محاضرة نانوتكنولوجي B 490

علم الأورام النانوي Nano-oncology

علم الأورام النانوي

هو تطبيق الطب النانوي في تشخيص السرطان وعلاجه، ولهذا العلم القدرة على إحداث تحول في علم الأورام السريري من خلال تعزيز فعالية العلاج الكيميائي للسرطان باستخدام تقنية النانو. ويتحقق ذلك من خلال تمكين أنظمة توصيل الأدوية التي تستهدف الورم بالعديد من الجزيئات الوظيفية Functional molecules، بما في ذلك الروابط الخاصة بالورم والأجسام المضادة والعوامل السامة للخلايا وتحقيقات التصوير في وقت واحد وبالتالي تحسين معدلات استجابة الورم بالإضافة إلى التقليل من السمية الجهازية المرتبطة بالورم.

ولهذا السبب، يجذب علم الأورام النانوي اهتمامًا علميًا كبيرًا واستثمارًا متزايدًا من قبل شركات صناعة الأدوية العالمية باستخدام الجسيمات الشحمية والجسيمات النانوية البوليمرية، وتتطرق لعلم الأورام النانوي كفرع ناشئ من الطب النانوي وتوجهاته المستقبلية في علاج وتشخيص السرطان.

السرطان

هو مرض يتميز بالنمو والتكاثر غير المنتظم للخلايا ويتميز بصعوبة علاجه. ويعد السرطان أحد أخطر الأمراض الفتاكة في العالم اليوم, وتؤثر العديد من العوامل، مثل العمر والجنس والعوامل البيئية المحلية والنظام الغذائي وعلم الوراثة، على حدوث السرطان وتنوع السرطان.

أدت التطورات الحديثة في الهندسة النانوية إلى تطوير مجموعة واسعة من التقنيات الجديدة، بما في ذلك الأجهزة النانوية (النقاط الكمومية، والأصداف النانوية، وجسيمات الذهب النانوية، وأنابيب الكربون النانوية) قيد البحث.

Nanooncology علم الأورام النانوي

محاضرة نانوتكنولوجي B 490

مزايا علم النانو في علاج السرطان :

1 .تحسين العلاج مع تقليل الغزو.

2 .تراجع الآثار السلبية للأدوية والجراحة.

3 .أدوات تشخيص أسرع وأصغر حجمًا وأكثر تنوعًا.

4 .فعالية تكلفة الأدوية والعلاجات للعلاج العام للأمراض.

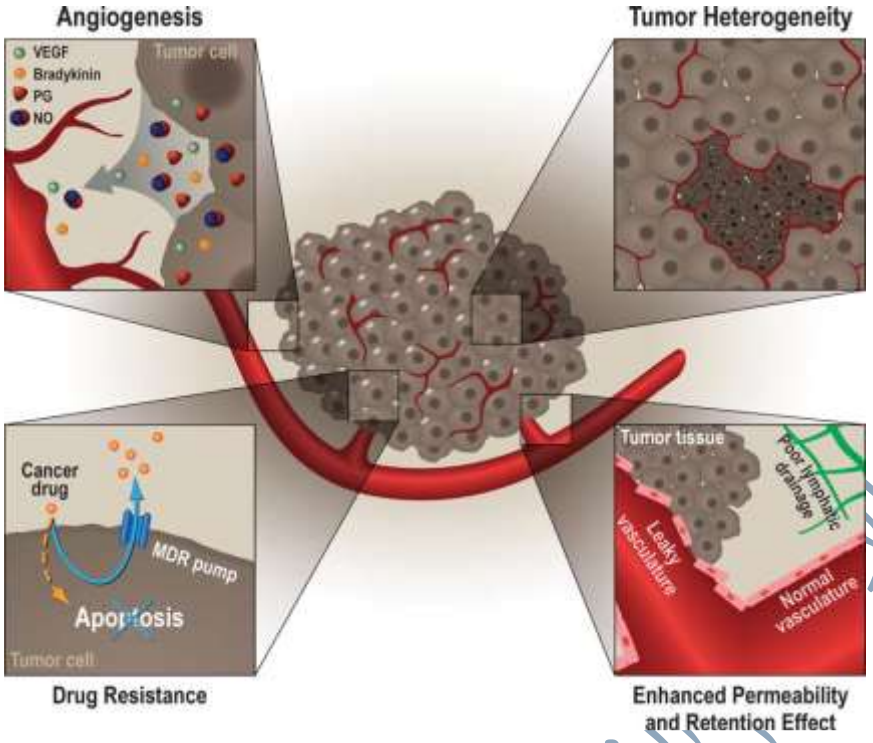
6. انخفاض معدل الوفيات والامراضية.

