

كلية العلوم الصحية
قسم السمعيات –الفصل الأول
الدكتورة ميساء محمود

تعريف علم الفيزيولوجيا

ان علم وظائف الاعضاء هو فرع من علم الحياة يدرس طبيعة الاحداث و الانشطة الحيوية الطبيعية التي تحدث في العضوية الحية كما يدرس الية حدوثها و العوامل التي تؤثر فيها

يحاول علم وظائف الاعضاء الاجابة عن الاسئلة التالية:

1. ماذا يحدث في العضوية الحية
2. كيف يتم حدوث ما حدث
3. ما هو الغرض من حدوث ما حدث
4. ما العوامل التي تؤثر في سرعة ما حدثو طبعة المنتج النهائي...الخ

علاقة الفيزيولوجيا بالعلوم الاخرى

- يرتبط ارتباط وثيق مع المورفولوجيا morphology(علم اشكال الحياة و يشكل معها وحدة لا انفصال فيها
- التشريح anatomy
- علم الانسجة histology
- علم الخليةcytology

يتركز اهتمام علماء الفيزيولوجيا البشرية على دراسة

1- بناء الجسم و جاهزيته الوظيفية من اجل التفاعل مع البيئة
2- الاليات التي يستخدمها الانسان من اجل هذا التفاعل
3- صيانة التوازن الداخلي للجسم(دوام صحة الجسم و العقل)
4- كيفية انجاز الوظائف الجسدية و العقلية و الوظيفة التوالدية

يتكون الانسان من اعضاء و الاعضاء تتكون من انسجة و الانسجة تتكون من الخلايا

مستويات التعضي الحيوي

1- المستوى الكيميائي
يشمل الذرات التي ترتبط معا لتشكل جزيئات صغيرة غير عضوية كالأملاح المعدنية و عضوية كالحموض الامينية و الشحمية ....الخ
ترتبط معا لتشكل جزيئات اشد تعقيدا كالبروتينات و السكريات و الشحوم

2- المستوى الخلوي
يشمل اضافة الى العناصر السابقة جزيئات ضخمة معقدة (عضيات و ممتقدرات- شبكة هيوليه باطنة –ليزوزومات ...الخ و بنى خاصة بكل نوع من انواع الخلايا

3- المستوى النسيجي

ينتج عن اجتماع الخلايا المتماثلة بالشكل و الوظيفة معا و لكل نسيج وظيفته الخاصة

4- مستوى الاعضاء
ينتج عن اجتماع نسيجان او اكثر ليشكلا عضوا له وظيفة محددة كالقلب و المعدة....الخ

5- المستوى الجهازي
يتآلف من مجموعة من النسج و الاعضاء التي تؤدي وظائف متفاعلة متكاملة تخدم فعالية حيوية ضرورية لبقاء الانسان كجهاز الدوران.....الخ

6- مستوى العضوية
و هو مستوى الكائن الحي اذ تعمل مختلف الاجهزة بكل متناغم و متكامل لتحقيق حياة الكائن الحي كفرد و نوع

وظائف اجهزة الجسم

يتفاعل جسم الانسان مع

1. البيئة الخارجية :حرارة و صوت و اشعاع ...
2. البيئة الخارجية الكيميائية. طعام و ماء و اوكسجين و عقاقير ...
3. البيئة الخارجية البيولوجية مثل الاحياء الدقيقة و الطفيليات...
4. البيئة الخارجية النفسية و الاجتماعية

تسعى جميع اعضاء الجسم الى ضمان ثبات الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للبيئة المحيطة بخلايا الجسم أي استتباب(homeostasis)البيئة الداخلية للجسم مثال عليها ضبط درجة الحرارة و ضبط ال ph

اجهزة الجسم

1- الجلد و الحماية
2- الجهاز الدعامي الحركي
3- جها الدوران
4- جاز الهضم
5- جهاز التنفس
6- جهاز الغدد الصم
7- جها المناعة
8- جها التكاثر
9- الجهاز لبولي
10- الجهار العصبي

مكونات سوائل الجسم

- ماء(المذيب)
- كهارل و هي دقائق تحمل ذرات سالبة او موجبة موجودة بحالة مذابة في سوائل الجسم
- بروتينات
- شحميات
- سكريات(مواد لا كهرلية)
- دقائق معلقة مثل الكريات الحمر

الماء

هو الوسط الاساسي الذي تتم فيه معظم التفاعلات الكيماوية.

تختلف نسبة وجوده في الانسجة تبعا للفعالية الوظيفية

مثال. المادة البيضاء(محاور العصبونات) 68% من وزنها ماء

المادة الرمادية(اجسام العصبونات)85% من وزنها ماء

- يشكل الماء القسم الاكبر من وزن الجسم (65% في النسيج العضلي)و 20% في النسيج الدهني
- و تكون نسبة الماء في اجسام حديثي الولادة الأكثر ارتفاعا مقارنة باليافعين و في جسم الرجال اعلى من نسبتها في جسم النساء

يتوزع الماء في الجسم في حيزين اساسيين و مجموعة من الاحياز الخاصة.

1- الحيز داخل الخلايا
2- الحيز خارج الخلايا و يضم الحيز الخلالي و الحيز الوعائي و احياز خاصة مثل الموجودة في الاخلاط المائية و الزجاجية في العين و السائل الدماغي الشوكي و غشاء الجنب و غشاء التامور

وظائف سوائل الجسم

- وسط للتفاعلات الكيماوية: تحدث جميع التفاعلات الكيماوية في وسط مائي الذي يعمل كمذيب و متفاعل (حلمهة) و مثال عليها حلمهة جزيئات النشاء لإنتاج وحدات الغلوكوز المكونة له بوجود الانزيم المناسب
- التنظيم الحراري للجسم: من خلال تبخره و امتصاص كمية كبيرة من الحرارة التي تؤدي الى تبريد الجسم
- التخميد (امتصاص الصدمات): السائل الامنيوسي في الرحم و السائل الدماغي الشوكي
- و التزليق (مقاومة الاحتكاك) كما في السائل المفصلي
- يشكل نواقل الجسم: كالدم و اللمف التي تكون وسط ناقل يوصل المغذيات الى الخلايا و يخلصها من نفاياتها

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University



كلية العلوم الصحية
قسم السمعيات –الفصل الأول
الدكتورة ميساء محمود
المحاضرة الثانية

تبادل السوائل و الشوارد

يتم تبادل السوائل و الشوارد من خلال:

الضغط الاسموزي او الحلولي (التناضحي)

هو انتقال جزيئات الماء(المذيب) من المحلول ذي التركيز المنخفض الى المحلول ذي التركيز المرتفع عبر غشاء مسامي (غشاء الخلية)حيث يمنع هذا الغشاء مرور المواد الذائبة

يؤدي وضع الخلايا في وسط منخفض التوتر الى تحرك الماء الى داخلها والذي يؤدي الى انتباجها و على العكس اذا وضعت الخلية في وسط مرتفع التوتر سيؤدي الى تحرك الماء من داخل الخلية الى خارجها و بالتالي تجفاف الخلية

الانتشار

خاصية توزيع جزيئات او ذرات او حبيبات بكل متساو في فراغ او حيز خلال حاجز غشائي مسامي حيث تنتقل المادة من التركيز العالي الى التركيز المنخفض حتى يتساوى تركيز الجزيئات في المنطقتين

تلعب هذه الخاصية دورا مهما في تبادل المواد بين الخلية و الوسط المحيط بها مثل ذرات الاوكسجين و ثاني اوكسيد الكربون و المواد التي تذوب في الليبيدات

الترشيح

تتجه الاملاح المذابة بالماء نتيجة ضغط السائل الاكبر عل جانبي الغشاء المسامي للخلية. مثال خروج الماء و الشوارد من نهاية الشعيرات الدموية الى خارج الخلايا عن طريق حركة ضغط الدم من القلب

الاستتباب الخلوي (homeostasis)

تسعى جميع اعضاء الجسم الى ضمان ثبات الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للبيئة المحيطة بخلايا الجسم أي استتباب الخلية(homeostasis)

مثال عنها ضبط درجة خلايا الجسم و درجة الحموضة و مستوى ضغط الدم....الخ

وظائف اهم الاجهزة

الأجهزة	المثال	الوظيفة
اجهزة التماس	- الجلد: يكون على علاقة مباشرة مع الوطاء و يمكننا من معرفة حرارة البيئة و تحسس الاشياء - الجهاز التنفسي: يجعل الانسان على علاقة مباشرة مع الهواء - الجهاز الهضمي: على تماس مباشر مع الطعام	- تكون على تماس مباشر مع البيئة الخارجية - تسهم في الكثير من اليات الدفاع الوقائية - يمكن اصابتها بكثير من الاضطرابات مثل التحسس
اجهزة التحكم و المراقبة	الجهاز العصبي: يتعامل مع الاشارات العصبية التي تسري في الاعصاب الجهاز الغدي: يعمل من خلال الهرمونات التي تحرر في الدوران الدموي الذي ينقلها الى كافة انحاء الجسم (الاعضاء المستهدفة)	- تصحيح تأثيرات البيئتين الداخلية و الخارجية في الجسم بالقدر الذي يتناسب مع شدة تلك المتغيرات - تامين اليات الاتصال بين الاقسام المختلفة من الجسم معا او بشكل منفرد

الجهاز العصبي و الغدي

يدعوان اجهزة مراقبة او تحكم او ضبط لانهما معنيان بتصحيح تأثيرات البيئة الداخلية و الخارجية في الجسم بالقدر الذي يتناسب مع شدة تلك المتغيرات حيث يقومان معا او بشكل منفرد بتامين اليات الاتصال بين اقسام الجسم المختلفة

الجهاز العصبي يتعامل مع الاشارات العصبية و لغدد الصم من خلال الهرمونات التي تحررها في الدوران و الذي ينقلها الى باقي اعضاء الجسم و من ثم الى الاعضاء المستهدفة

الدم و جهاز الدوران

كي يقوم الدم بكامل دوره في الجسم يجب ان يكون محتواه و خصائصه الكيميائية ثابتة أي ضمن المعايير الثابتة مثل درجة الحرارة و الشوارد و الهرمونات و الانزيمات و غيرها

يقوم الدم مع جهاز الدوران بإرساء التوازن الداخلي للجسم فيعملان مثلا على نشر حرارة الجسم المركزية و توزيع المغذيات عبر التيار الدموي و النزوح اللمفاوي و ازاحة الفضلات الناتجة عن الاستقلاب سواء كانت مواد او غازات او الناتجة عن تمزق انسجة الجسم المختلفة و تلفها

تحمل هذه الفضلات الى الكلية اذ يتم افراغها و تخليص الجسم منها على كل يوريا و حموض تطرح في البول و ايضا يتم التخلص من co^2 مع هواء الزفير في الرئتين.

تسعى جميع اجهزة الجسم الى تحقيق استتباب البيئة الداخلية للجسم من خلال ضمان ثبات الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للبيئة السائلة المحيطة بخلايا الجسم

الاستتباب:

يوجد بيئتان في الجسم

1- البيئة الداخلية: internal environment

و يقصد بها الوسط السائل الذي يحيط بالخلايا أي السوائل خارج الخلايا

2- الظهائر (epithelia) و هي البيئة الخارجية external environment

تنفصل عن البيئة الداخلية بظهائر تبطن أجواف الجسم الداخلية (غالبا تكون خلايا تبادل او خلايا ساترة لسطوحه

اليات الضبط و المراقبة

الغاية منها مراقبة اجهزة الجسم المختلفة و تصحيحها بدقة لجعلها تلبي متطلبات و احتياجات الجسم المتغيرة مع تبدل فعالياته المختلفة مثال عندما نشعر بارتفاع درجة الحرارة فان التعرق هي الية الضبط

<u>نظرية الضبط(التحكم)</u>

الجهاز الخاضع للضبط

هو جهاز تظل متغيراته ضمن المدى المحدد لها

العلاقة بين مدخلات الجهاز و المخرجات محددة لان النظرية تقوم على التعامل مع الجهاز ككل

مثال:

ضبط ضغط الدم: يجري التحكم بمتغيراته و هي نتاج القلب و قوة تقلص العضلة القلبية و المقاومة الوعائية المحيطية و ذلك للمحافظة على قيم سوية للضغط ضمن المعدل الطبيعي

تحليل مبسط لعمل ايات التحكم

1- يحدث تغير في حالة الاستتباب (***اختلال توازن***) و السبب ***منبه*** يحدث تغير في احد المتغيرات

2- ***مستقبل حساس*** و الذي يكشف التبدل

3- ***مركز التحكم*** تصل اليه المعلومات التي يحملها الطريق الوارد (المدخل) و تخرج منه المعلومات التي يحملها الطريق الصادر الى المنفذات

4- ***المنفذات:*** تستجيب للتنبيه- تعدل قوته- تعيد المتغير الى حالة الاستتباب بعملية تلقيم راجع سلبي

