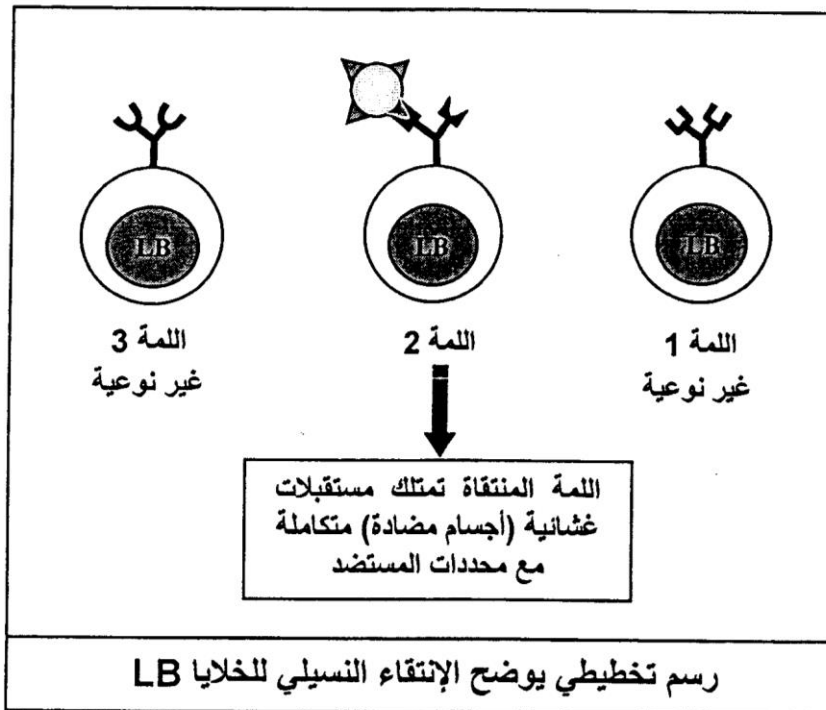
- مرحلة التثبيت : يتثبت المعقد المناعي على المستقبلات الغشائية النوعية للبلعميات الكبيرة بفضل التكامل البنيوي بين هذه المستقبلات وبين موقع تثبيت خاص على مستوى الجزء الثابت للجسم المضاد.
- مرحلة الإحاطة : يحاط المعقد المناعي بثنية غشائية (أرجل كاذبة).
- مرحلة الاقتناص : يتشكل حويصل اقتناص يحوي المعقد المناعي.
- مرحلة الهضم : يخرب المعقد المناعي بالإنزيمات الحالة التي تصبها الليزوزومات في حويصلات الاقتناص.



4 - الخلايا البلازمية (Plasmocyte) مصدر الأجسام المضادة :



- أ - مميزات البنيوية : نذكر منها ما يلي :
- ذات حجم كبير - هيولى كثيفة - شبكة هيولية متطورة - جهاز غولجي متطور - كثرة الميتوكندريات والحويصلات الإفرازية.
  - ب - مصدرها : الخلايا البلازمية ناتجة عن تمايز الخلايا للمفاوية LB التي تنشأ على مستوى نخاع العظام و تنضج (تكتسب كفاءتها المناعية بتشكيل مستقبلات غشائية عبارة عن أجسام مضادة) كذلك في مستوى نخاع العظام.
  - 5 - الانتقاء النسيلي للخلايا للمفاوية LB :
- يؤدي تعرف الخلايا LB على المستضد مباشرة إلى انتقاء نسيلة (لمة) من الخلايا تمتلك مستقبلات غشائية (أجسام مضادة غشائية) متكاملة مع محددات هذا المستضد.



## 6 - مراحل الاستجابة المناعية الخلطية : تمر الاستجابة المناعية الخلطية بالمرحل التالية : أ - مرحلة التعرف والانتقاء :

- يؤدي تعرف الخلايا LB على المستضد مباشرة إلى انتقاء نسيلة (لمة) من الخلايا تمتلك مستقبلات غشائية (أجسام مضادة غشائية) متكاملة مع محددات هذا المستضد.
- تتعرف الخلايا  $LT_4$  على الببتيد المستضدي المعروض على جزيئات CMH II من طرف الخلايا العارضة CPA (المكروفاغ والخلايا LB ... ) وهذا يؤدي إلى انتقاء نسيلة تمتلك مستقبلات غشائية متكاملة بنويًا مع الببتيد المستضدي المعروض على جزيئات CMH II.