تكنولوجيا النانو في علاج السرطان

ان معظم العوامل المضادة للسرطان الكيميائية التقليدية تسبب العديد من مشاكل السمية للمرضى لأنها ليست انتقائية للخلايا السرطانية حيث ان ليس لديها وظيفة كافية للتمييز بين الخلايا السرطانية والعادية ويمكن أن تؤدي إلى سمية جهازية وآثار جانبية شديدة. ولذلك توجهت البحوث الى تطوير نظام يمكنه استخدام العلاج لاستهداف الخلايا السرطانية والتغلب على القيود المفروضة على العلاج الكيميائي التقليدي وتجنب الخلايا السليمة.

تشمل خيارات العلاج الحالية للسرطان مزيجًا من الجراحة والعلاج الإشعاعي والعلاج الكيميائي. وقد تم تصميم علاجات جديدة للسرطان من خلال فهم أكبر للبيئة الدقيقة للورم, حيث يتكون النسيج السرطاني من أجزاء غير خلوية (أي وعائية وخلالية) وخلوية وهي مختلفة وبشكل ملحوظ عن الأنسجة الطبيعية وتمثل كل واحدة من هذه الأجزاء تحديًا لتوصيل الأدوية إلى الخلايا السرطانية (الشكل 1).

Nanooncology علم الأورام النانوي



الشكل 1. البيئة الدقيقة للورم. (الملحق العلوي الأيسر) تكوين الأوعية الدموية . (الملحق العلوي الأيمن) عدم تجانس الورم (الملحق السفلي الأيسر) مثال على مقاومة الأدوية في الخلايا السرطانية. (الملحق السفلي الأيمن) النفاذية والاحتفاظ المعززان بسبب التأثير المشترك لبنية الأوعية الدموية المعيبة "المتسربة" وضعف التصريف اللمفاوي للورم.

تقدم تكنولوجيا النانو نهجا أكثر استهدافا، وبالتالي يمكن أن توفر فوائد كبيرة لمرضى السرطان. يعد الحجم والشكل والشحنة من المعلمات المهمة في أنظمة الجسيمات النانوية التي تشير إلى التوزيع داخل الجسم الحي والقدرة على الاستهداف البيولوجي للجسيمات النانوية.

تتمتع الجسيمات النانوية بالعديد من المزايا مقارنة بالأدوية المجانية. بعض منها مذكورة أدناه:

- **حماية الأدوية من التدهور المبكر.**
- **تعزيز امتصاص الأدوية في الأنسجة المختارة.**
- **التحكم في توزيع الدواء على الأنسجة والحركية الدوائية.**
- **تحسين الاختراق داخل الخلايا.**
- **منع الأدوية من التفاعل المبكر مع البيئة البيولوجية.**

Nanooncology علم الأورام النانوي

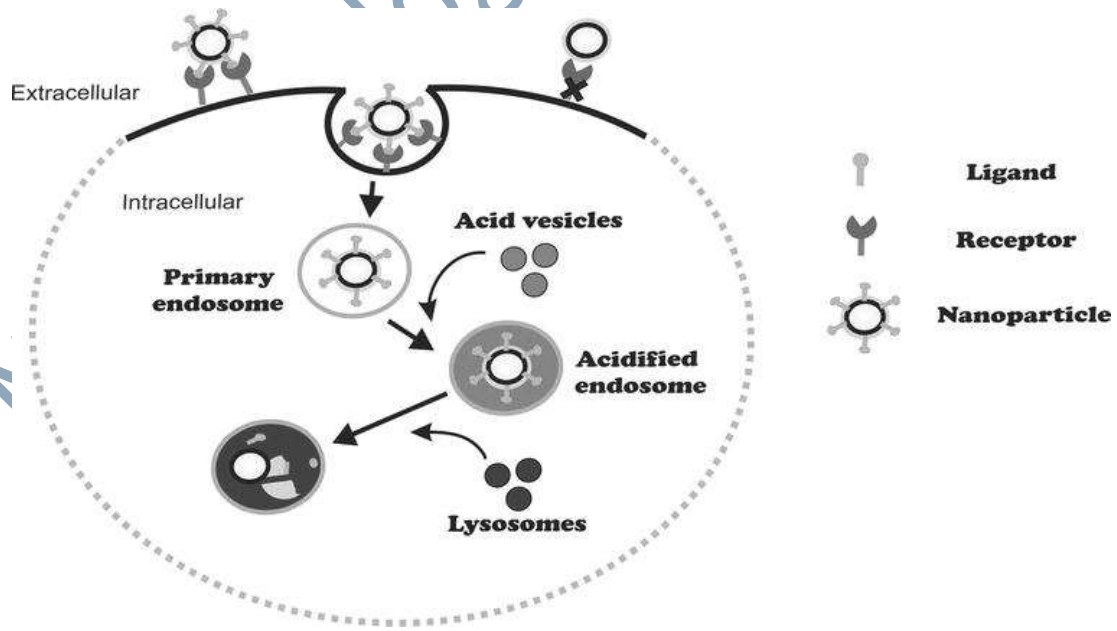
جوانب علاج السرطان القائم على تكنولوجيا النانو