الهدف من الضبط

الابقاء على متغيرات الجملة ضمن مجال القيم المرجعية او القيم المعيارية

يقسم جهاز الضبط (التحكم) لأربعة مكونات و هي

1- المستقبل الحساس

- وظيفته: يتحرى التغيرات التي تحدث في البيئة
- عادة يكون *متخصص*
- يستطيع الاستجابة لتبدل في احد المتغيرات(ضغط الدم- درجة الحرارة- مستوى السكر- الاوكسجين- الضغط التناضحي)

2- جهاز المقارنة

- الية عمله : يتلقى الاشارات الواردة اليه من المستقبلات
- يحلل الاشارات و يقارنها مع القيم المرجعية او المعيارية
- يحدد ايعازاته (على كل اشارة خطأ)
- يرسل ايعازاته الى الجهاز المراقب و هو الجهاز الذي سينفذ الاستجابة الملائمة

3- الجهاز المراقب

- يمكن ان يتمثل في احد اجهزة العضوية او في اكثر من جهاز
- يكون المسؤول عن اداء وظيفة محددة
- مثال : القلب و الاوعية الدموية هي اجهزة مراقبة مسؤولة عن تنظيم ضغط الدم

4- المتغير المنظم

- هو المتغير الذي تجري مراقبته من قبل المستقبلات مثال ضغط الدم
- بعض المتغيرات المساعدة التي يمكن ان تؤثر في ضغط الدم:
  - سرعة القلب
  - قوة تقلص العضلة القلبية: اللذان يحددان نتاج القلب
  - و قطر الاوعية الدموية الذي يحدد مقدار مقاومة الجريان الدموي

يوجد الية تلقيم راجع (feedback) بين مخرج الجهاز و مدخله

ضبط حرارة الجسم المركزية

تجري المحافظة على استتباب حرارة الجسم المركزية على قيمة تقدر بنحو 37 درجة مئوية

وفق الالية الاتية:


تعرض الجسم للسخونة
المستقبلات الحرارية الموجودة في الجلد و الدماغ و بالتحديد بالوطاء ترسل اشارة عصبية
الحساس
مراكز تنظيم الحرارة الموجودة بالوطاء
الجهاز
مقارنة الاشارات الواردة من المستقبلات مع الحرارة المعيارية للجسم 37 درجة
المراقب
ترسل اشارة خطأ الى مراكز التحكم
تقوم بإصدار مخرجات خاضعة للتحكم بمدى تقبض الاوعية الدموية و عمل الغدد العرقية
اعضاء منفذة تقوم بتبديد حرارة الجسم
التلقيم الراجع السلبي

تتمثل الاستجابات ب:

- زيادة كمية الدم المتدفق نحو الجلد و التخلص من الحرارة عبر سطحه
- التخلص من الحرارة عن طريق الاشعاع
- انتاج العرق الذي يتبخر عند سطح الجلد و يترك اثرا مبردا له

من الاعضاء المنفذة المشاركة في ضبط الارتفاع في درجة الحرارة

القلب : زيادة نتاج القلب

الاوعية الدموية: توسع وعائي

الغدد العرقية: تعرق

نستنتج مما سبق

توجد حلقة مغلقة تضم مكونات اجهزة الضبط بالإضافة للتلقيم الراجع و المتمثلة في المثال السابق كما يلي

- المستقبلات : في الجلد و الوطاء
- المقارن: في الوطاء
- المراقب: القلب و الاوعية الدموية
- المتغيرات المراقبة: درجة الحرارة

يمكن ان يكون الجهاز المراقب هو الجهاز المنفذ و مثال ذلك:

يرتفع البرولاكتين اثناء فترة الحمل من اجل تضخم الغدد الثديية و تهيئتها لإنتاج الحليب اللازم

الجهاز المقارن هو الوطاء الذي يرسل ايعازاته الى النخامة الامامية ليحثها على تحرير البرولاكتين

الجهاز المراقب و المنفذ هو النخامة الامامية التي تقوم بإفراز البرولاكتين

ضبط كمية الماء في الجسم(مراقبة المدخول المائي و فقدان الماء)

يحدث التبدل في محتوى الجسم المائي اما 1- بفقدان الماء (تجفاف) نتيجة الامتناع عن الشرب لفترة طويلة (الصيام) او التعرق او الاقياء او الإسهالات الشديدة 2- او بزيادة كمية الماء عن طريق التسريب الوريدي او عن طريق شرب الماء بالفم

دراسة حالة قلة الماء في الجسم (التجفاف)

تعرض الجسم لحالة تجفاف تؤدي لارتفاع الضغط التناضحي للسائل خارج الخلوي

تتنبه المستقبلات الحلولية في **الوطاء** و ترسل اشارات كهربائية على شكل دفعات عصبية الى مراكز العطش و تحرضها على العور بالعطش

في مراكز العطش تقوم النوى الوطائية بخلق شعور العطش فتدفع الجسم لطلب الماء و تحث **الفص الخلفي للنخامة** على تحرير الهرمون المضاد للإبالة (ADH)

يصل الهرمون المضاد للإبالة الى الكليتين و تعمل على اضعاف اخراج الماء مع البول (بول مركز)

و تكون المخرجات الوظيفية:

- ✓ الاحتفاظ بماء الجسم و عدم هدره من خلال طرحه في البول
- ✓ تصحيح اختلال الضغط التناضحي لماء الجسم من خلال الشرب و انقاص حجم البول
- ✓ زيادة الماء في الجسم

يحصل ما يعاكس الحالة السابقة حيث تؤدي ازدياد كمية الماء بالجسم الى انخفاض الضغط الحلولي للسائل خارج الخلايا

يتم افراغ الفائض من الماء عن طريق البول بتوقف تحرير الهرمون المضاد للإبالة و زيادة حجم البول

خواص اليات التحكم

تقسم الى قسمين

1- الية التلقيم الراجع السلبي و هي معاكسة المتغير البدئي و تصحيحه
تعمل معظم اجهزة التحكم المعنية باستتباب البيئة الداخلية للجسم بهذه الالية
الهدف منه: الحفاظ على حالة الاستتباب من خلال الموازنة بين المدخلات و المخرجات
مثال عليها ارتفاع الضغط الجزئي ل co_2 وارتفاع درجة حراة الجسم و ارتفاع ضغط الدم و تنظيم مستوى سكر الدم و تنظيم درجة الحموضة PH و ارتفاع الضغط التناضحي

2- اية التلقيم الراجع الايجابي ومبدؤه تعزيز المتغير البدئي
ان دارات التلقيم الراجع السلبي تقوم بمراقبة دارات التلقيم الراجع الايجابي و ذلك لتقوم بإيقافها في الوقت المناسب و مثال عليها :

- عملية تخثر الدم

- عملية الاباضة بعد نضج الجريبات المبيضية
- تعزيز تقلصات الرحم في اثناء المخاض بازدياد تركيز الاوكسيتوسين.
- عند تعرض الجسم لجرثوم تقوم الخلايا اللمفاوية التائية باستنفار كامل الجهاز المناعي من اجلا احداث الاستجابة المناعية المناسبة (تلقيم راجع ايجابي) ثم تقوم الخلايا اللمفاوية الكابتة بكبح الخلايا التائية و بالتالي ايقاف الاستجابة المناعية (تلقيم راجع سلبي)

ان اليات التلقيم الايجابي تؤدي الى عدم الاستقرار و ربما الموت

كلية العلوم الصحية

علم وظائف الاعضاء_المحاضرة الثالثة

السنة الاولى/ سمعيات

د. ميساء محمود

فيزيولوجيا الانسجة المستثارة

محتويات المحاضرة

١- نقل المواد عبر الغشاء الخلوي
٢- النقل المنفعل
٣- النقل الفاعل
٤- كامن الغشاء في الانسجة المستثارة

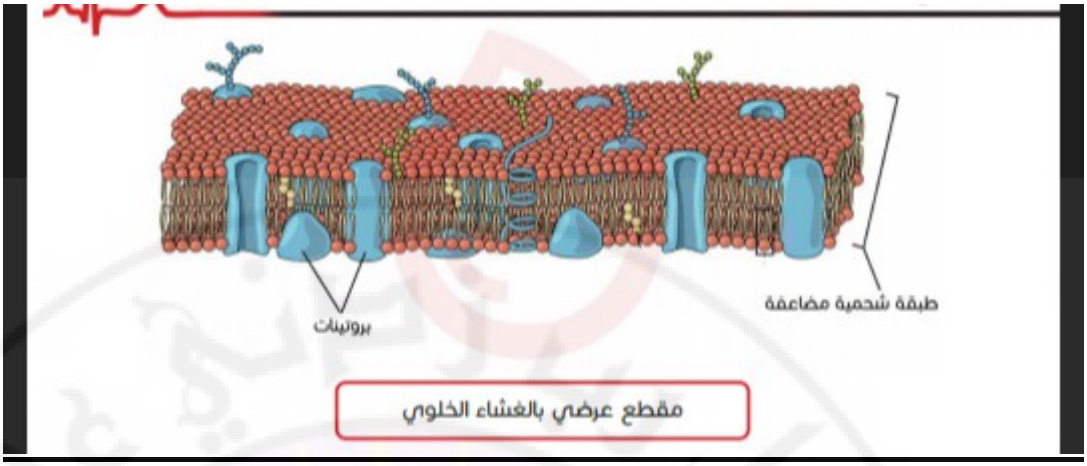
نقل المواد عبر الغشاء الخلوي

الانسجة :هي مجموعة من الخلايا (خلايا عصبية، عضلية مخططة و ملساء)

المستثارة: تعني ان هذه الخلايا قادرة على خلق اشارات تتواصل بواسطتها

تدعى الاشارات التي تتواصل بواسطتها الخلايا **كوامن الفعل** (action potential)

مكونات الغشاء الخلوي



١-طبقة شحمية مضاعفة	٢-اعداد كبيرة من جزيئات البروتين العائمة في الشحم ،بعضها يخترق الغشاء من جانب لآخر
وظيفتها: تشكل حائلا امام حركة جزيئات الماء و المواد المنحلة به في السائل الخلالي	*وظيفتها:* تمتلك خواص نقل مختلفة تماما فبنيتها الجزيئية تعترض استمرارية الطبقة الشحمية المضاعفة و تشكل مسالك بديلة لمرور بعض المواد عبر غشاء الخلية

اذن وظيفة الغشاء الخلوي يفصل بين السائل داخل الخلايا و السائل خارج الخلايا

مدروج التركيز هو الانتقال من المنطقة الاعلى تركيزا الى المنطقة الاقل تركيزا

توزع اهم الشوارد في الجسم

السائل داخل الخلايا	***السائل خارج الخلايا***
كميات قليلة من الصوديوم	كميات كبيرة من الصوديوم
كميات كبيرة من البوتاسيوم	كميات قليلة من البوتاسيوم
تراكيز منخفضة من الكالسيوم	تراكيز مرتفعة من الكالسيوم
تركيز منخفض من الغلوكوز	تركيز مرتفع من الغلوكوز
تراكيز مرتفعة من الكوليسترول و الفوسفوليبيدات و الدسم	تراكيز منخفضة من الكوليسترول و الفوسفوليبيدات و الدسم
الضغط الجزئي للأوكسيجين po_2 منخفض	الضغط الجزئي للأوكسيجين po_2 مرتفع
الضغط الجزئي ل co_2 مرتفع	الضغط الجزئي ل co_2 منخفض
كمية البروتينات مرتفعة	كمية البروتينات منخفضة
Ph=7	Ph=7,4

حتى تعبر المواد غشاء الخلية فهي تسلك طريقين:

- ☒ عبر الطبقة الشحمية المضاعفة
- ☒ او عبر البروتينات الغشائية

يجري هذا العبور بطريقتين:

١- النقل المنفعل passive transport (الانتشار diffusion)

٢- النقل لفاعل active transport

١- النقل المنفعل (passive transport)

- لا يحتاج الى صرف طاقة
- يتم مع مدروج التركيز

<u>يتم عبر الغشاء الخلوي بطريقتين</u>

١- انتشار ميسر facilitated diffusion
٢- انتشار بسيط simple diffusion

الانتشار البسيط

- ❖ تزداد سرعته طرديا مع مدروج تركيز المادة المنتشرة
- ❖ يتم عن طريق الانتشار نوعين من المواد عبر الغشاء الخلوي:
  - الماء و المواد غير الذوابة في الدسم صغيرة الحجم
  - المواد الذوابة بالشحم

ملاحظة هامة

تعد ذوبانية المادة في الشحم اهم العوامل التي تحدد سرعة تحرك المادة عبر الطبقة الشحمية

ذوبان عالي تؤدي الى سرعة انتشار كبيرة

امثلة: الأوكسجين – ثاني اوكسيد الكربون- الازوت- الكحول

الماء:

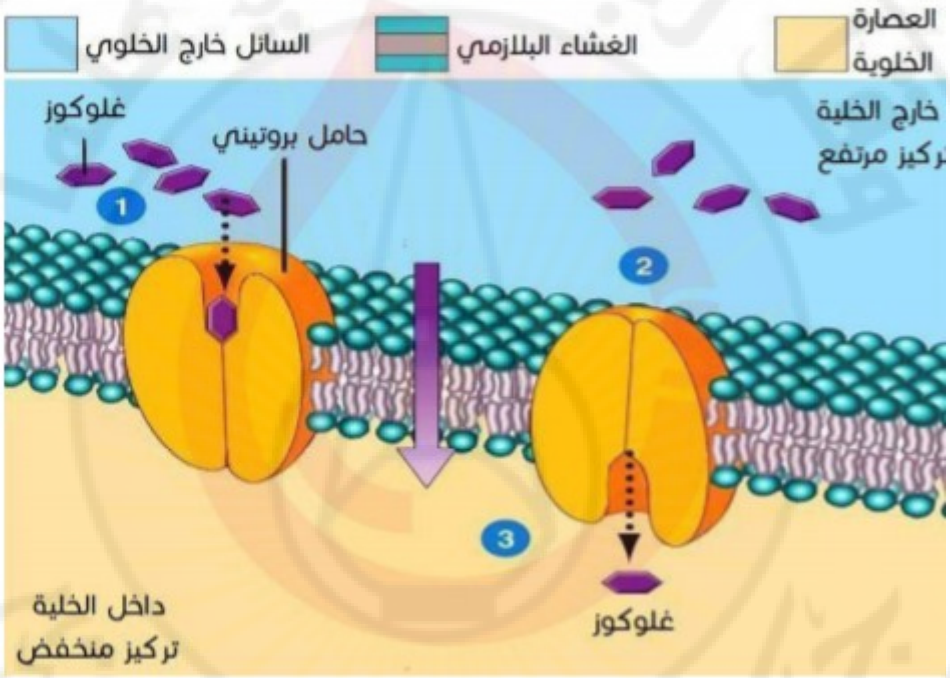
- لا يذوب في شحوم الغشاء الخلوي لان الغشاء كاره للماء
- يمر بسهولة عبر قنوات البروتين التي تخترق الطبقة الشحمية
- تكون سرعة اختراقه للغشاء مذهلة جدا

باقي المواد غير الذوابة بالماء:

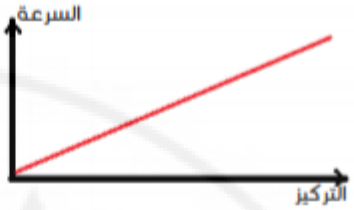
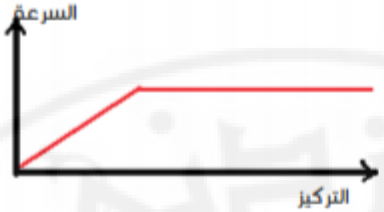
- تمر عبر لمع القنوات البروتينية اذا كانت صغيرة الحجم
- تنقص سرعة الانتشار بشكل كبير كلما اصبحت هذه الجزيئات اكبر فاكبر . مثال: قطر اليوريا اكبر من قطر الماء ب ٢٠% فتكون نفوذية اليوريا اقل ب ١٠٠٠ مرة من نفوذية الماء

الانتشار الميسر facilitated diffusion

- ☒ هو الانتشار الذي يتوسطه حامل و ذلك لان المادة المنقولة بهذه الطريقة تحتاج الى مساعدة بروتين حامل لكي تمر عبر الغشاء
- ☒ سرعة الانتشار تزداد بازدياد تركيز المادة المنتشرة حتى بلوغ الحد الاقصى و الذي يسمى *السرعة القصوى* (العتبة) و السبب الرئيسي للوصول الى العتبة هو ان القنوات البروتينية الموجودة على سطح الغشاء الخلوب تمتلئ جميعها بالجزيئات الداخلة للخلية مما يؤدي لثبات السرعة عند هذا الحد
- ☒ امثلة عن الانتشار الميسر: نقل الغلوكوز و معظم الحموض الامينية



مقارنة بين الانتشار البسيط والانتشار الميسر (تلخيص)

وجه المقارنة	الانتشار البسيط	الانتشار الميسّر
ازدياد السرعة	تزداد سرعته طردياً مع مدروج تركيز المادة المنتشرة 	تزداد سرعته بزيادة تركيز المادة المنتشرة حتى بلوغ حد أقصى يدعى **السرعة القصوى** (تجاوز هذه العتبة ← توقُّف ازدياد سرعة الانتشار) 
المحدودية	النقل **غير** محدود	النقل محدود
القنوات البروتينية (حوامل)	لا حاجة لحوامل تملك قناة بروتينية مفتوحة تمر عبرها الماء والجزيئات الصغيرة	توجد حاجة للحوامل حيث لا يحدث النقل من دونها
مثال	أكسجين وثنائي أكسيد الكربون والآزوت والكحول	الغلكوز ومعظم الحموض الأمينية

النقل الفاعل active transport

تتطلب بعض الفعاليات الخلوية ابقاء المادة بتركيز عالي في السائل خارج الخلايا على الرغم من ان تركيزها في السائل خارج الخلايا منخفض مثل شوارد البوتاسيوم او ابقاء مادة بتركيز منخفض جدا في داخل الخلية على الرغم من ان تركيزها في السائل خارج الخلايا مرتفع مثل شوارد الصوديوم

- ❖ يحتاج الى طاقة
- ❖ يتم عكس مدروج التركيز
- ❖ يتم النقل عبر الغشاء بنوعين☹حسب مصدر الطاق المستخدمة في عملية النقل)

١. نقل فاعل اولي primary

٢. نقل فاعل ثانوي secondary

النقل الفاعل الاولي

امثلة عن الشوارد التي تنتقل بهذه الالية:

الصوديوم. البوتاسيوم. الكالسيوم. الهيدروجين. الكلور

اهم امثلتها : **مضخة الصوديوم و البوتاسيوم** التي تعتبر مسؤولة عن:

- صون التراكيز الشاردية لكل من +Naو شاردة +K على جانبي الغشاء
- توطيد الكامن الكهربائي السلبي داخل الخلية
- تساهم في اداء الخلايا العصبية لوظيفتها و في نقلها للإشارات العصبية

الالية:

تقوم المضخة بضخ ٣ شوارد صوديوم من داخل الخلية الى خارجها

تقوم المضخة ايضا بضخ شوارد البوتاسيوم من داخل الخلية الى خارجها

نحتاج فعالية ال ATPase من اجل تقديم الطاقة اللازمة لنقل المواد بعكس مدروج التركيز



اهمية الصوديوم و البوتاسيوم في الحفاظ على حجم الخلية



تتفعل مضخة الصوديوم و البوتاسيوم عندما تبدأ الخلية بالانتفاخ لمنع انفجار الخلية:
ان تحريك الكثير من شوارد الصوديوم نحو خارج الخلية حاملة معها جزيئات الماء
تقوم بالمراقبة المستمرة للحفاظ على حجم الخلية السوي
نحو ٦٠ الى ٧٠% من الطاقة اللازمة لعمل الخلايا و بخاصة الخلايا النشيطة (العصبية)
مخصص لضخ الصوديوم للخارج و البوتاسيوم للداخل.

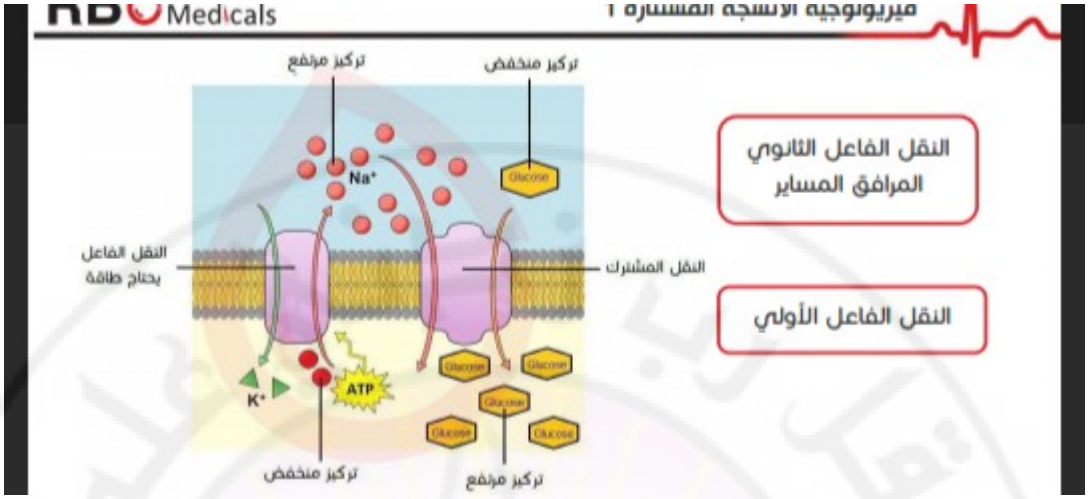
النقل الفاعل الثانوي secondary active transport

عندما تنقل شارد الصوديوم الى خارج الخلية بواسطة النقل الفاعل الاولي (من خلال مضخة الصوديوم و البوتاسيوم) يتطور نتيجة ذلك مدروج كبير جدا لها عبر الغشاء و يختزن كمية كبيرة من الطاقة فيسعى الصوديوم للانتشار نحو الداخل يتسبب ذلك بمرور مادة اخرى مع الصوديوم :

- اما الى داخل الخلية بنفس اتجاه الصوديوم (النقل المرافق المساير) مثل نقل الصوديوم - الغلوكوز و الصوديوم – الحموض الامينية
- او الى خارج الخلية بالاتجاه المعاكس للصوديوم (النقل المرافق المعاكس) مثل نقل الصوديوم - الهيدروجين بالنبيبات الكلوية و نقل الكالسيوم بجميع الاغشية تقريب

المسؤول عن النقل الفاعل الثانوي

بروتين حامل يوجد بالغشاء يعمل كأداة ربط لكل من شاردة الصوديوم و المادة المرافقة التي تنتقل معها . عندما يحدث الارتباط تحدث تبدلات شكلية في بنية البروتين فيرتفع مدروج الطاقة للصوديوم و يؤدي الى نقل شاردة الصوديوم و المادة الاخرى



ولهذا النقل نوعان:

	النقل المرافق المساير Co-Transport	النقل المرافق بالاتجاه المضاد Counter-Transport
آلية حدوثه	• يمكن لطاقة انتشار الصوديوم نحو الداخل أن تسحب مواداً أخرى عبر الغشاء الخلوي معها نحو داخل الخلية. • حيث يؤدي مدروج الطاقة الناجم من شاردة الصوديوم إلى نقل شاردة الصوديوم والمادة الأخرى للداخل.	• شاردة الصوديوم: ترتبط بالبروتين الحامل عند السطح الخارجي للغشاء. • المادة المرافقة لها: ترتبط بالبروتين عند الوجه الداخلي للغشاء. • يحدث تبدل شكلي في الحامل بحيث: يُستفاد من الطاقة المحركة للصوديوم نحو الداخل لنقل مادة أخرى خارجاً. • ينتشر الصوديوم للداخل بسبب مدروج تركيزه الكبير. • تنتقل المادة المرافقة للصوديوم للخارج.
مواد يتم نقلها بهذه الطريقة	غلوكوز-حموض أمينية	• الصوديوم-الكالسيوم: بجميع الأغشية تقريباً. • الصوديوم-الهيدروجين: خاصّة بالنبيبات الكلوية الدانية.