### ب - مرحلة التنشيط :

- الخلايا  $LT_4$  و LB المنتقاة تنشط بواسطة مبلغات كيميائية تدعى الأنترلوكينات، حيث :
- تنشط أولاً بال  $IL_1$  المفرز من طرف الخلايا العارضة.

- تنشط مرة ثانية بواسطة ال  $IL_2$  المفرز من طرف الخلايا التائية المساعدة LTh النوعية لهذا المستضد.

### ج - مرحلة التكاثر والتمايز :

- تتكاثر الخلايا  $LT_4$  المنتخبة و المنشطة ثم تمايز إلى خلايا تائية مساعدة LTh المفرزة لل  $IL_2$  وخلايا ذاكرة  $LT_4m$  (لها دور في حفظ المناعة).

- تتكاثر الخلايا LB المنتخبة و المنشطة ثم تمايز إلى خلايا بلازمية (بلاسموسيت) منتجة للأجسام المضادة وخلايا ذاكرة LBm (لها دور في حفظ المناعة).

### د - مرحلة التنفيذ :

- تعمل الخلايا البلازمية على إنتاج و طرح أجسام مضادة نوعية (ذات طبيعة بروتينية) تسري في الدم وعند النقائها بالمستضدات النوعية ترتبط بها مشكلة معقدات مناعية (أجسام مضادة - مستضدات) تعمل على إبطال مفعول المستضد.

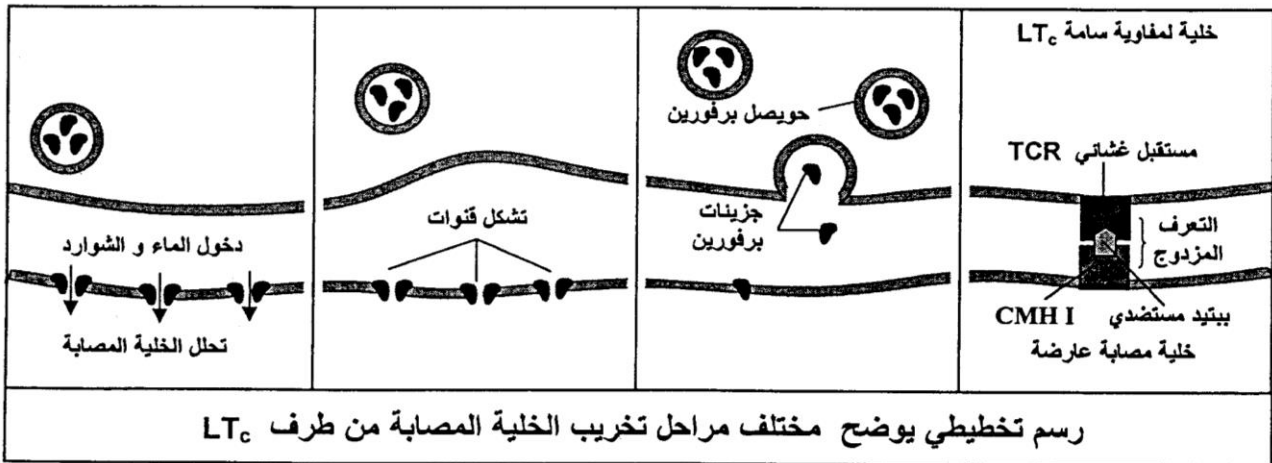
## ☞ ملاحظة هامة

- تعطي الأجسام المضادة تفاعلاً موجياً مع الكواشف اللونية للبروتينات.
- ♦ تفاعل بيوري : نضيف إلى محلول به أجسام مضادة كبريتات النحاس + الصودا فتظهر حلقة بنفسجية.
- ♦ تفاعل الأصفر الأحيوي (كسانتوبروتيك) : نضيف إلى محلول به أجسام مضادة حمض الأزوت مع التسخين الطفيف فيظهر اللون الأصفر.

