المحاضرة الثالثة

-الانقسامات الخلوية-

أولاً- الانقسام الفتيلي (العادي) – Mitosis

- يتم هذا النوع بين الخلايا الجسدية
- يمرّ الانقسام الميتوزي بأربعة مراحل رئيسية، ويهدف إلى إنتاج خليتين بنتين متماثلتين وراثياً وتحملان العدد الصبغي نفسه للخلية الأم (2n).
- تجدر الإشارة إلى أنّ تضاعف الـ DNA لا يحدث ضمن أطوار الميتوزي، بل يتمّ مسبقاً خلال مرحلة S من الطور البيني Interphase.
- وعليه، تدخل الخلية إلى الانقسام الفتيلي وهي تحمل صبغيات مضاعفة، يتألف كل منها من كروماتيدين شقيقين متصلين بالقسيم المركزي.
- تتم عملية الانقسام غير المباشر على أربع مراحل هي:
  1. المرحلة التمهيدية Prophase
  2. المرحلة الاستوائية Metaphase
  3. المرحلة الانفصالية Anaphase
  4. المرحلة النهائية Telophase

الطور الأول أو التمهيدي– Prophase

ما الذي يحدث؟

- تبدأ الصبغيات بالتكثّف والتحلزن، فتصبح أقصر وأكثر ثخانة، وتظهر بوضوح على شكل كروموسومات مكوّنة من كروماتيدين شقيقين ناتجين عن تضاعف سابق في الطور البيني. ويتصلان معاً بواسطة القسيم المركزي (centromere).
- ينقسم الجسيم المركزي (Centrioles) إلى قسمين، وتتشكل حول كل منهما خيوط شعاعية (Asters)
- يهاجر الجسيمان المركزيان إلى قطبي الخلية المتقابلين، ويبدأ بينهما تشكّل مغزل الانقسام.
- ينحلّ الغشاء النووي تدريجياً في نهاية هذا الطور، كما تتلاشى النوية، ويختلط اللمف النووي مع الهيولى.

مدة هذا الطور: 20–60 دقيقة.

الطور الاستوائي – Metaphase

ما الذي يحدث؟

- تصطفّ الصبغيات المضاعفة في المستوى الاستوائي للخلية، مشكلةً ما يُعرف بـ اللوحة الاستوائية.
- يتم ارتباط الصبغيات مع خيوط المغزل بواسطة القسيمات المركزية لهذه الصبغيات، ويكتمل تشكل المغزل الانقسامي في هذا الطور.
- يحصل انشطار القسيم المركزي فيؤدي لانفصال أحد شقي الصبغيين عن الأخر (الكروماتيدات الشقيقة) ولكن يبقيان متجاورين خلال هذا الطور.

يستمر هذا الطور عدة دقائق.

طور الصعود أو الانفصالي – Anaphase

ما الذي يحدث؟

- تنفصل الكروماتيدات الشقيقة عن بعضها بعد انشطار القسيم المركزي، وتتحرك كل منها نحو أحد قطبي الخلية.
- تتم حركة الكروماتيدات على خيوط المغزل بآلية تعتمد على تقلص خيوط الأكتوميوزين (Actomyosin).
- تتجمع الكروماتيدات بشكل متساوٍ في قطبي الخلية.

مدة هذا الطور: عدة دقائق

الطور الانتهائي – Telophase

ما الذي يحدث؟

- يبدأ تشكّل غشاء نووي جديد حول مجموعات الصبغيات في كل قطب.
- تفقد الصبغيات تكثّفها وتعود إلى شكلها الخيطي.
- تتشكل النوية من جديد بواسطة منظم النوية.
- يختفي مغزل الانقسام تدريجياً.

مدة هذا الطور: مشابهة لمدة الطور التمهيدي

أما التغيرات التي تطرأ على الهيولى:

- تبدأ حركات هيولية دورانية نشيطة خلال الطور الانفصالي (طور الصعود).
- تؤدي هذه الحركات إلى تضيّق الهيولى في منتصف الخلية.
- يستمر التضيّق حتى تنقسم الخلية إلى خليتين بنتين تدخلان لاحقاً في الطور البيني لاستكمال بناء مكوناتهما.