كامن الغشاء في الانسجة المستثارة

- يوجد كامن كهربائي عبر خلايا الجسم كله
- تكون بعض الخلايا مستثارة كما في الخلايا العصبية و العضلية حيث تمتلك اغشيتها الخلوية اليات ذاتية تسمح لها بتوليد دفعات كيميائية و كهربائية تسري في معظم الحالات على طول الاغشية
- قيمة كامن الغشاء في الالياف العصبية الكبيرة في اثناء الراحة نحو -٩٠ ميلي فولت

ينتج كمون الراحة عن عاملين:

- فروق التراكيز الشاردية على جانبي الغشاء
- نفوذية الغشاء لهذه الشوارد

القنوات البروتينية: يتم التحكم بانغلاق و انفتاح البوابات بطريقتين

١- القنوات المبوبة بالفولتاج : في هذه الحالة يستجيب الشكل الجزيئي او الروابط الكيميائية للبوابة الى كامن الفعل الكهربائي العابر لغشاء الخلية مثال عنها مضخة الصوديوم و البوتاسيوم

- بوابة الربيطة: تنتج هذه البوابات عن طريق ارتباط جزئ كيميائي (ربيطة) بالبروتين و مثالها بوابة الاستيل كولين :و تأتي اهمية هذه البوابة انها تعمل على مرور الاشارات من خلية عصبية الى اخرى او مرور الاشارات من خلية عصبية الى خلية عضلية لاحداث التقلص العضلي

كامن فعل العصب

هو تبدل سريع يطرأ على كامن الغشاء عندما يتعرض الغشاء الخلوي لتنبيه كافي يتحول كامن الراحة الغشائي السالب الى كامن غشاء موجب ثم يعود ثانية الى كمون سالب

الاثار الفيزيولوجية لكامن الفعل هي:

☒ نقل دفعات عصبية على طول الالياف العصبية

☒ تحرير مفرزات عصبية او نواقل كيميائية في المشابك

☒ احداث تقلص عضلي

☒ تنشيط الافراز الغدي او تثبيطه

اطوار كوامن الفعل: دور الراحة- دور زوال الاستقطاب- دور عودة الاستقطاب

مقارنة بين النقل المنفعل والنقل الفاعل (تلخيص)

وجه المقارنة	النقل الفاعل	النقل المنفعل
مدروج التركيز	عكس مدروج التركيز	مع مدروج التركيز
صرف طاقة	يحتاج لصرف طاقة	لا يحتاج لصرف طاقة
انواعه	نقل فاعل أولي أو ثانوي	الانتشار البسيط أو الميسّر
وظيفته	يعمل للمحافظة على **فروق** التركيز ثابتة على طرفي الغشاء	يعمل لجعل التراكيز متساوية على طرفي الغشاء
من أهم الأمثلة	• الأولي: - مضخة صوديوم بوتاسيوم. • الثانوي: a) المرافق: - غلوكوز-حموض أمينية. b) المعاكس: - صوديوم-كالسيوم. - صوديوم-هيدروجين.	- الانتشار البسيط: - المواد الذوابة بالشحم (تعبر الطبقة الشحمية المضاعفة). - الماء. - المواد صغيرة الحجم غير الذوابة في الشحم (تمر عبر قنوات بروتينية). - الانتشار الميسر (يتوسطه بروتين حامل): - الغلوكوز. - معظم الحموض الأمينية.

Damascus University

كلية العلوم الصحية

علم وظائف الاعضاء المحاضرة الرابعة

السنة الاولى/ سمعيات

د. ميساء محمود

الدوران الرئوي

- ان كمية الدم المتدفقة عبر الرئتين بالدقيقة تساوي كمية الدم المتدفقة عبر الجهاز الدوراني
- يبلغ حجم الدم في الرئتين حوالي ٩% من حجم الدم في جهاز الدوران

دورة الدم قليل الاكسجين:

الدم من أنسجة الجسم ← الأوردة الجهازية ← الأذين الأيمن ← البطين الأيمن ← الشريانين الرئويين ← الرئتين

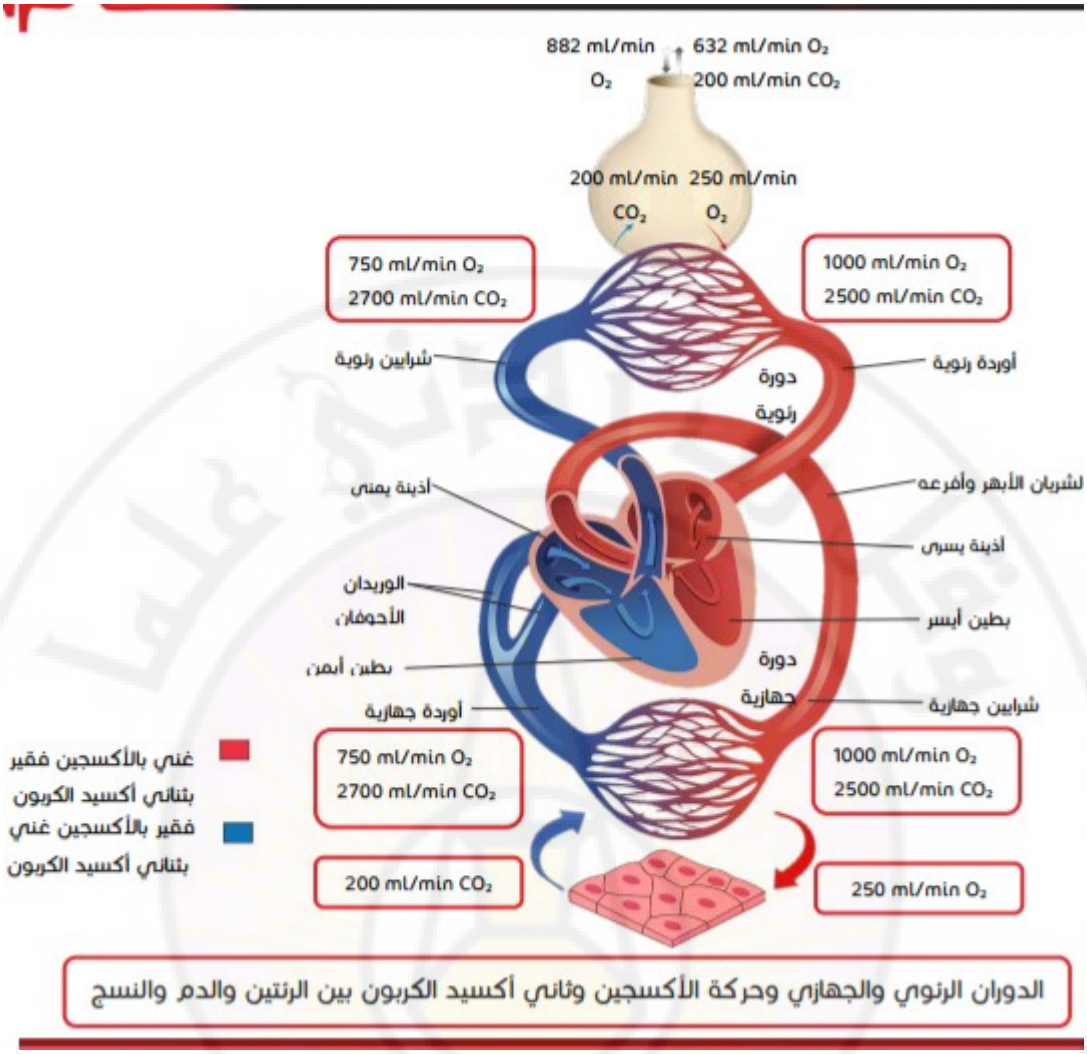
دورة الدم المؤكسج:

الرئتين ← الأوردة الرئوية ← الأذين الأيسر ← البطين الأيسر ← الشريان الأبهر ← أنسجة الجسم

جدول يوضح تغيرات تراكيز الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون خلال الدوران:

	الدم قليل الأكسجة	في الرئتين	الدم المؤكسج
تركيز الأكسجين في كل دقيقة	750 مل من الأكسجين	يكسب 250 مل من الأكسجين	1000 مل من الأكسجين
تركيز ثاني أكسيد الكربون في كل دقيقة	2700 مل من ثاني أكسيد الكربون	يخسر 200 مل من ثاني أكسيد الكربون	2500 مل من ثاني أكسيد الكربون

❖ تحدث هذه التبدلات بالنسب الغازية كل دقيقة على مستوى الشعيرات الدموية فى الرئة.



الفرق بين التهوية و التروية

التهوية هي عملية دخول و خروج الهواء من الرئتين

التروية هي عملية تزويد الانسجة بالأغذية و الاوكسجين و تخليصها من الفضلات و ثاني اوكسيد الكربون بواسطة الدم

العلاقة بين تروية الاسناخ و تهويتها

- ✓ يؤثر نقص الاوكسجين في الاسناخ بكفاءة الجريان الدموي في الشعيرات الرئوية المحيطة بها
- ✓ يتم ضبط هذه الالية عن طريق الية تحكم ذاتي موضعية

تعمل هذه الالية على:

- تنظيم الجريان الدموي
- تنظيم اقطار القصيبات

عمل الية التحكم

عمل آلية التحكم الذاتي في الحالات المختلفة

1. نقص تركيز الأكسجين في الأنسجة إلى ما دون السواء:

تتضيق الأوعية الدموية المجاورة لهذه الأنسجة ببطء

تزداد مقاومتها الوعائية

تحول جريان الدم إلى أنسجة أكثر فعالية ذات تهوية أفضل

وتكون النتيجة: يعمل جهاز التحكم الذاتي على توزيع جريان الدم حسب تهوية المناطق الرئوية المختلفة ويحول دون حدوث تهوية ضائعة أو تروية ضائعة.

إضافة أريبيسيزية الفرق بين التهوية والتروية:

- **التهوية:** هي عملية دخول وخروج الهواء من الرئتين.

الكربون بواسطة الدم.

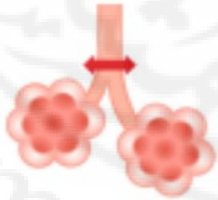
2. ازدياد تركيز الأكسجين في الأنسجة:

تحدث آلية معاكسة للآلية السابقة حيث تتوسع الأوعية الدموية المجاورة للأنسجة فتنقص مقاومتها الوعائية.

3. ازدياد تركيز ثاني أكسيد الكربون في الأنسجة:

يتوسع المجرى الهوائي (القصيبات) المؤدية إلى هذا النسج وذلك لـ:

- محاولة تحسين تهوية النسج.
- الحيلولة دون حدوث تروية ضائعة.



4. نقص تركيز ثاني أكسيد الكربون في الأنسجة:

تحدث آلية معاكسة للآلية السابقة حيث تتضيق القصيبات المؤدية لهذا النسج.

ملاحظة

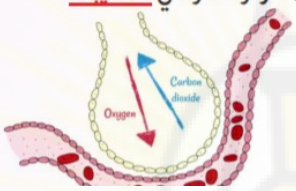
ان ما يحدث في الاوعية الدموية المجاورة للأسناخ هو خلاف لما يحدث في الاوعية الدموية الجهازية التي تتوسع بدل ان تتضيق استجابة لنقص 02

جدول لتلخيص الأفكار السابقة:

الحالة	القصيبات	الأوعية الدموية المجاورة للأسناخ
ازدياد تركيز CO_2 بالأسناخ	تتوسع القصيبات	لا تتأثر
نقص تركيز CO_2 بالأسناخ	تتضيق القصيبات	لا تتأثر
ازدياد تركيز O_2 في الأسناخ	لا تتأثر	تتوسع الأوعية الدموية المجاورة وتنقص مقاومتها الوعائية
تناقص تركيز O_2 في الأسناخ	لا تتأثر	تتضيق الأوعية الدموية المجاورة وتزداد مقاومتها الوعائية

ونستنتج ما يلي:

- تقلبات الضغط الجزئي للأكسجين ← تؤثر حصراً في الأوعية الدموية الموضعية.
- تقلبات الضغط الجزئي لثنائي أكسيد الكربون ← تؤثر حصراً في القصيبات.



صورة توضح حركة الغازات المتبادلة بين السنخ الرئوي والوعاء الدموي

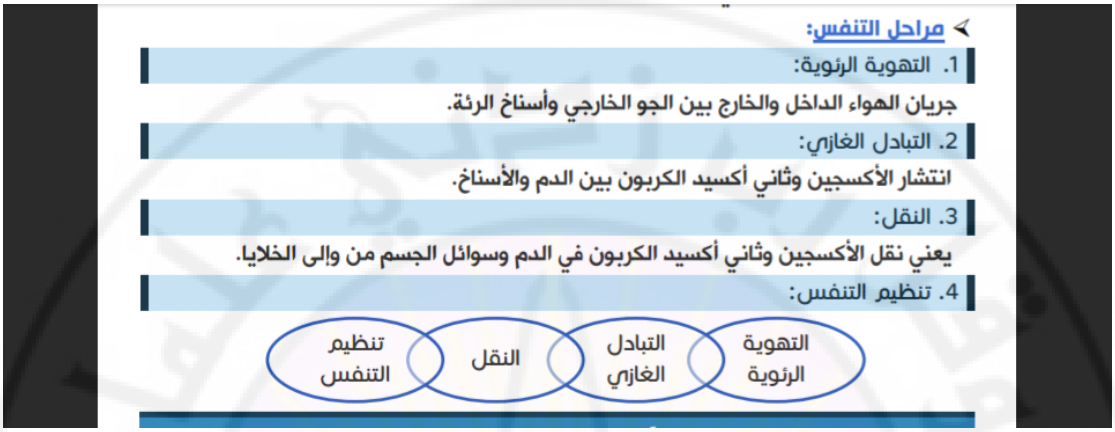
اولا:التهوية الرئوية

التنفس

الهدف الرئيسي للتنفس هو:

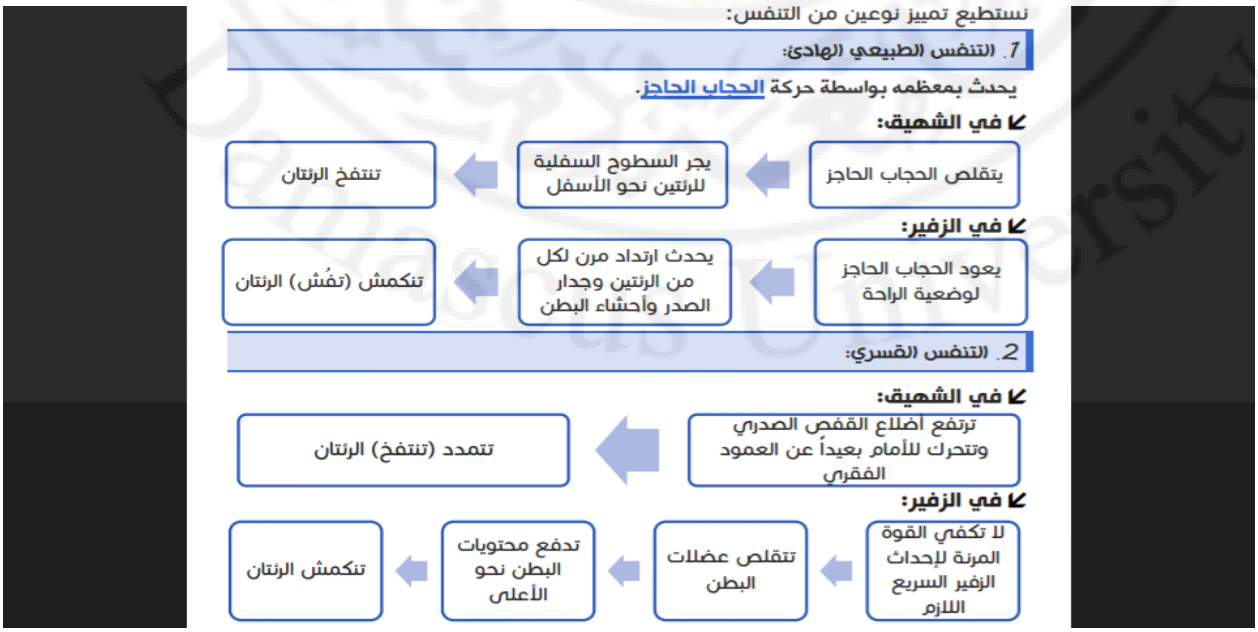
- تزويد النسخ بالأوكسجين
- تخليص السنخ من ثاني اوكسيد الكربون

مراحل التنفس



الية التهوية الرئوية





تضيق العضلات التنفسية:

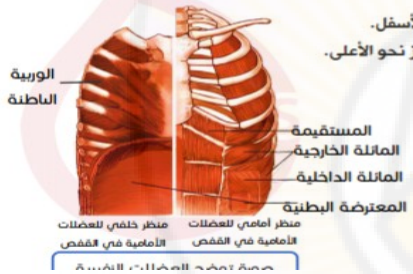
- **العضلات الشهيقية:**
  - ترفع أضلاع القفص الصدري نحو الأعلى.
  - تدفع الحجاب الحاجز نحو الأسفل.
  - وهي مجموعة من العضلات:
    - العضلات الوربية الظاهرة External Intercostals: وهي العضلة الشهيقية الأساسية.
    - العضلة القصية الترقوية الخشائية (القترائية).
    - المنشارية الأمامية.
    - الأخمعية.

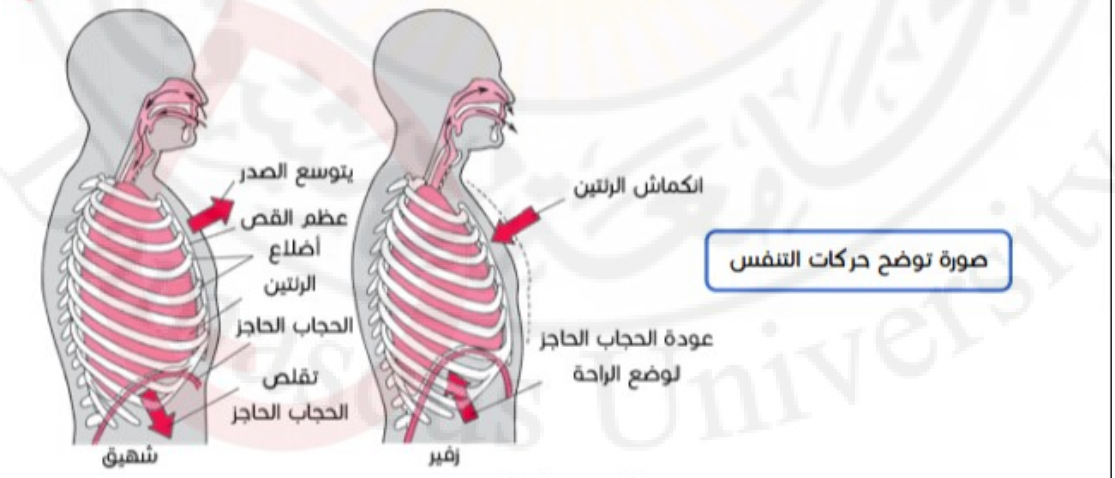
الثلاث الأخيرة تساعد **بشكل خفيف** وترفع عدة أضلاع فقط.



صورة توضح العضلات الشهيقية

- **العضلات الزفيرية:**
  - **عملها:**
    - تجر أضلاع القفص الصدري نحو الأسفل.
    - تدفع أحشاء البطن والحجاب الحاجز نحو الأعلى. (تدفع الأضلاع للهبوط).
  - **وهي:**
    - العضلات الوربية الباطنة.
    - العضلة المستقيمة البطنية.
    - العضلة المعترضة البطنية.
    - العضلتان المائلتان الخارجية والداخلية.





صورة توضح حركات التنفس

تلخيص لما سبق

- يمكن للرئتين التمدد والانكماش بمساعدة:
  - الحجاب الحاجز (يؤثر بالقطر الطولاني).
  - الأضلاع (تؤثر بالقطر الأمامي الخلفي).

↙ جدول تشخيص العضلات الداخلة في عملية التهوية الرئوية:

	العضلات الشهيقية	العضلات الزفيرية
أضلاع القفص الصدري	ترفعها نحو الأعلى	تجرها إلى الأسفل
أثرها على الحجاب الحاجز	تدفعها نحو الأسفل	تدفعها (مع أحشاء البطن) نحو الأعلى
مجموعة العضلات التي تكونها	• العضلات الوربية الظاهرة: وهي العضلة الشهيقية الأساسية • العضلة القصية الترقوية الخشائية (القترائية). • المنشارية الأمامية. • الأخمعية	• العضلات الوربية الباطنة. • العضلة المستقيمة البطنية. • العضلة المعترضة البطنية. • العضلتان المائلتان الخارجية والداخلية.

المطاوعة الرئوية Lung Compliance

هي مدى توسع الرئتين تحت تأثير زيادة الضغط عبرهما بمقدار وحدة واحدة.

مثال:

لدى الرجال البالغين: معدل مطاوعة كلية سوية لكلتا الرئتين **200 مل/سم ضغط مائي**.

زيادة في الضغط الرئوي بمقدار 1 سم ماء ← تتمدد الرئتين 200 مل

↙ **تتحدد خواص مخطط المطاوعة الرئوية بقوى مرونة الرئتين، وهي:**

- قوى مرونة الرئتين
  - قوة المرونة المتولدة عن التوتر السطحي
    - السائل المبطن للجدر الداخلية للأسناخ والأحياز الهوائية الأخرى
  - قوة مرونة النسيج الرئوي
    - ألياف الكولاجين Collagen والإيلاستين Elastin

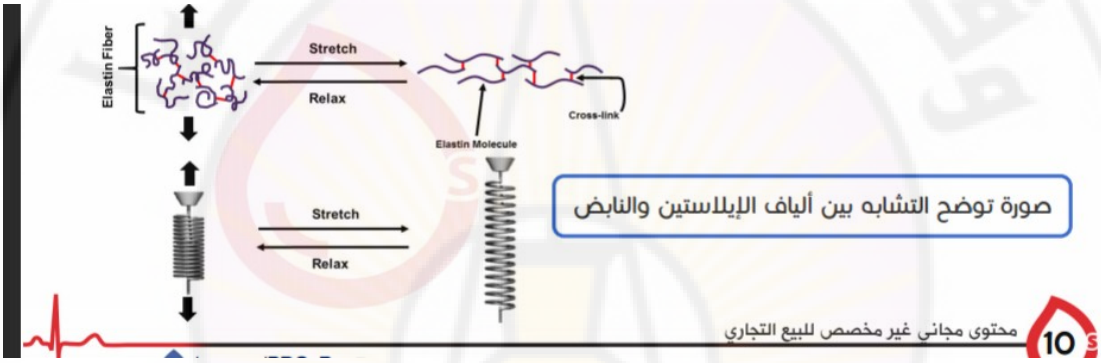
Damascus University

قوى مرونة النسيج الرئوي:

- تتعين بصورة أساسية بألياف **الإيلاستين (المرنين) والكولاجين** المتناسجة بين متن الرئة.
- **في حالة الرئة الفارغة:** تكون الألياف في حالة تقلص جزئي وملتوية.
- **في حالة الرئة المتوسعة:** تكون الألياف متمددة جزئياً وغير ملتوية تقريباً.
- ولذلك فهي تتمدد ولكنها تستمر في بذل قوة مرنة لتعود إلى حالتها الطبيعية.

جدول لتوضيح ما سبق:

الألياف في حالة الرئة فارغة	الألياف في حالة الرئة متوسعة
في حالة تقلص جزئي	في حالة تمدد جزئي
ملتوية	غير ملتوية تقريباً



صورة توضح التشابه بين ألياف الإيلاستين والنابض

قوى المرونة المتولدة عن التوتر السطحي:

- هي قوى أكثر تعقيداً، وتعد مسؤولة عن ثلثي قوة المرونة في الرئة السوية.
- تتغير هذه القوة بشكل كبير جداً لدى انعدام المادة المسماة: (العامل) الفعال في السطح أو سورفاكتانت Surfactant في السائل السنخي.

شرح إضافي:

- التوتر السطحي:
  تربط بين جزيئات المادة المتجانسة قوى الجذب الجزيئية، التي تعمل على تماسك جزيئات هذه المادة مع بعضها البعض.
- إنّ قوة التوتر السطحي التي يتمتع بها السائل المبطن للجدر الداخلية للأسناخ والأحياز الهوائية الأخرى عندما تتجاذب الجزيئات إلى بعضها البعض ← تؤدي إلى تقلص يدفع السنخ للانخماص ودفع الهواء إلى خارج السنخ.

توضيح لما يحدث على السطوح الداخلية للأسناخ:

سطح الماء يتقلص

↓

يندفع الهواء إلى خارج الأسناخ خلال القصبات

↓

تنخمص الأسناخ (والأحياز الهوائية الأخرى)

↓

تتولد قوة قلوصة مرنة في كامل الرئتين (القوة المرنة للتوتر السطحي)

2. العامل الفعال في السطح وتأثيره في التوتر السطحي (السورفاكتانت):

✓ بعد انخماص السنخ الذي يحدث نتيجة لقوة التوتر السطحي:

⌙ من أجل أن يعود السنخ للحالة التي كان عليها قبل الانخماص تفرز الخلايا الظهارية من النمط "2" في جدار السنخ مادة تدعى السورفاكتانت تؤدي هذه المادة إلى حل قوى التجاذب الجزيئية وبالتالي **مفعولها معاكس لقوة التوتر السطحي** وتؤدي إلى إبطال تأثيرها من خلال إعادة السنخ إلى وضعه الطبيعي قبل الانخماص.

✓ **يفرز السورفاكتانت من:** الخلايا الظهارية الإفرازية من النمط II الموجودة في جدر الأسناخ.

✓ **وظيفته:** يقلل التوتر السطحي كثيراً عند انتشاره على سطح السائل حيث ينقص التوتر السطحي في الأسناخ بمقدار [$\frac{1}{2} - \frac{1}{12}$] مقارنة بالتوتر السطحي للماء النقي.

مكونات السورفاكتانت:

هو خليط معقد لـ:

- عدة شحميات فسفورية
- بروتينات
- شوارد

3. الضغط الانخماصي للأسناخ المغلقة بسبب التوتر السطحي:

في حالة انغلاق الممرات الهوائية التي تفضي إلى الأحياز الهوائية للرئتين:

قوى التوتر السطحي ← انخماص الأسناخ ← توليد ضغط موجب في الأسناخ ← يحاول دفع الهواء إلى الخارج

محتوى مجاني غير مخصص للبيع التجاري

يتناسب الضغط الانخماصي مع:

✓ طردا مع التوتر السطحي

✓ عكسا مع نصف قطر السنخ

متلازمة الضائقة (العسرة) التنفسية:

- تحدث لدى الأطفال الخدج صغيري الحجم جداً، لأنّ:
  1. لهم أسناخ ذات أقطار أقل من ربع السوي.
  2. السورفاكتانت لا يبدأ إفرازه (إلى الأسناخ) إلا من الشهر السادس أو السابع من الحمل وفي بعض الأجنة إلى ما بعد ذلك.
- تكون لرئات هؤلاء الأجنة نزعة للانخماص بشكل كبير جداً ويولد ذلك هذه المتلازمة المميتة التي قد تؤدي إلى فقدان الطفل ما لم تعالج بوسائل فعّالة.