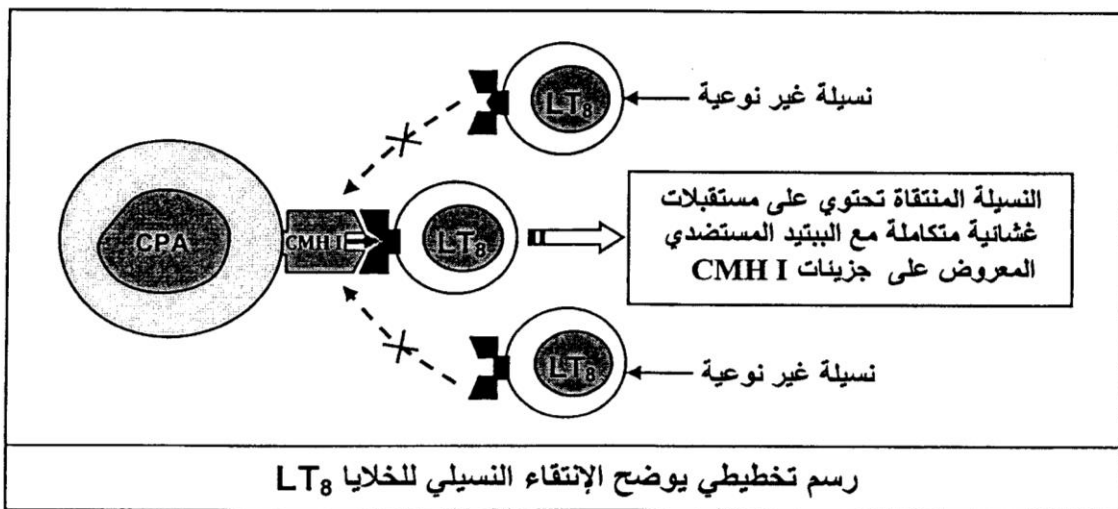


« الحالة الثانية للدفاع عن العضوية (الاستجابة المناعية الخلوية) : العناصر الدفاعية في هذه الحالة تتمثل في الخلايا للمفاوية السامة  $LT_c$ .

- 1 - آلية عمل للمفاويات السامة  $LT_c$  : يتم عمل الخلية للمفاوية  $LT_c$  وفق المراحل التالية :
    - تتعرف الخلية  $LT_c$  تعرفاً مزدوجاً على الخلية المصابة بواسطة مستقبل غشائي TCR يمكنه التعرف على جزيئة CMH I وعلى الببتيد المستضدي المعروف عليه في آن واحد.
    - تحرر الخلية  $LT_c$  بروتين البرفورين مع بعض الإنزيمات الحالة.
    - توضع بروتين البرفورين على غشاء الخلية المصابة مشكلاً قنوات حلوية.
    - دخول الماء و الشوارد عبر القنوات المتشكلة مما يؤدي إلى تحلل الخلية وموتها.
- ملاحظة : يتم تخريب الخلايا السرطانية بنفس الطريقة السابقة.



- 2 - مصدر للمفاويات السامة  $LT_c$  : تنتج الخلايا للمفاوية السامة  $LT_c$  من تمايز الخلايا للمفاوية  $LT_8$  التي تنشأ على مستوى نقي العظام و تنضج (أي تكتسب كفاءتها المناعية بتشكيلها لمستقبلات غشائية نوعية TCR يمكنها التعرف على الببتيد المستضدي المعروف على جزيئات CMH I) في الغدة التيموسية.
- 3 - الانتقاء النسيلي للخلايا للمفاوية  $LT_8$  : يتم انتقاء الخلايا للمفاوية  $LT_8$  النوعية ضد ببتيد مستضدي معين عند تماس هذه الأخيرة مع الخلايا المقدمة له CPA، حيث تمتلك النسيلة المنتقاة مستقبلات غشائية متكاملة بنويًا مع الببتيد المستضدي المعروف على جزيئات CMH I.