ثانياً- الانقسام المنصف أو الاختزالي Meiosis:

- يتم هذا النوع بين الخلايا التناسلية عند تكوين الحيوانات المنوية في الخصية والبويضات في المبيض
- يختلف عن الانقسام الفتيلي بأنه يختزل عدد الصبغيات إلى النصف، ويحدث عادة في الخلايا الجنسية فتتشكل بذلك الأعراس ذات النمط النووي الفردي (N1). ويبدأ بتضاعف DNA في الطور البيني، ويتألف من انقسامين:

تتم عملية الانقسام الاختزالي على مرحلتين هما:

1- الانقسام المنصف الأول

أهم ما يميز هذه المرحلة عبور أو انتقال بعض الصفات الوراثية بين الكروموسومات المتماثلة مع اختزال عدد الكروموسومات إلى النصف

2 – الانقسام المنصف الثاني

ويمكن اعتباره انقسام غير مباشر، غير أن الخلية التي تبدأ هذه المرحلة تكون محتوية على نصف العدد الأصلي من الكروموسومات.

1- الانقسام المنصف الاول Meiosis I: ويتألف من الأطوار التالية:

أ- الطور الأول Prophase I: ويتألف من عدة مراحل:

1- مرحلة الخيوط الرفيعة Leptotene:

- تتميز هذه المرحلة بظهور الصبغيات على شكل خيوط رفيعة وطويلة وغير منشطرة.
- يتضاعف الجسيم المركزي ويتحرك للقطب المقابل ويبدأ بتكوين الأشعة النجمية.

2- مرحلة التزاوج أو الاقتران Zygotene:

- يحدث اقتراب أشفاع الصبغيات المتماثلة من بعضها البعض ويتطابق الصبغيان المقترنان معاً طولياً وتؤلف ما يسمى بالثنائيات.

3- مرحلة الثخن Pachytene:

- تتقاصر الثنائيات ويلتف الصبغيان المقترنان التفافاً حلزونياً بحيث تبدو كل ثنائية كأنها صبغي واحد. يحدث في هذه المرحلة انشطار كل صبغي من الصبغيات المقترنة إلى شقين صبغيين (كروماتيد) دون أن تنشطر القسيمات المركزية بحيث تتحول الثنائيات الصبغية إلى رباعيات.
- يحصل بعد ذلك تقاطع الشق الصبغي (الكروماتيد) في أحد الصبغيين المقترنين مع الشق الصبغي للصبغي المقترن الثاني، وتدعى نقطة التقاطع بالتصالبة، وقد يحدث عدة تصالبات وهذا ما يؤدي لانكسار الشقين الصبغيين في مكان تقاطعهما وإلى تبادل القطع المنكسرة من الشق الصبغي مع الشق الصبغي الاخر، وتدعى عملية التبادل هذه بالتعابر Crossing over.

4- مرحلة الانفصال الجزئي Diplotene:

- يحدث تقاصر الصبغيات وتباعد أحد الصبغيين المقترنين عن الأخر إلاّ أنهما يبقيان متصلين بأمكنة التصالبات لذلك تبدو الصبغيات في هذه المرحلة على شكل X أو O.

5- مرحلة التحرك أو الانفصال النهائي Diakinesis:

- يزداد فيها قصر الصبغيات وثخانتها وتتباعد الصبغيات إلى محيط النواة.

ب- **الطور الاستوائي Metaphase I:** ينحل في بداية هذا الطور الغشاء النووي والنوية ويتشكل مغزل الانقسام وتتوضع الصبغيات (الرباعيات) في اللوحة الاستوائية.

جـ- **طور الصعود Anaphase I:** تهاجر الصبغيات في هذا الطور إلى قطبي الخلية بحيث يهاجر كل صبغي من الصبغين المتماثلين إلى قطب من قطبي الخلية. (لا يحصل في هذا الطور انشطار الصبغي الواحد إلى صبغيين كما هو في الانقسام الفتيلي العادي).

د- **الطور الانتهائي Telophase I:** يحصل زوال تحلزن الصبغيات، وتتشكل النواة والنوية في قطبي الخلية وتتضيق الهيولى ثم تنشطر الخلية الأم إلى خليتين بنتين تشمل كل منهما نصف العدد الصبغي .

ينتهي الانقسام المنصف الأول بتشكيل خليتين تتصفان بنمط خلوي فرداني يحصل فيه اختزال عدد الصبغيات إلى النصف، ثم تمر الخلايا البنات الناتجة عن الانقسام المنصف الأول بطور راحة قصير ثم تبدأ بالانقسام المنصف الثاني.

2- الانقسام المنصف الثاني Meiosis II:

يجري بشكل يماثل الانقسام الفتيلي العادي (الميتوزي) بأطواره الأربعة التي تحدثنا عنها سابقاً.

وبهذا ينتج عن الانقسامين (الانقسام المنصف الأول والثاني) أربع خلايا تشتمل كل منها على نصف عدد الصبغيات ونصف المادة الوراثية للخلية الأم.

-النسج الحيوانية-

مجموعات خلوية يقوم كل منها بوظيفة معينة.