الحجوم والسعات الرئوية

تسجيل الحجوم السعات التنفسية - قياس النفس:

- هو عملية تسجيل حجم الهواء الجاري من وإلى الرئتين وذلك لدراسة التهوية الرئوية.
- **تقاس بجهاز:** مقياس النفس.
- تظهر بشكل رسم بياني يبدي التغيرات في حجم الرئة تحت ظروف مختلفة من التنفس.

الحجوم الرئوية

هي أربع حجوم يعادل مجموع حجومها الحجم الأعظمي الذي يمكن أن يصل إليه حجم الرئتين.

تتوضح بالجدول التالي:

الحجم الرئوي	الحجم الجاري (TV) Tidal Volume	حجم الشهيق المدخر (IRV) Inspiratory Reserve Volume	حجم الزفير المدخر (ERV) Expiratory Reserve Volume	الحجم الثمالي (RV) Residual Volume
تعريفه	هو حجم الهواء المستنشق أو المزفور خلال نفس واحد سوي	هو أقصى كمية هواء يمكن استنشاقها زيادةً على كمية الحجم الجاري السوية	هو أقصى كمية هواء يمكن إخراجها بزفير جهدي بعد نهاية الزفير الجاري السوي	هو حجم الهواء الذي يبقى في الرئتين بعد الزفير الجهدي الأقصى
المعدل الوسطي لرجل بالغ متوسط	500 ml	3000 ml	1100 ml	1200 ml

تتوضح السعات الرئوية بالجدول التالي:

السعة الرئوية	السعة الشهيقية (IC) Inspiratory Capacity	السعة الوظيفية المدخرة (FRC) Functional Residual Capacity	السعة الحياتية (VC) Vital Capacity	السعة الكلية للرئة (TLC) Total Lung Capacity
تعريفها	أقصى كمية هواء يمكن استنشاقها ابتداء من مستوى الزفير السوي	كمية الهواء الباقية في الرئتين عند نهاية الزفير السوي	أكبر كمية هواء يمكن للشخص أن يخرجها من رئتيه بعد شهيق قسري	أكبر حجم يمكن أن تتمدد إليه الرئتان باستخدام أكبر جهد تنفسي ممكن
الحجوم المختارة	الحجم الجاري + حجم الشهيق المدخر	حجم الزفير المدخر + الحجم الثمالي	حجم الشهيق المدخر + الحجم الجاري + حجم الزفير المدخر	السعة الحياتية + الحجم الثمالي
المعدل الوسطي	3500 ml	2300 ml	4600 ml	5800 ml

- تنقص الحجوم والسعات الرئوية كلها عند النساء بمقدار 20-25% مقارنة بما هي عليه عند الرجال.
- تزداد الحجوم والسعات الرئوية عند الضخام والرياضيين مقارنة بصغار القامة والواهنين.

تعريف الحجم التنفسي

هو الكمية الكلية للهواء الجديد الذي يمر بالممرات الهوائية في الدقيقة

حجم التهوية السنخية والحيز الميت

مقدمة:

إنّ الحجم الجاري الذي يدخل للجهاز التنفسي (500 مل) هو يعادل الهواء الموجود من الأنف وحتى نهاية الأسناخ.

وهذا الهواء الذي نستنشقه يمكن أن نقسمه إلى قسمين:

1. جزء يدخل في التبادل الغازي.
2. جزء لا يدخل في التبادل الغازي.

الجزء الذي لا يدخل التبادل الغازي	الجزء الذي يدخل في التبادل الغازي
هو الهواء الموجود في كل أقسام **جهاز التنفس** من الأنف وحتى **القصيبات الانتهائية** (قبل القصيبات التنفسية والأسناخ)	هو الهواء الموجود في الأسناخ والأكياس السنخية والقنوات السنخية **والقصيبات التنفسية** وهي مناطق تؤمن التماس للهواء مع الدم الرئوي وحدوث عملية التبادل الغازي
لا يدخل في التبادل الغازي بسبب عدم وجود أوعية شعرية يتم التبادل معها	تكمن أهمية التهوية الرئوية في تجديد الهواء المستمر في هذه الأماكن
يحوي هذا الجزء تقريباً 150 مل من الهواء	يحوي هذا الجزء تقريباً 350 مل من الهواء
تدعى هذه المناطق بالحيز الميت	وهذه هي مناطق التهوية السنخية



انتشار Diffusion الهواء حتى الأسناخ:

- هو جريان جزء صغير جداً من الهواء المستنشق على طول الطريق ليصل إلى **الأسناخ**.
- يتحرك كل جزيء غازي بين الجزيئات الأخرى بسرعة كبيرة.
- المسافة التي يقطعها الجزيء قصيرة جداً من القصيبات الإنتهائية حتى الأسناخ القصيرة.
- يعبر الجزيء هذه المسافة خلال جزء صغير من الثانية.

ينتج الانتشار عن حركة الجزيئات بسبب سرعتها.

معدل التهوية السنخية (معدل التهوية السنخية في الدقيقة)

- هي حجم الهواء الجديد الكلي الذي يدخل الأسناخ ومناطق التبادل الغازي المجاورة كل دقيقة.
- ويحسب من القانون التالي:

حجم التهوية السنخية = معدل التنفس × حجم الهواء الجديد.

= معدل التنفس × (الحجم الجاري - الحيز الميت).

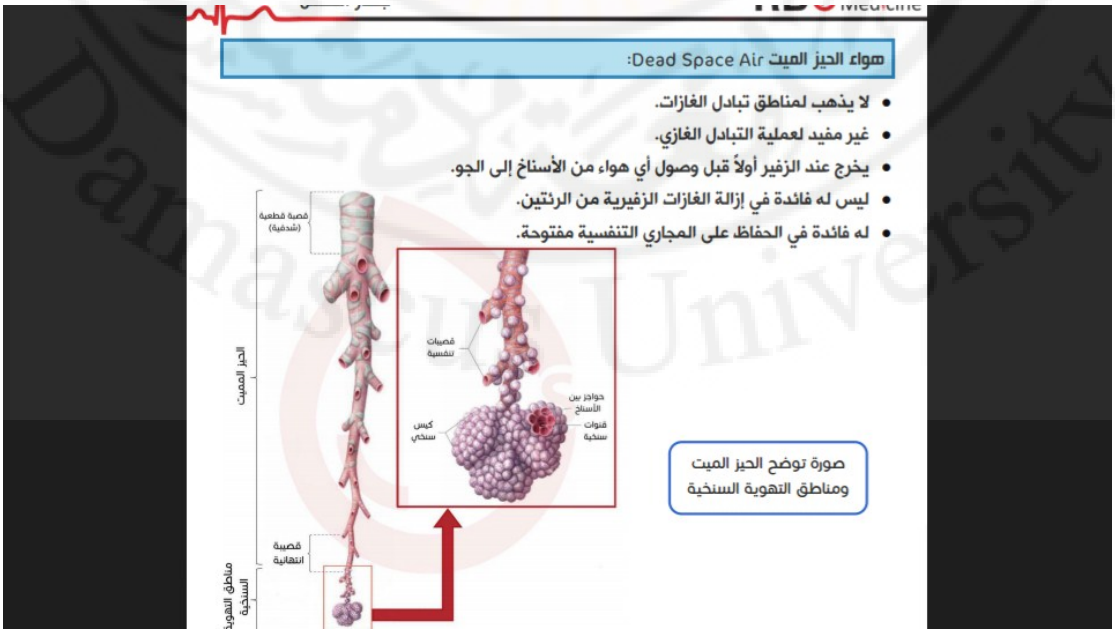
الهواء الجديد: الهواء الداخل للأسناخ في كل نفس.

الحيز الميت Dead Space

- هي الممرات الهوائية التي لا يتم فيها تبادل غازي، ويسمى الهواء الذي يملأها هواء الحيز الميت، وتشمل:



محتوى مجاني غير مخصص للبيع التجاري



يقسم الحيز الميت الفيزيولوجي إلى نوعين

- **الحيز الميت التشريحي:** ويشمل مناطق الجهاز التنفسي جميعها ما عدا الرئتين (الأنف، البلعوم، الرغامى وحتى القصبات التنفسية الانتهائية...)، وهذه المناطق تكون فيها التهوية مهدورة والهواء الداخل إليها لا يساهم في عملية التبادل الغازي؛ لعدم وجود غشاء بطاني شعري فيها، وهي حالة طبيعية تماماً.
- **الحيز الميت الحويصلي:** وتشمل الأسناخ ذات التهوية الطبيعية، لكن التبادل الغازي فيها شبه معدوم، وهي حالة مرضية، وهي تشتمل على الأسناخ الموجودة في القسم العلوي من الرئة، وتظهر هذه الحالة نتيجة أسباب عديدة نذكر منها: أمراض الشعب الهوائية، التدخين، التهاب الشعب الهوائية، الربو، الانسداد الرئوي وانخفاض ضغط الدم أيضاً.

الأسس الفيزيائية للمعادلات الغازية

تمهيد

ما هي الخطوة التي تلي دخول الهواء النقي إلى الأسناخ؟

1. انتشار الأكسجين من الأسناخ إلى الدم في الشعيرات الرئوية.
2. انتشار ثاني أكسيد الكربون من الدم في الشعيرات الرئوية إلى الأسناخ.

يتم انتشار ثنائي أكسيد الكربون في الاتجاه المعاكس لانتشار الأكسجين.

كيف تتم عملية الانتشار؟

1. تتم **عملية الانتشار** بواسطة حركة الجزيئات العشوائية البسيطة في كلا الاتجاهين عبر الغشاء التنفسي وفق الآلية الأساسية لحدوث الانتشار.
2. يحدث **الانتشار النهائي للغاز** من منطقة يكون فيها التركيز عالي للغاز إلى منطقة التركيز منخفض للغاز (أي وفق مدروج التركيز).

ملاحظة هامة:

- مدروج التركيز يتناسب طرداً مع ضغط الغاز الفاعل.
- إنّ ضغط الغاز الفاعل ينجم عن الاصطدام المستمر للجزيئات الغازية نشيطة الحركة.

فيزياء الانتشار وضغوط الغاز

يتركب الهواء تقريباً بصورة أساسية من:

- 79% نتروجين
- 21% أكسجين

محتوى مجاني غير مخصص للبيع التجاري
/groups/RBCs.Pre.7

شرح للفكرة 2 (معامل الذوبان والتناسب العكسي):

عند ذوبان جزء من الغاز في السائل

↓

تنقص كمية جزيئات الغاز الحرة نشيطة الحركة

↓

تنقص الاصطدامات الناجمة عن جزيئات الغاز نشيطة الحركة

↓

لا يحدث زيادة لضغط الغاز ضمن المحلول
(ذلك لأن الضغط ينجم عن اصطدامات الجزيئات الحرة)

محتوى مجاني غير مخصص للبيع التجا

هناك حالتان (لذوبانية الغازات في الماء) وتؤثران في الضغط

1. الحالة الأولى:

مثال: ثاني أكسيد الكربون.

الآلية:

انجذاب جزيئات الغاز إلى جزيئات الماء ← أكثرية الجزيئات منحلة ومذابة في الماء ← لا يحدث زيادة في الضغط ضمن المحلول

2. الحالة الثانية:

نبذ جزيئات الغاز (أي لا يحدث انجذاب مع الماء) ← ندرة الجزيئات المنحلة والمذابة في الماء ← حدوث ضغوط مرتفعة في المحلول

ثاني أكسيد الكربون قابل للذوبان **أكثر بعشرين مرة** من الأكسجين.

ثاني أكسيد الكربون تقريباً ضعف ذوبان **أكثر بعشرين مرة** من الأكسجين.

انتشار الغازات بين الحالة الغازية في الأسناخ والحالة المذابة في الدم الرئوي

- إنّ الضغط الجزئي للغاز في هواء الأسناخ يميل لإجبار هذا الغاز:
  - **أولاً** على الذوبان في الغشاء السنخي.
  - **ومن ثم** على الذوبان في دم الشعيرات السنخية.
- وبالعكس، فإنّ جزيئات الغاز نفسه التي ذابت لتوها بالدم، تتحرك بشكل عشوائي في سائل الدم ويفر بعضها عائداً إلى الأسناخ.

ضغط بخار الماء

عندما يدخل الهواء الطرق التنفسية

↓

يتبخر الماء فوراً من سطوح هذه الممرات

↓

يقوم بترطيب الهواء

↓

يصبح المزيج الغازي رطباً بشكل كامل
(حالة توازن مع الماء المحيط في الطرق الهوائية)

العوامل التي تؤثر على معدل انتشار الغاز في سائل ما:

- قابلية ذوبان هذا الغاز في السائل
- مساحة مقطع السائل
- المسافة التي على الغاز أن ينتشر عبرها
- الوزن الجزيئي للغاز
- درجة حرارة السائل في الجسم البشري

والآن سنفصل بهذه العوامل واحدة تلو الأخرى:

1. قابلية ذوبان هذا الغاز في السائل:

كلما **زادت** قابلية الغاز للذوبان **ازداد** عدد الجزيئات القابلة للانتشار من أجل فارق الضغط نفسه.