- الناقلات النانوية Nanocarriers
- العلاج الديناميكي الضوئي المعتمد على تقنية النانو Photodynamic Therapy
- العلاج الحراري الضوئي المعتمد على تقنية النانو Photothermal Therapy
- الجسيمات النانوية كعوامل علاجية وتشخيصية Theranostic agents

- **الناقلات النانوية Nanocarriers**

يتم تصميم الناقلات النانوية من خلال الربط بعوامل انتقائية للوصول للاستهداف النشط. تشتمل بعض هذه العوامل على الببتيدات والبروتينات والأجسام المضادة والجزيئات العضوية الصغيرة. هذه العوامل مكملة للمستقبلات التي يتم التعبير عنها بشكل مفرط أو الموجودة في الخلايا السرطانية. ان الهدف من الاستهداف النشط هو زيادة التفاعلات بين الجسيمات النانوية والخلايا وتعزيز استيعاب الأدوية دون تغيير التوزيع الحيوي.

يمكن استخدام عوامل الاستهداف النشط لتطبيقات إطلاق الأدوية الخاضعة للرقابة، حيث يتم إطلاق الدواء في البيئة خارج الخلية أو داخل الخلايا عن طريق الامتصاص الخلوي كما في الشكل (2).



الشكل 2. استخدام عوامل الاستهداف النشط لتطبيقات إطلاق الأدوية الخاضعة للرقابة

العلاج الديناميكي الضوئي Photodynamic Therapy

ظهر العلاج الديناميكي الضوئي Photodynamic Therapy (PDT) كخيار علاجي قابل للتطبيق في علاج السرطان. يستخدم PDT مادة كيميائية قابلة للتنشيط بالضوء تُعرف باسم المحسس الضوئي، والتي تمتص الضوء بطول موجي معين لتوليد أنواع جزيئية سامة للخلايا مما يؤدي إلى موت الخلايا عن طريق الموت المبرمج. وتلعب الجسيمات النانوية المغلفة بهذه المواد لكيميائية دورا في نقلها الى موضع الورم ومن ثم توجيه شعاع ضوئي على موقع الورم والذي يؤدي الى قتل الخلايا السرطانية.

- العلاج الحراري الضوئي Photothermal Therapy

يعتمد العلاج الحراري على رفع الحرارة إلى درجات تتراوح بين 40 درجة مئوية و45 درجة مئوية باستخدام الترددات الراديوية، أو الموجات الدقيقة، أو الموجات المغناطيسية، أو الموجات فوق الصوتية لإحداث تلف خلوي لا رجعة فيه. وقد ثبت أن درجات الحرارة الأعلى من 42 درجة مئوية تجعل الخلايا السرطانية أكثر عرضة لتأثيرات العلاجات الإضافية مثل التشعيع، بالإضافة إلى التسبب في درجة من موت الخلايا المبرمج. بينما درجات الحرارة الأعلى من 45 درجة مئوية يمكن أن تسبب الموت المباشر للخلايا (أي الاستئصال الحراري).

وعلى الجانب الاخر يهدف العلاج الحراري الضوئي باستخدام الجسيمات النانوية المغلفة بمواد بوليمرية متحسسة للضوء لتحقيق تسخين أكثر تحكمًا وانتقائية للمنطقة المستهدفة، وبالتالي حصر الضرر الحراري للورم. واظهرت الدراسات ان الجسيمات النانوية لها القدرة على تحويل الضوء الى حرارة كافية لقتل الخلايا السرطانية.

الجسيمات النانوية كعوامل علاجية وتشخيصية Theranostic agents

إن دمج التشخيص والعلاج في عملية واحدة هو نهج طبي حيوي متطور يعرف باسم (التشخيص العلاجي) ومنها استخدام الجسيمات النانوية في التشخيص والعلاج في وقت واحد. تتمثل الفكرة في تطوير جسيمات نانوية ذكية يمكنها التشخيص وتقديم العلاج ومراقبة الاستجابة للعلاج في نظام واحد متكامل. ومن خلال تصميم مثل هذه الجسيمات النانوية متعددة الأغراض، من المأمول أن يتم تسريع تطوير الأدوية مع تقليل التكاليف والمخاطر.

Nanooncology علم الأورام النانوي