تقسم إلى 4 مجموعات: النسج الظهارية، الضامة، العضلية، العصبية.

تشكل النسج الحيوانية:

تنشأ من تطور البيضة الملقحة (Zygote) التي تنقسم عدة مرات لتؤلف جسماً مؤلفاً من مجموعة من الخلايا المتشابهة التي تتمايز فيما بعد بـ 3 مجموعات خلوية تدعى بالوريقة الجنينية.

تقسم الوريقة الجنينية إلى 3 أنواع أو طبقات:

1. الأديم الظاهر Ectoderm
2. الأديم الباطن Endoderm
3. الأديم المتوسط Mesoderm

أولاً- النسج الظهارية أو الطلائية Epithelial Tissues

الخصائص العامة للنسج الظهارية أو الطلائية

1. تنشأ الظهارة من جميع طبقات الوريقة الجنينية الثلاث: الأديم الظاهر، الأديم الباطن، والأديم المتوسط.
2. تؤدي الظهارة مجموعة واسعة من الوظائف، تشمل: الحماية، الامتصاص، الإفراز، الإحساس، النقل عبر الأهداب.
3. تتميز خلايا الظهارة بأنها متراصة ومتلاصقة بشدة، مما يجعل المادة البينية بين الخلايا قليلة جداً.
4. ترتكز الظهارة على غشاء قاعدي Basement membrane يفصلها عن النسيج الضام ويمنحها الدعم والتنظيم.
5. الظهارة لا تحتوي أوعية دموية، بل تحصل على الغذاء والأكسجين عبر الانتشار من الأنسجة الضامة الموجودة تحتها.
6. تمتلك الظهارة قدرة عالية على التجدد والانقسام بسبب تعرضها المستمر للتلف والاحتكاك.
7. يطلق مصطلح النسيج الطلائي على كل نسيج يغطي الأسطح الخارجية للجسم أو يبطّن التجاويف والقنوات والأعضاء الداخلية.

تقسم إلى ظهارات بسيطة وظهارات مطبقة.

الصفات الخاصة للظهارات:

1- الالتصاقات الخلوية الخاصة في الظهارات: تتصف الظهارات بمتانة خاصة تعطيها القدرة على مقاومة المؤثرات الخارجية؟؟ وذلك بسبب الارتباط الشديد لخلاياها مع بعضها البعض.

2- الصفيحة القاعدية: تُفرز من الخلايا الظهارية ووظيفتها: تشكل هذه الصفيحة مستنداً للظهارة، كما تقوم بربط الخلايا الظهارية مع بعضها البعض وتربطها بالنسيج الضام.

خصائص أو صفات الخلايا الظهارية

1. الزغيبات: تظهر على السطوح القمية للخلايا الظهارية نتوءات صغيرة جداً تدعى الزغيبات التي تزيد من مساحة السطح القمي للخلايا.
2. الانغلاق القاعدي: تظهر على السطوح القاعدية للخلايا نتوءات على شكل طيات تزيد مساحة السطح القاعدي للخلايا.

3. الأهداب: تظهر الأهداب في بعض الخلايا الظهارية كما هو الحال في الخلايا الظهارية للرغامى.

الأنسجة الطلائية الغدية

تخصصت هذه الأنسجة لأداء وظيفة محددة وهي الإفراز ولذلك تعرف هذه التراكيب باسم الغدد.

وتقسم حسب عدد الخلايا إلى:

1. غدة وحيدة الخلية تتكون من خلية واحدة مثل الخلية الكأسية (goblet cell) حيث تقوم بإفراز مادة المخاط، وتتواجد بين خلايا النسيج المبطن للقصبة الهوائية والقناة الهضمية.
2. غدد عديدة الخلايا وتتكون من عدد كبير من الخلايا وتنقسم اعتمادا على المادة الكيميائية التي تفرزها، وتبعا لوجود أو عدم وجود قناة للغدة.

- غدد ذات إفراز خارجي أو غدد قنوية مثل الغدد العرقية (إفراز العرق)، الغدد الهضمية (إفراز العصارات الهاضمة المحتوية على الإنزيمات.
- غدد ذات إفراز داخلي والتي تنتقل إفرازاتها مباشرة إلى الدم حيث لا توجد قنوات لهذه الغدد ومنا هنا تسمى الغدد اللاقنوية أو الغدد الصماء (endocrine glands) حيث تفرز الهرمونات.