4 - مراحل الاستجابة المناعية الخلوية : تمر الاستجابة المناعية الخلوية بالمراحل التالية :  
أ - مرحلة التعرف والانتقاء :

- تتعرف الخلايا  $LT_8$  على الببتيد المستضدي المعروض على جزيئات CMH I من طرف الخلايا العارضة CPA وهذا يؤدي إلى انتقاء نسيلة تمتلك مستقبلات غشائية متكاملة بنيوياً مع الببتيد المستضدي المعروض على جزيئات CMH I.
- تتعرف الخلايا  $LT_4$  على الببتيد المستضدي المعروض على جزيئات CMH II من طرف الخلايا العارضة CPA وهذا يؤدي إلى انتقاء نسيلة تمتلك مستقبلات غشائية متكاملة بنيوياً مع الببتيد المستضدي المعروض على جزيئات CMH II.

ب - مرحلة التنشيط :

- الخلايا  $LT_8$  و  $LT_4$  المنتقاة تنشط بواسطة مبلغات كيميائية تدعى الأنترلوكينات، حيث :
- تنشط أولاً بالـ  $IL_1$  المفرز من طرف الخلايا العارضة.
- تنشط مرة ثانية بواسطة الـ  $IL_2$  المفرز من طرف الخلايا التائية المساعدة LTh النوعية لهذا المستضد.

ج - مرحلة التكاثر والتمايز :

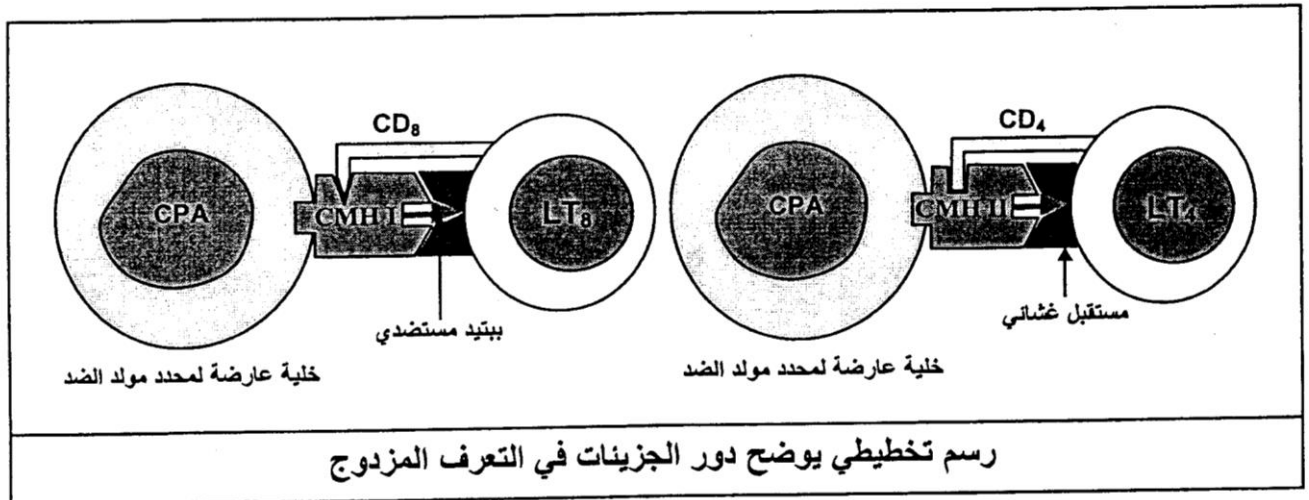
- تتكاثر الخلايا  $LT_4$  المنتخبة و المنشطة ثم تتمايز إلى خلايا تائية مساعدة LTh المفرزة للـ  $IL_2$  وخلايا ذاكرة  $LT_4m$  (لها دور في حفظ المناعة).
- تتكاثر الخلايا  $LT_8$  المنتخبة و المنشطة ثم تتمايز إلى خلايا تائية سامة LTC وخلايا ذاكرة  $LT_8m$  (لها دور في حفظ المناعة).