2. مساحة مقطع السائل:

كلما **ازدادت** مساحة المقطع **ازداد** عدد الجزيئات القابلة للانتشار من أجل فارق الضغط نفسه.

3. المسافة التي على الغاز أن ينتشر عبرها:

كلما **زادت** المسافة التي على الجزيئات أن تنتشر بها **زاد** وقت انتشار الجزيئات عبر كل المسافة.

4. الوزن الجزيئي للغاز:

كلما ازدادت السرعة التي تتحرك بها الجزيئات والتي تتناسب عكساً مع الجذر التربيعي للوزن الجزيئي ازداد معدل انتشار الغاز.

- إذاً كلما ازداد الوزن الجزيئي للغاز انخفضت السرعة التي تتحرك بها الجزيئات وبالتالي انخفض معدل انتشار الغاز.

5. درجة حرارة السائل في الجسم البشري:

وهي لا تؤخذ في الحسبان لأنها ثابتة عادة.

الغازات ذات الأهمية التنفسية:

- لها قابلية شديدة للذوبان في الشحوم ← فهي تنتشر عبر أغشية الخلايا بدون إعاقة.
- ليس لها قابلية للانتشار عبر الماء ← لذلك العائق الأكبر هو الانتشار عبر ماء النسج (أي عبر النسج الحاوية على الماء).
- بما أنّ الغشاء التنفسي نسيج وبحوي ماء فإنّ:
  - انتشار الغازات في الغشاء التنفسي يعادل غالباً انتشار الغازات في الماء.

تركيب الهواء السنخي وعلاقته بالهواء الجوي

تختلف تراكيز الغازات في هواء الأسناخ عن تراكيز الغازات في الهواء الجوي اختلافاً جذرياً.

هناك عدة أسباب لهذه الاختلافات:

1. استبدال الهواء الجوي بهواء الأسناخ في كل نفس جزئياً فقط وليس بشكل كامل.
2. الأكسجين يمتص باستمرار من الهواء السنخي.
3. ثنائي أكسيد الكربون دائم الانتشار من الدم الرئوي إلى الأسناخ.
4. ترطيب الهواء الجوي الجاف الذي يدخل الطرق التنفسية حتى قبل أن يصل إلى الأسناخ.

ولنفهم ذلك تماماً علينا أن ندرس تركيز كل من الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون وضغطهما الجزئي في الأسناخ.

الضغوط الجزئية لغازات التنفس عند دخولها وخروجها من الرئة عند مستوى سطح البحر (التركيز على O_2 و CO_2):

	الهواء الجوي[1]		هواء رطب		الهواء السنخي		هواء الزفير	
	%	mmHg	%	mmHg	%	mmHg	%	mmHg
الآزوت	78.62	597	74.09	563.4	74.9	569	74.5	566
الأكسجين	20.84	159	19.67	149.3	13.3	104	15.7	120

علينا أن ندرس كل من:

- امتصاص الأكسجين
- استنشاق الأكسجين

1. امتصاص الأكسجين:

يمتص الأكسجين بشكل دائم من الرئتين الى الدم.

كلما زادت سرعة امتصاص الأكسجين ← أصبح تركيزه في الأسناخ أقل

2. استنشاق الأكسجين:

يتم استنشاق الأكسجين الجديد باستمرار من الهواء الجوي الى الأسناخ.

كلما زادت سرعة استنشاق الأكسجين الجديد من الهواء الجوي إلى الأسناخ ← أصبح تركيزه في الأسناخ أعلى

ومنه نجد:

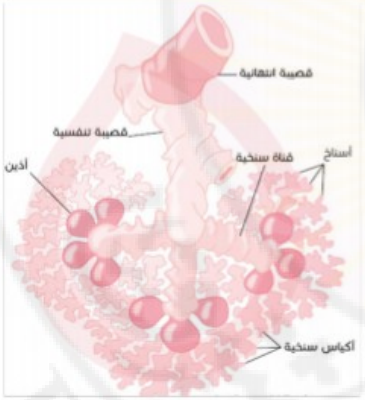
يتم التحكم بتركيز الأكسجين في الأسناخ ومن ثم بضغطه الجزئي، بواسطة:

1. أولاً: التحكم بمعدل امتصاص الأكسجين إلى الدم.
2. ثانياً: التحكم بمعدل [illegible]

انتشار الغازات عبر الغشاء التنفسي

تركب الوحدة التنفسية من:

- القصيبة التنفسية Respiratory Bronchiole.
- القنوات السنخية Alveolar Ducts.
- الأسناخ Alveoli:
  - يوجد نحو 300 مليون سنخ في كلتا الرئتين.
  - متوسط قطر كل سنخ 0,2 ml.



الفصيص التنفسي

العوامل التي تحدد سرعة عبور الغاز عبر الغشاء التنفسي:



حالات خاصة للغشاء التنفسي:

	ازدياد ثخانة الغشاء التنفسي	نقص مساحة سطح الغشاء التنفسي
أمثلة	تزداد ثخانة الغشاء التنفسي أحياناً نتيجة: - سائل وذمي في المسافة الخلالية للغشاء في الأسناخ. - تليف في الرئتين.	تنقص مساحة سطح الغشاء التنفسي في بعض الحالات مثل: - استئصال الرئة. - النفاخ الرئوي Emphysema إذ تتخرب جدر الأسناخ فيلتحم بعضها مع بعض.
النتيجة	تعاق المبادلات الغازية إلى درجة كبيرة	

محتوى مجاني غير مخصص للبيع التجاري

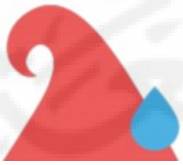
صفات الجدران السنخية:

- رقيقة جداً.
- يوجد ضمنها شبكة غزيرة من الشعيرات المتماسكة.
- يوصف الجريان الدموي فيها وكأنه صحيفة من الدم الجاري.
  - لذلك تكون الغازات السنخية على **تماس صميمي** مع دم الشعيرات.

الغشاء التنفسي (الغشاء الرئوي Pulmonay Membrane)

تعريف الغشاء التنفسي (Respiratory Membrane):

- مجموع أغشية الأجزاء الانتهائية في الرئتين.
- يحدث التبادل بين هواء الأسناخ والدم الرئوي من خلالها.



انتشار الأكسجين من الشعيرات إلى الخلايا

عندما يصل الدم الشرياني إلى الأنسجة المحيطية يكون PO_2 السائل الخلالي 40 مم زئبقي فقط.

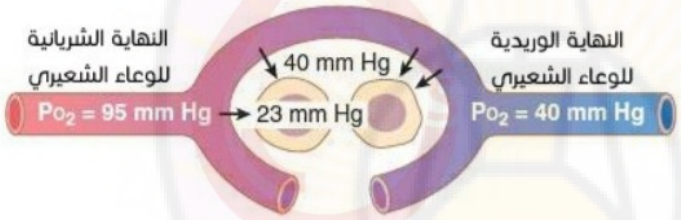
الضغط الجزئي للأكسجين الغازي في الأسناخ: 104 ملم زئبقي

الضغط الجزئي للأكسجين في الدم الداخل إلى الشعيرات الرئوية: 40 ملم زئبقي فقط

فإنَّ فرق الضغط الجزئي الذي يجعل الأكسجين ينتشر إلى الشعيرات الرئوية هو:
104 - 40 = 64 ملم زئبقي

يتراوح PO_2 داخل الخلية: بين (5 - 40) ملمتر زئبقي ووسطياً يبلغ 23 ملمتر زئبقي.
PO_2 في الأنسجة المحيطة 40 ملمز، أما PO2 في الأسناخ 104 ملمز.

يوضح الشكل ضغوط O_2 في كل من: السائل الخلالي، داخل الخلية، الدم الشرياني الداخل للنسج، الدم الوريدي المغادر للنسج



ضغط أكسجين الهواء الجوي 159 ملم ز.

ضغط أكسجين الهواء الجوي 159 ملم ز

يدخل ليرطب المجاري التنفسية وبالتالي يصبح ضغطه (ضغط الأكسجين في الهواء الرطب 149 ملم ز)

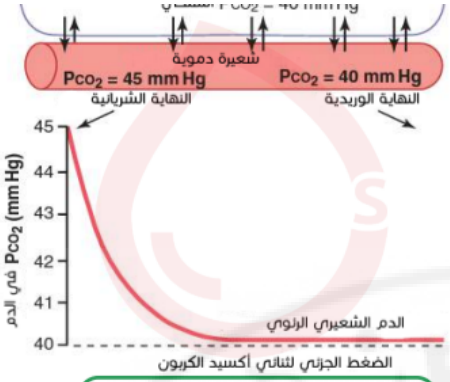
ضغطه في الدم الشرياني 95 ملم ز

ضغط الأكسجين في الأسناخ 104 ملم ز

ضغطه داخل الخلايا 23 ملم ز وسطياً

ضغطه بالسائل الخلالي والدم الوريدي 40 ملم ز

انتشار CO_2 من الخلايا إلى الشعيرات النسيجية ومن الشعيرات الرئوية إلى الأسناخ



انتشار CO_2 من الشعيرات الرئوية إلى الأسناخ

نلاحظ في المخطط البياني السابق:

إنّ PCO_2 الدم الوريدي المغادر النسج والداخل إلى الشعيرات الرئوية يعادل: 45 ملمتر زئبقي

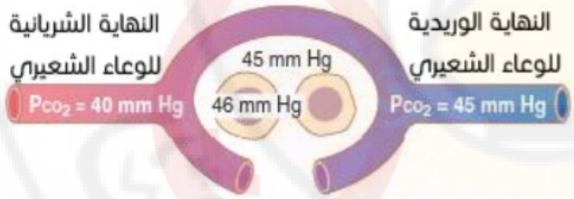
PCO_2 الهواء السنخي يعادل: 40 ملمتر زئبقي

فيكون الفرق في الضغط الذي يعادل (5) ملم زئبقي كافياً لانتشار CO_2 المطلوب خارج الشعيرات للأسناخ

محتوى مجاني غير مخصص للبيع التجاري

يتوازن PCO_2 الدم الشعري النسيجي مع السائل الخلالي.

ضغط CO_2 بكل من: السائل الخلالي، داخل الخلية، الدم الشرياني الداخل للنسج، الدم الوريدي المغادر النسج



ثاني أكسيد الكربون ينتشر **يعكس** اتجاه انتشار الأكسجين عند كل نقطة من سلسلة نقل الغاز.

ما الفرق الرئيسي بين انتشار CO_2 وانتشار O_2؟

	CO_2	O_2
سرعة الانتشار	**أسرع** بعشرين ضعف من سرعة انتشار الأكسجين (لأنه ذواب في الماء أكثر بعشرين ضعف)	**أقل** بعشرين ضعف من سرعة انتشار ثاني أكسيد الكربون (لأنّ سرعة ذوبانه في الماء أقل)
فروق الضغط	يحتاج فرق ضغط أقل بكثير لإحداث الانتشار مقارنة مع الأكسجين	يحتاج فرق ضغط أكبر لإحداث الانتشار

محتوى مجاني غير مخصص للبيع التجاري



-ان ضغط الاوكسجين الشرياني هو نحو ٩٥ ملميتر زئبقي عادة و تكون النسبة المئوية للإشباع نحو ٩٧%

- ان ضغط ثاني اوكسيد الكربون الوريدي العائد من الانسجة نحو ٤٠ميليمتر زئبقي عادة و تكون النسبة المئوية لإشباع الخضاب نحو ٧٥%

فعل هالدان Haldane Effect

إنّ زيادة CO_2 الدم تسبب إزاحة الأكسجين عن الخضاب، كما أنّ ارتباط الأكسجين بالخضاب يميل إلى إزاحة CO_2 عن الدم.

وظيفة فعل هالدان

- في شعيرات النسج يسبب زيادة في التقاط ثنائي أكسيد الكربون بسبب إزاحة الأكسجين عن الخضاب
- في الرئتين يسبب زيادة تحرير ثنائي أكسيد الكربون بسبب التقاط الأكسجين من قبل الخضاب

مقارنة بين فعل بور وفعل هالدان

تنظيم التنفس

- يقوم الجهاز العصبي بضبط معدل التهوية السنخية تبعاً لمتطلبات الجسم ولذلك لا يتغير PCO_2 و PO_2 الشريانيين إلا بصعوبة حتى في أثناء التمارين العنيفة، وفي معظم الأنماط الأخرى من الكرب التنفسي.
- أين يقع المركز التنفسي؟!
  - تشير الدراسات إلى أن المركز التنفسي موجود في البصلة السيسائية والجسر من جذع الدماغ.