وظائف الأنسجة الطلائية أو الظهارية

1. الحماية: تشكّل الظهارة حاجزاً واقياً يحمي الأنسجة العميقة من العوامل الفيزيائية والكيميائية والميكروبية، كما في: البشرة، بطانة تجويف الفم، بطانة المثانة البولية
2. النقل: تقوم بعض الظهارات بنقل المواد على سطحها عبر حركة الأهداب، مثل قل المخاط والجزيئات العالقة في الطرق التنفسية.
3. الإخراج: تشارك الظهارة في طرح الفضلات من الجسم، مثل: طرح البول عبر الظهارة البولية و ثاني أكسيد الكربون عبر الظهارة التنفسية والعرق عبر الغدد العرقية.
4. الإفراز: تشكّل الظهارة أساس الغدد، وتقوم بـ: إفراز خارجي: مثل الإنزيمات الهاضمة في الغدد اللعابية والبنكرياس. إفراز داخلي: مثل الهرمونات التي تفرزها الغدد الصماء
5. الامتصاص: تقوم الظهارة بامتصاص المواد الغذائية والماء، مثل: امتصاص نواتج الهضم في الأمعاء، وإعادة الامتصاص في النبيبات الكلوية.
6. الاستقبال الحسي: تحتوي بعض الظهارات على خلايا متخصصة للإحساس، مثل: ظهارة الأنف (الشم)، ظهارة العين (القرنية)، براعم التذوق في اللسان
7. التكاثر: تنشأ الأمشاج (الحيوانات المنوية والبويضات) من ظهارة المناسل: ظهارة الأنابيب المنوية في الخصية، وظهارة الجريبات في المبيض.

ثانياً- النسج الضامة Connective Tissues

أولاً: تعريف عام

يُعدّ النسيج الضام أحد الأنواع الأساسية للأنسجة في الجسم، ويتميّز عن غيره بوفرة المادة الخلالية بين خلاياه، مما يمنحه القدرة على الدعم والربط والحماية.

ثانياً: تصنيف النسيج الضام

ينقسم النسيج الضام إلى مجموعتين رئيسيتين:

- نسج ضامة دعامية: وتشمل الغضاريف، العظام، الأغلفة المحيطة بالأعضاء مثل المحفظة الليفية للكبد والكلية)
- سوائل الجسم: وتشمل النسيج اللمفاوي واللمف والدم.

ثالثاً: خصائص النسيج الضام:

- يتميز بوجود مادة خلالية وفيرة مقارنة بالأنسجة الأخرى.
- خلاياه قليلة ومتباعدة نسبياً.
- غنيّ بـ الأوعية الدموية (باستثناء الغضاريف).
- وظيفته الأساسية ربط الأنسجة والأعضاء ببعضها، لذلك لا يغطي الأسطح الخارجية للجسم.

رابعاً- مكوناته الأساسية:

- خلايا
- مادة خلالية (ground substance)
- ألياف

خامساً- الألياف في النسيج الضام

يحتوي النسيج الضام على ثلاثة أنواع رئيسية من الألياف:

1. الألياف الكولاجينية Collagenous fibres:

وظيفتها: تعطي للنسيج الضام متانة وصلابة يستطيع من خلالها مقاومة العوامل التي قد تؤثر عليه، توجد هذه الألياف في الأربطة والأوتار. (تعرف بالألياف البيضاء وبشكل حزم)

2. الألياف المرنة Elastic fibres: تمنح النسيج الضام صفة المرونة والقدرة على العودة إلى شكله الأصلي. (تعرف بالألياف الصفراء)

3. الألياف الشبكية Reticular of fibres: تدخل هذه الألياف في بناء النسج الضامة مشكلة شبكة دقيقة تدعم الأوعية الدموية الصغيرة والخلايا الشحمية وغيرها.

سادساً- خلايا النسيج الضام تقسم إلى مجموعتين:

1- الخلايا الأصلية (الثابتة): وهي خلايا مقيمة في النسيج

- الأرومة الليفية Fibroblast أهم الخلايا، مسؤولة عن تصنيع الألياف والمادة الأساسية.

- الخلايا المتوسطية Mesenchymal cells خلايا جذعية بدائية.
- البلاعم Macrophages مسؤولة عن البلعمة والدفاع المناعي.
- الخلايا الشحمية Adipocytes تخزن الدهون.
- الخلايا البدنية Mastocytes تفرز الهيستامين والهيبارين.

2- الخلايا المهاجرة (الحرة): وتصل إلى النسيج عند الحاجة

- اللمفاويات Lymphocytes
- الخلايا المصورية Plasmacytes تنتج الأجسام المضادة.
- الخلايا الصباغية Pigment cells

أولاً: النسج الضامة الدعامية

1- المادة الغروية المتوسطة Mesoglea:

- يوجد فقط عند الاسفنجيات والمجوفات (معائيات الجوف)، له وظيفة دعامية.
- تُعدّ طبقة هلامية قوامها غروٍي تقع بين طبقتين خلويتين.