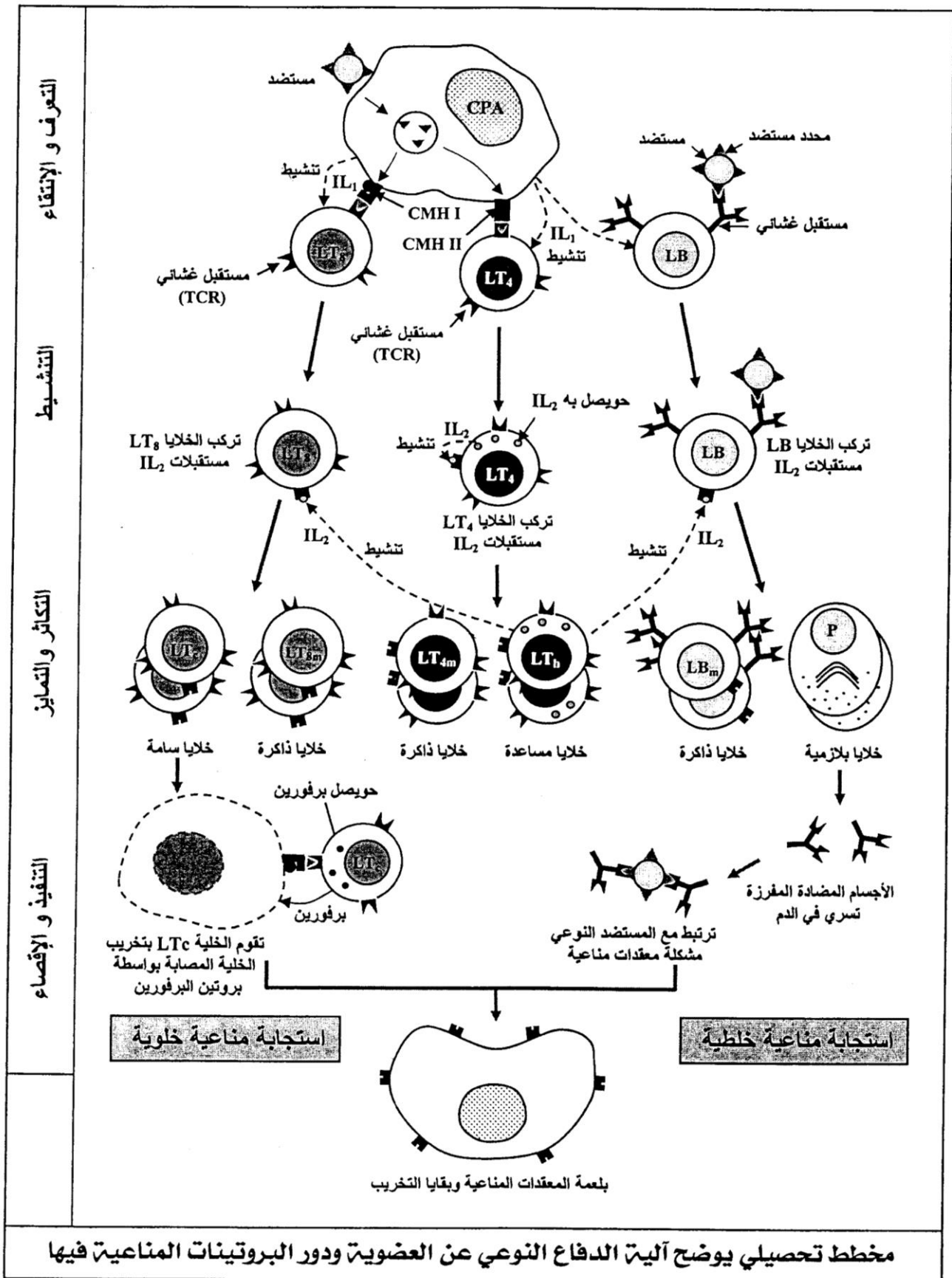
د - مرحلة التنفيذ :

- تسري الخلايا التائية السامة LTC في الدم وعند التقائها بالخلايا المصابة النوعية لها ترتبط بها، ثم تعمل على إفراز بروتين البرفورين الذي يشكل قنوات على غشاء الخلية المصابة. تسمح هذه القنوات بدخول الماء و الشوارد مما يؤدي إلى انحلال الخلية المصابة وموتها.