وظيفتها الأساسية:

دعامية، إذ تمنح الجسم تماسكاً وشكلاً ثابتاً رغم غياب الأنسجة الحقيقية في هذه الكائنات.

قد تحتوي على خلايا متحركة بسيطة في بعض الأنواع.

2- اللحافة المتوسطة (النسيج المتوسط الجنيني) Mesenchyme:

- نسيج جنيني بدائي ينشأ من الوريقة الوسطى (Mesoderm) عند الأجنة، وتتمايز عنه خلال التطور الجنيني جميع النسج الضامة وبعض النسج الأخرى. مثل العضلات الملساء والأوعية الدموية.
- وتأخذ خلاياه الشكل النجمي، ويتفرع عن هذه الخلايا عدد كبير من الاستطالات الهيولية التي تدعى بالروابط الهيولية التي ترتبط مع بعضها البعض مشكلة شبكة معقدة. وتتميز بقدرتها العالية على الانقسام والتمايز، مما يجعلها الخلايا الأمّ لمعظم خلايا النسج الضامة.

3- النسيج الضام الهلامي:

- ينشأ هذا النسيج عن اللحافة المتوسطة في الأجنة.
- يشبه اللحافة المتوسطة من حيث التركيب لكنه:
  - ✓ يملك عدداً قليلاً من الخلايا المتحركة،
  - ✓ تكون المادة الأساسية فيه هلامية.
  - ✓ يحوي هذا النسيج كمية قليلة من الخيوط الكولاجينية والشبكية.
- يوجد بشكل رئيسي في: الأجنة وحول الأرومة الأساسية للأعضاء.
- أشهر مثال عليه: نسيج وارتون الهلامي (Wharton's jelly) في الحبل السري عند الثدييات.

وظيفته

- يوفر دعامة مرنة للأعضاء النامية.
- يساهم في حماية الأوعية داخل الحبل السري.
- يعمل كوسط يسمح بحركة الخلايا الجنينية أثناء التمايز.

4- النسيج الضام الشبكي:

- يتألف هذا النسيج من خلايا نجمية تنتج خيوط تتقاطع مع بعضها على شكل نجمة.
- تكون المادة الأساسية المحصورة بين هذه الخيوط بحالة سائلة وتحوي عدة أنواع من الخلايا الحرة.
- يوجد هذا النسيج عند الأجنة ويمتاز بقدرته على التمايز.
- كما يوجد في بعض أعضاء الكائنات الناضجة بحيث يشكل غلافاً شبكياً لبعض الأعضاء كما في الحجب الكبدية الداعمة والأقنية الكلوية.
- كما يمكن أن يشكل أعضاء مستقلة، مثل الطحال والعقد اللمفاوية.
- يوجد في هذا النسيج أعداد كبيرة من الخلايا الحرة، مثل الخلايا اللمفاوية Lymphocytes.

5- النسيج الضام الخيطي اللاكثيف (الفجوي أو الرخو):

- من أكثر النسج الضامة انتشاراً.
- يوجد عند جميع الفقاريات والعديد من اللافقاريات.
- يدخل بتركيب الأجهزة الدعامية ويغلف جميع أعضاء الجسم تقريباً.
- من المواد الليفية في هذا النسيج: الكولاجين – الخيوط المرنة (المادة الموجودة بين هذه الخيوط ذات طبيعة نصف سائلة ويوجد منها نمطان من الخلايا هما: 1- الخلايا الثابتة وتنتمي إليها الخلايا الليفية والخلايا الملونة والخلايا الشحمية). 2- الخلايا الحرة: وتنتمي إليها الخلايا البلعمية كالبلاعم الكبيرة Macrophages (التي تتصف بقدرتها على بلعمة الخلايا ذات الجزيئات الكبيرة ولها دور هام في التئام الجروح)، كما تنتمي إليها الخلايا الهيبارينية التي تفرز مادة الهيبارين المضادة لتخثر الدم، والخلايا البلاسمية التي تقوم بوظيفة تشكيل الأجسام الضدية.

6- النسيج الضام الشحمي:

- يتألف من خلايا شحمية كروية الشكل يوجد بينها لحافة متوسطة.
- يوجد هذا النسيج عند الفقاريات تحت الجلد وعلى سطوح الأعضاء الداخلية أما عند الحشرات فيوجد في الاجواف الجسمية على شكل جسيمات شحمية.
- تفرز هيولى الخلايا الشحمية قطيرات شحمية تجتمع مع بعضها مشكلة فجوات تضغط على الهيولى والنواة فتزيحهما إلى سطح الخلية.
- وظيفته: مادة ادخارية للطاقة، وحماية ميكانيكية للأعضاء الداخلية، عازل حراري.

7- النسيج الضام الخيطي الصلب (الكثيف):

- يوجد في مناطق الجسم التي تتعرض غالباً للشد أو الضغط، تتراكم الألياف الكولاجينية بكثافة في المادة الخلالية، مما يمنح النسيج متانة عالية تحميه من الصدمات وقدرة على مقاومة الشد يخلو هذا النسيج من الخلايا الحرة بسبب كثافة الألياف.
- أما الخلايا الثابتة فهي قليلة (غالباً أرومات ليفية).

8- النسيج الغضروفي:

وهو نسيج دعامي يتألف من خلايا غضروفية ثابتة مغمورة ضمن مادة خلالية تمنحه المتانة والقدرة على امتصاص الصدمات.

يوجد هذا النسيج عند الفقاريات حيث يشكل هياكل أجنة معظم أنواع الفقاريات ثم يتحول تدريجياً إلى هياكل عظمية (عملية التعظم)، ويشكل الهياكل الغضروفية لبعض انواع الفقاريات كما في الأسماك الغضروفية (على سبيل المثال القرش).

تحتوي الخلية الغضروفية على كمية كبيرة من المواد الشحمية والغليكوجين.

كما يوجد في مناطق مختلفة من جسم الفقاريات البالغة مثل: الأنف والأذن والمفاصل والأقراص بين الفقرات.

9- النسج العظمية:

هي نسج ضامة دعامية تشكل هياكل الفقاريات.

يتألف النسيج العظمي من:

1. خلايا عظمية Osteocytes
2. مادة خلالية مؤلفة من مواد عضوية (30 % من كتلة العظم) تدعى بالعظمين (Ossein)، ومواد لا عضوية (70 %) كالمواد معدنية مثل فوسفات الكالسيوم وكربونات الكالسيوم وكلور الكالسيوم وكلور الصوديوم) تمنح العظم الصلابة والقوة الميكانيكية.
   - يتألف العظمين (المادة الخلالية العضوية) من خيوط كولاجينية وبروتينات سكرية حمضية.
   - تأخذ الخلايا العظمية شكلاً بيضوياً كما تزود باستطالات هيولية.
   - تختفي الروابط الهيولية بين الخلايا عند العظام الناضجة وتحل مكانها أقنية صغيرة ممتلئة بمادة حبيبية تشكل ممرات للمواد التي تدور بين هذه الخلايا.

خصائص النسيج العظمي

- يجمع بين المرونة (بفضل العظمين) والصلابة (بفضل الأملاح المعدنية).
- يمتلك قدرة عالية على التجدد بفضل الخلايا البانية والناقضة Osteoblasts & Osteoclasts
- يُعدّ نسيجاً حيّاً رغم صلابته، لأنه يحتوي على خلايا وأوعية دموية وأعصاب.

أنواع النسج العظمية:

1. **العظام الثخينة الكثيفة:** تتوضع فيها الخلايا العظمية والمادة الخلالية على شكل طبقات. ويمنح الجسم الصلابة والمتانة، ويشكّل الطبقة الخارجية لمعظم العظام الطويلة والقصيرة والمسطحة.
2. **العظم الاسفنجي (Spongy bone):** يتألف من حواجز عظمية كثيفة تتفرع بأشكال مختلفة، ويمتلئ الفراغ بنخاع عظمي أحمر ويتم تغذية هذا النسيج بواسطة الأوعية الدموية التي تنتشر في أقنية الحواجز الثخينة. يوجد النسيج العظمي الاسفنجي في مشاشات العظام الطويلة وفي العظام المسطحة (الجمجمة) والقصيرة (الفقرات).
3. **العظم الخيطي:** وهو شكل بدائي وغير ناضج من العظم، يوجد بغزارة عند الفقاريات الدنيا (البرمائيات والزواحف) والأجنة ومناطق التئام الكسور عند الفقاريات العليا – يتصف بوجود نسبة عالية من الألياف الكولاجينية – تتوزع الخلايا العظمية في هذا النسيج بشكل غير منتظم.
4. **لب العظم:** يُعدّ نسيجاً متخصصاً يوجد داخل التجاويف العظمية، ويتألف أساساً من نسيج ضام شبكي يحتوي على خلايا شبكية وألياف شبكية تُشكّل دعامة للخلايا المكوّنة للدم. كما يحتوي على خلايا شحمية وخلايا مولدة للكريات الحمراء والخلايا الحبيبية والصفيحات الدموية) ولكن تشكل هذه الكريات يتم في النخاع العظمي الأحمر أما اللب الأصفر فهو يحوي أعداد هائلة من الخلايا الشحمية ولا يحوي الخلايا المكونة للدم.