③ اختيار نمط الاستجابة المناعية النوعية : نمط الاستجابة المناعية النوعية مرتبط بمحدد المستضد :

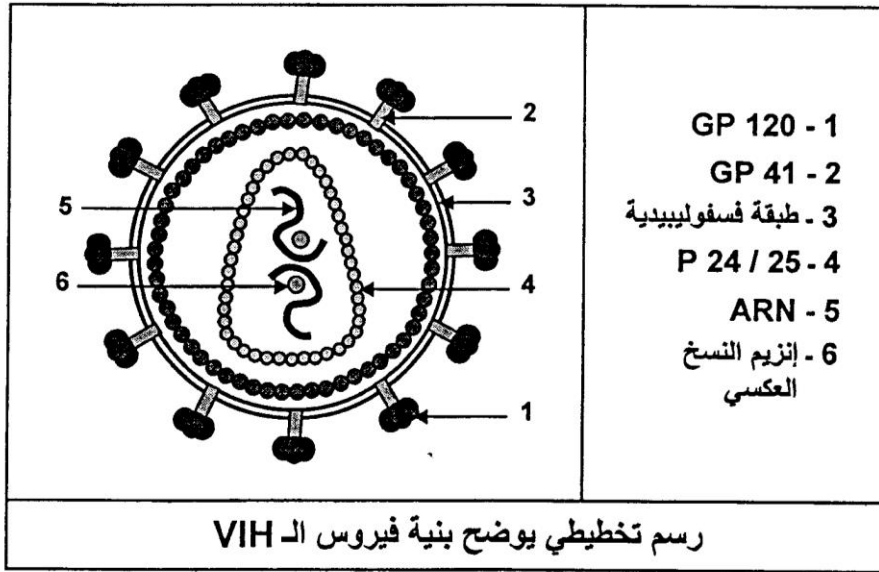
- الببتيدات الناتجة عن البروتينات خارجية المنشأ (المستدخلة) تقدم من طرف الخلايا العارضة مرتبطة بجزيئات CMH II إلى الخلايا  $LT_4$ .
- الخلايا المساعدة LTh المنشطة بالـ  $IL_1$  تنشط بدورها الخلايا LB النوعية لنفس المستضد وبالتالي تكون الاستجابة المناعية خلطية.
- أما الببتيدات الناتجة عن البروتينات الداخلية المنشأ (مثل البروتينات الفيروسية وبروتينات الخلايا السرطانية ...) فتقدم من طرف الخلايا العارضة مرتبطة بجزيئات CMH I إلى الخلايا  $LT_8$ . وبالتالي تكون الاستجابة المناعية خلوية.