ثانياً: سوائل الجسم

النسيج اللمفاوي:

- يُعدّ النسيج اللمفاوي أحد مكوّنات الجهاز المناعي، ويتألف أساساً من: مصل لمفاوي وخلايا لمفاوية حرة
- يشبه المصل الدموي من حيث التركيب ولكن الاختلاف بينهما من حيث ارتفاع نسبة المواد الشحمية في المصل اللمفاوي.
- يقوم هذا النسيج بوظيفتين هما وظيفة دفاعية وأخرى غذائية.

الدم: وظائفه:

- وظيفته توزيع المواد الغذائية إلى أجزاء الجسم المختلفة
- التبادلات الغازية بين الأعضاء التنفسية والنسج.
- يقوم بنقل المواد الضارة الناتجة عن العمليات الاستقلابية إلى جهاز الإطراح للتخلص منها.
- توزيع الهرمونات والمواد الأخرى.
- يشكل خطاً دفاعياً عن الجسم ضد الجراثيم والكائنات الحية الدقيقة الأخرى.
- يحافظ على درجة حرارة الجسم.

تركيب الدم:

- البلاسما الدموية (السائل خارج الخلايا).
- الكريات الدموية الحمراء.
- الكريات البيضاء: ولها عدة أنواع هي: الكريات البيض المحببة المعتدلة، الكريات البيض المحببة الحامضية، الكريات البيض المحببة القاعدية. الكريات البيض غير المحببة (كالخلايا اللمفاوية والخلايا وحيدات النوى).
- الصفيحات الدموية: صغيرة الحجم عديمة النواة يؤدي انفجارها إلى تخثر الدم.

الدم اللمفاوي:

- يوجد بشكل أساسي عند الحشرات ويتدفق من القلب مباشرة إلى أجواف الجسم.
- وظيفته نقل المواد الغذائية إلى أنحاء الجسم ونقل الفضلات.
- وظيفة دفاعية بسبب احتوائه على خلايا حرة قادرة على البلعمة.
- يتميز بخلوه من الأصبغة الدموية.

وظائف الأنسجة الضامة

- الدعم الهيكلي: يوفر هيكل لجسم الكائن الحي (العظام في الهيكل العظمي والغضاريف في المفاصل والأنف والأذن)
- ربط الأنسجة والأعضاء: ربط الأنسجة مع بعضها (العضلات والعظام) كالأوتار التي تربط العضلات بالعظام، الأربطة التي تربط العظام مع بعضها.
- الحماية: عظام الجمجمة (تحمي الدماغ)، القفص الصدري (يحمي القلب والرئتين).
- تخزين الطاقة: يخزن الدهون كمصدر للطاقة مثل النسيج الدهني (في الخلايا الشحمية).
- النقل: نقل المواد مثل الأكسجين والهرمونات مثل الدم (نسيج ضام سائل ينقل خلايا الدم الحمر والبيض والصفيحات الدموية).
- العزل الحراري: يحافظ على درجة حرارة الجسم مثل النسيج الدهني تحت الجلد.

- التوسيد والتخفيف من الصدمات: النسيج الدهني حول الكلى ومقلة العين.
- تكوين غلاف داخلي للأعضاء: النسيج الشبكي في الكبد والطحال.

ثالثاً- النسج العضلية Muscular tissue

- تتألف النسج العضلية من خلايا عضلية تقوم بوظيفة حركية.
- تشتمل هذه الخلايا على هيولى مزودة بلييفات ذات صفات تقلصية.
- تقسم النسج العضلية إلى ثلاثة أنواع: وهي العضلات الملساء والمخططة والعضلة القلبية.

العضلات الملساء

- يتألف هذا النسيج من وحدات بنائية أساسية تدعى بالخلايا العضلية Myocyte.
- تأخذ غالباً أشكالاً مغزلية أو خيطية وفي بعض الحالات تأخذ أشكال متغصنة.
- يتراوح طولها ما بين 15 – 200 ميكرومتر.
- يحيط بالخلية غشاء مرن رقيق يدعى غمد الليف العضلي Sarcolemma
- تحتوي الخلية العضلية على نواة متطاولة أو بيضوية.
- تتصف العضلات الملساء بحركة بطيئة وبنشاط مستمر دون راحة.