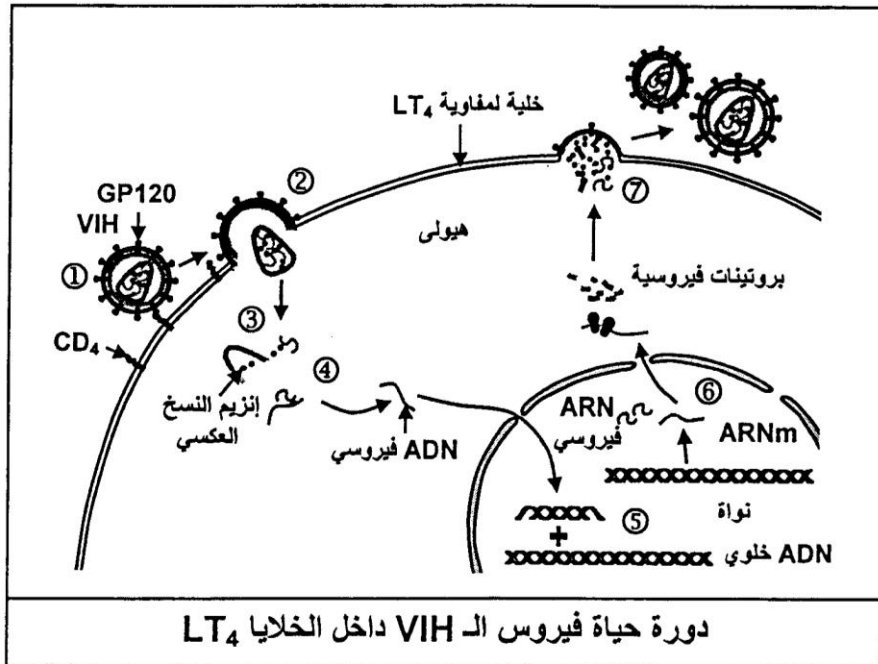


مخطط تحصيلي يوضح آلية الدفاع النوعي عن العضوية ودور البروتينات المناعية فيها

- ④ فقدان المناعة المكتسبة : يفقد الجهاز المناعي قدرته على الدفاع عن الذات نتيجة لإصابة بعض خلاياه بفيروس الـ VIH المسبب لمرض فقدان المناعة المكتسبة (SIDA).  
 ظهر مرض السيدا عام 1981م بالولايات المتحدة الأمريكية، ثم انتشر بعد ذلك في مناطق أخرى من العالم. ينتقل هذا المرض بعدة طرق أهمها العلاقات الجنسية و نقل الدم.....
- 1 - فيروس فقدان المناعة البشري VIH : يعتبر فيروس VIH من الفيروسات الراجعة (Rétrovirus) لأن مادته الوراثية هي الـ ARN. يتكون فيروس VIH من الخارج نحو الداخل من :  
 - طبقة فسفوليبيدية مضاعفة تتخللها بروتينات سكرية (GP 41 و GP 120).  
 - حافظة خارجية ذات طبيعة بروتينية.  
 - حافظة داخلية ذات طبيعة بروتينية تحتوي بداخلها على المادة الوراثية (ARN) و إنزيم النسخ العكسي.



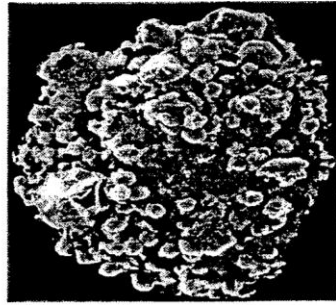
2 - مراحل تطور فيروس الـ VIH داخل الخلايا الـ  $LT_4$  : يمكن تلخيصها في النقاط التالية :



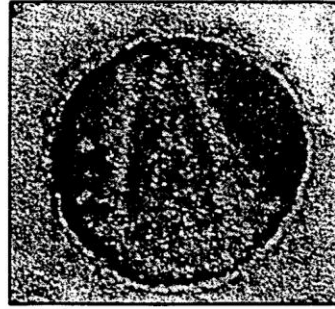
- ① ينتبث فيروس الـ VIH بواسطة GP 120 على الـ CD<sub>4</sub> للخلية LT<sub>4</sub> لوجود تكامل بنيوي بينهما.
  - ② يندمج غشاء الفيروس مع غشاء الخلية المضيفة.
  - ③ يمر لب الفيروس إلى داخل الخلية المصابة ويحرر محتواه (ARN فيروسي، إنزيم النسخ العكسي ..) بداخلها.
  - ④ يحول إنزيم النسخ العكسي الـ ARN الفيروسي إلى ADN فيروسي.
  - ⑤ يدمج الـ ADN الفيروسي ضمن ADN الخلية المصابة.
  - ⑥ ينسخ الـ ADN الفيروسي إلى ARN فيروسي و ARNm الذي يترجم إلى بروتينات فيروسية.
  - ⑦ تتجمع مكونات الفيروس المركبة وتحرر من الخلية المصابة على شكل فيروسات جديدة بالتبرعم.
- 3 - سبب فقدان المناعة المكتسبة : يستهدف فيروس فقدان المناعة البشري خاصة الخلايا اللمفاوية LT<sub>4</sub> و البالعات الكبيرة (لاحتوائها على مستقبل الـ CD<sub>4</sub> الذي يتكامل بنيوياً مع GP 120 للفيروس) وهي خلايا أساسية في التعرف وتقديم المستضد إلى جانب تنشيط الاستجابات المناعية.
- يتناقص عدد الخلايا LT<sub>4</sub> في مرحلة المرض إلى أقل من 200 خلية / ملم<sup>3</sup> وهذا يؤدي إلى تعريض الشخص للإصابة بأمراض انتهازية تحدثها عوامل ممرضة (طفيليات، فيروسات، بكتيريا، فطريات).

#### ملاحظة هامة

تبدو أغشية الخلايا LT<sub>4</sub> المصابة بفيروس الـ VIH غير مستوية عليها تبرعات عديدة وهو مظهر نمطي للخلايا المصابة بالفيروسات.



LT<sub>4</sub> مصابة  
كما تبدو بالمجهر  
الإلكتروني



فيروس VIH  
كما يبدو بالمجهر  
الإلكتروني