العضلات المخططة

- تتألف العضلة المخططة من مجموعة من الألياف العضلية التي تصل أطوالها إلى عدة سنتمترات،
- يحيط بالليف العضلي غمد الليف العضلي.
- يحتوي على هيولى عضلية تشتمل على نوى بيضوية الشكل تتوزع بشكل متساوٍ كما في مفصليات الأرجل وسمك القرش، أو أنها تتوضع تحت الجدار الخلوي كما في معظم أنواع الفقاريات.
- يشتمل الليف العضلي أيضاً على وحدات اسطوانية الشكل تدعى اللييفات العضلية Myofibrils وعلى فواصل عرضية.
- تحوي الهيولى العضلية أيضاً متقدرات تقوم بوظيفة إنتاج الطاقة
- يتألف الليف العضلي من خيوط Filaments قصيرة ودقيقة وهي نوعين:
  - ✓ خيوط غليظة تتألف من جزيئات بروتين الميوزين Myosin يبلغ طولها 1.5 ميكرومتر.
  - ✓ خيوط رفيعة تتألف من جزيئات بروتين الأكتين Actine.
  - ✓ تتعاقب هذه الخيوط مع بعضها البعض على طول الليف العضلي.
- إذاً يتألف الليف العضلي من خيوط مؤلفة من جزيئات بروتين الميوزين Myosin وخيوط مؤلفة من جزيئات بروتين الأكتين Actin وكمية قليلة من التروبوميوزين Tropomyosin.
- خلال تقلص العضلات يحدث انزلاق الأكتين بين خيوط الميوزين ويتشكل بينهما روابط كيميائية، ويتفكك مركب الأتب ATP إلى ADP وتنطلق من جراء ذلك طاقة لازمة للتقلص العضلي.

العضلة القلبية:

يتشابه هذا النسيج عند الفقاريات مع العضلات المخططة لكنه يختلف عنه بالنقاط التالية:

- تتألف الوحدة البنائية للعضلة القلبية من خلايا وحيدة النوى.

- تتوضع النوى في وسط الخلية.
- تحتوي الهيولى على عدد أكبر من المتقدرات مما هو عليه في العضلات المخططة.
- تكون الأقراص التي تتصل بين خلايا العضلة القلبية أشد تلوناً وأكثر انكساراً للضوء.
- تتعدم من العضلة القلبية خاصية التجديد.
- تتصف العضلة القلبية بتنبيهها الذاتي وبقدرتها على النشاط المستمر حيث تأتي المنبهات من العضلة ذاتها.

رابعاً- النسج العصبية Nervous Tissue

- تؤلف النسج العصبية الجهاز العصبي، وتقسم الجملة العصبية إلى: جملة عصبية مركزية وجملة عصبية محيطية.
- الجهاز العصبي المركزي: يتألف الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والنخاع الشوكي (الحبل الشوكي).

الدماغ: ويتكون من الأجزاء التالية:

1- المخ: يتألف المخ من نصفي كرتين مخيتين، وهو يتكون من مادة رمادية تتوضع على السطح الخارجي للقشرة الدماغية، ومادة بيضاء تتوضع تحت القشرة الدماغية وفي داخل الدماغ، ويوجد على سطح المخ تلافيف وأثلام.

2- المخيخ: تتوضع خلايا العصبونات في القشرة المخيخية، ويقوم المخيخ بوظيفة التنسيق بين التقلصات العضلية التي تحفظ توازن الجسم في حالة الحركة وفي حالة الراحة.

3- الدماغ البصلي (النخاع المستطيل) أو البصلة السيسائية: تشكل الجزء الخلفي من الدماغ، ويوجد فيه مراكز الأفعال الانعكاسية الضرورية للحياة مثل مركز التنفس والدوران وإفراز اللعاب.

النخاع الشوكي:

- وهو حبل عصبي يتوضع في المستوى المحوري للجسم. تتوضع المادة الرمادية في المنطقة الداخلية للنخاع الشوكي بينما تتوضع المادة البيضاء في الناحية الخارجية.
- يوجد في النخاع الشوكي أجسام خلايا الأعصاب التي تعصب العضلات الهيكلية، وخلايا الأعصاب الودية الموجودة قبل العقدة.
- يصل إلى النخاع الشوكي الأعصاب الواردة من جميع المستقبلات في الجلد والعضلات الهيكلية ومن بعض المستقبلات المتوضعة في الأوعية الدموية.

الجهاز العصبي المحيطي

- يشكل الجهاز العصبي المحيطي صلة الوصل بين المستقبلات Receptors من جهة والنسج التي تخضع بشكل مباشر لفعالية الأعصاب من جهة ثانية. تدعى هذه النسج بالمستفعلات Effectors كالنسج العضلية والغدية.
- يتكون النسيج العصبي من وحدات بنائية ووظيفية تدعى بالعصبونات، ويتألف العصبون من الجسم الخلوي ومن عدد من الاستطالات الخيطية.