المراكز التنفسية

هي مراكز تنفسية بصلية وجسرية:

المركز التنفسي	الموقع	الوظيفة
المجموعة التنفسية الظهرية Dorsal Respiratory Group	توجد عصبوناتها ضمن نواة السبيل المفرد في البصلة السيسائية	تُحدِث بشكل رئيسي الشهيق
المجموعة التنفسية البطنية Ventral Respiratory Group (VRG)	توجد بالقرب من النواة الملتبسة Nucleus Ambiguous وتتكون من: - **منطقتين** رئيستين من العصبونات الزفيرية. - **منطقة** رئيسة من العصبونات الشهيقية.	تشير بعض الدراسات الحديثة إلى أنّ العصبونات الشهيقية تتحكم بالعصبونات المحركة في النخاع الشوكي الرقبي التي تتحكم بالعضلات التنفسية، ودراسات أخرى تشير إلى أنها تنبه العصبونات المحركة للعصب الحجابي، أما العصبونات الزفيرية فإنّ بعضها ينبّه العضلات الزفيرية في أثناء الزفير القسري
مركز التنفس الجسري (كان يعرف بالمركز المنظم للتنفس) Pneumotaxic Center	يقع في القسم الظهري العلوي من جسر الدماغ، ويحوي عصبونات: شهيقية، وزفيرية ومختلطة	تعمل عصبونات هذا المركز على تسهيل الانتقال بين الشهيق والزفير
مولد النسق (التنبيهات) المركزي Central Pattern Generator (CPG)	يعتقد أنه موجود في القسم البطني الجانبي من البصلة السيسائية	هو شبكة من العصبونات تولد أنساقاً منتظمة ومتكررة من الفعالية العصبية تدعى: الإيقاع (النظم) التنفسي (Respiratory Rhythm) ويعتقد أنه يقوم مقام ناظم الخطا Pacemaker في القلب، إذ يولد - عبر زوال استقطاب عفوي - تفريغات كمونات فعل دورية شبيهة بما يحدث في القلب

- المجموعة التنفسية الظهرية ← تُحدث بشكل رئيسي الشهيق ←ضمن النواة المفردة في البصلة السيسائية.
- المجموعة التنفسية البطنية ← منطقتين رئيسيتين من العصبونات الزفيرية ومنطقة من العصبونات الشهيقية ← توجد بالقرب من النواة الملتبسة.
- مركز التنفس الجسري ← المركز المنظم للتنفس ← في القسم الظهري العلوي من جسر الدماغ.
- مولد النسق المركزي ← يقوم مقام ناظم الخطا في القلب إذ يولد تفريغات كمونات فعل دورية شبيهة بما يحدث في القلب ← في القسم البطني الجانبي من البصلة السيسائية.
- أيونات الهيدروجين لا تستطيع عبور الحائل الدموي الدماغي بسهولة.
- المستقبلات الكيميائية المحيطية حساسة لتغيرات الأكسجين في الدم بشكل رئيسي.
- المستقبلات الكيميائية أسرع بنحو خمس أضعاف من التنبيه المركزي.

كلية العلوم الصحية

علم وظائف الاعضاء المحاضرة الخامسة

السنة الاولى/ سمعيات

د. ميساء محمود

النسيج العضلي Muscle Tissue

تقسم العضلات إلى ثلاثة أنواع هي العضلات الهيكلية وعضلة القلب والعضلات الملس.

١ ـ العضلات الهيكلية

تشكل العضلات الهيكلية حوالي ٤٠ % من وزن الجسم تقريباً، بينما تشكل العضلات الملس والعضلة القلبية ١٠% منه.

ـ التشريح الفيزيولوجي للعضلات الهيكلية

تتألف العضلة الهيكلية من عدد كبير من الألياف يتراوح قطرها بين ١٠ و ٨٠ ميكرومتر ويتكون كل ليف بدوره من تحت وحدات أصغر فأصغر موضحة في الشكل(٥).

إن بنية الليف العضلي هي كالتالي:

١ـ غمد الليف العضلي وهو عبارة عن الغشاء الخلوي لليف العضلي و غلالة خارجية مؤلفة من طبقة رقيقة من مادة عديدة السكاريد بهدف الاتصاق و تحتوي الياف الكولاجين بهدف التانة

٢ـ الليفات العضلية- خيوط الأكتين (٣٠٠٠ خيط) والميوزين (١٥٠٠ خيط)

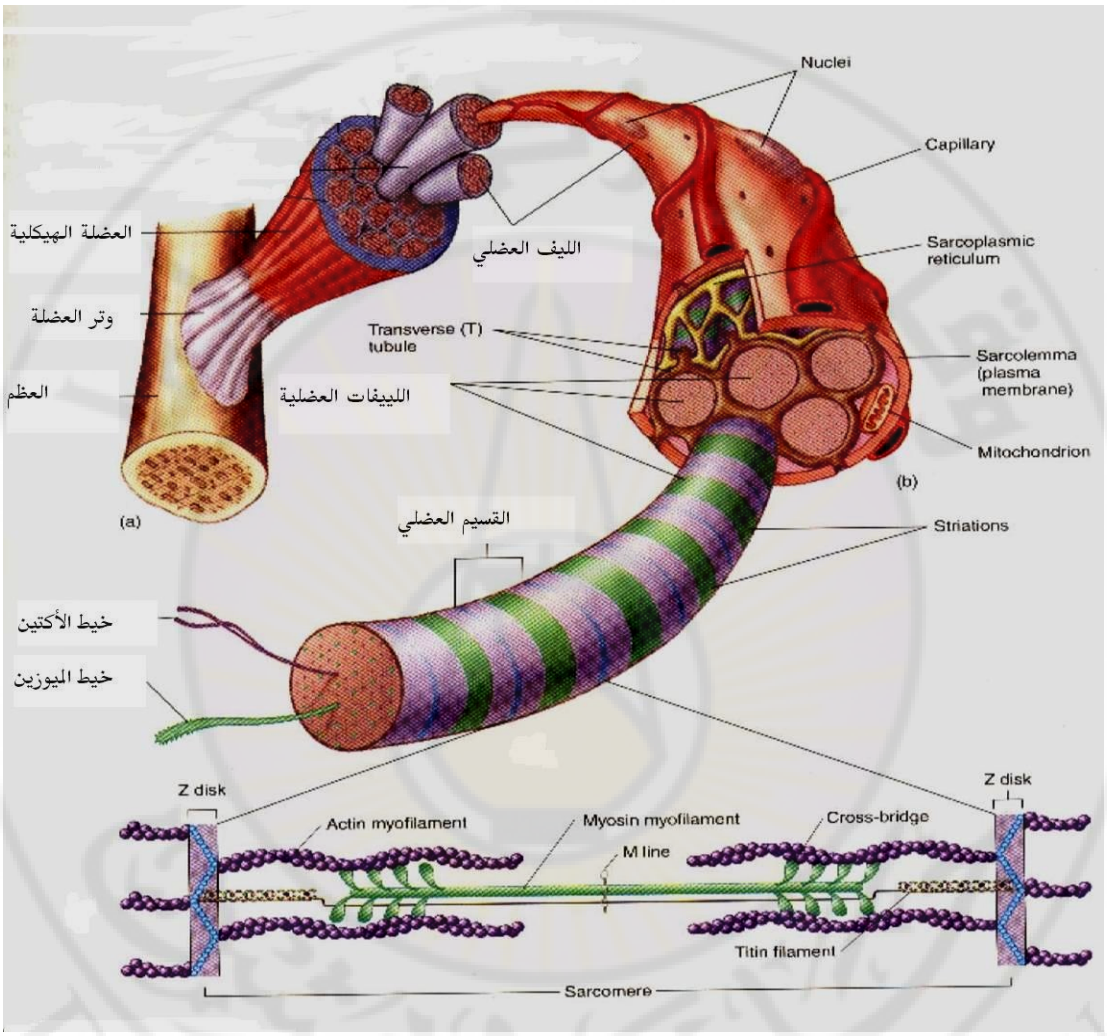
الشرائط الفاتحة: تحوي خيوط اكتين فقط (متماثل I)

الرائط القاتمة: تحوي خيوط ميوزين و نهايات خيوط اكتين (متباين A)

الجسور المتصالبة: هي نواتئ صغيرة تبرز من جوانب خيوط الميوزين على امتداد الخيط ما عدا الجزء المركزي

القرص z: يتالف من بروتينات خيطية مختلفة عن الاكتين و الميوزين و تتصل نهايات خيوط الاكتين في هذا القرص و منه تمتد في كل الاتجاهات لتتداخل مع خيوط الميوزيك

القسيم العضلي هو الجزء من الليف العضلي او كامل الليق الذي يتوضع بين قرصي z متعاقبين



بنية العضلة الهيكلية

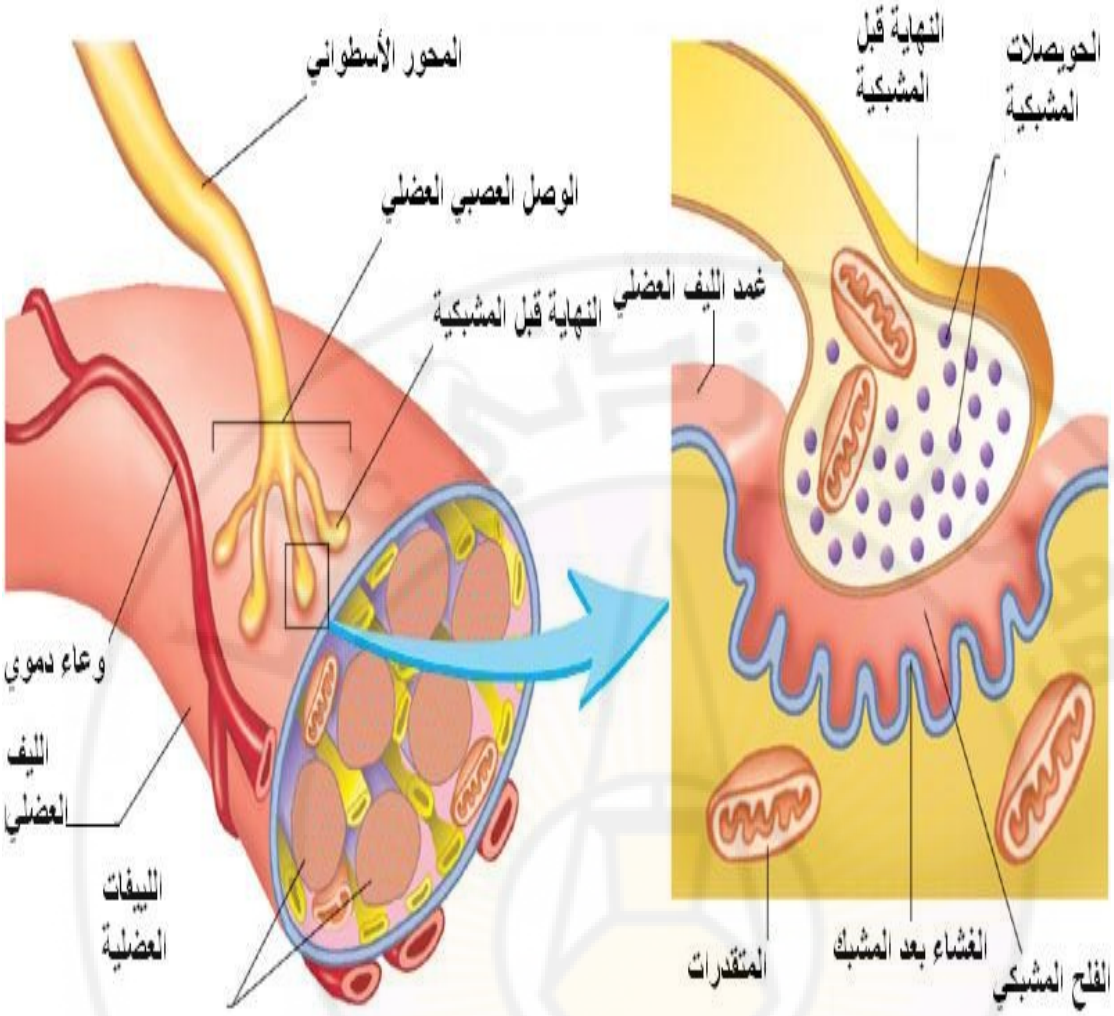
٣ـ الهيولى العضلية: هي سائل خلالي يملأ الفراغات بين الليفات العضلية و تحوي كميات كبيرة من البوتاسيوم و المغنزيوم و الفوسفات و الانزيمات البروتينية و اعداد ضخمة من المتقدرات

٤ـ الشبكة الهيولية العضلية Sarcoplasmic reticulum و هي شبكة هيولية باطنة تمتلك تنظيم خاص له اهمية كبيرة في التحكم بتقلص العضلة حيث تحتوي مخازن الكالسيوم الضرورية جدا للتقلص العضلي

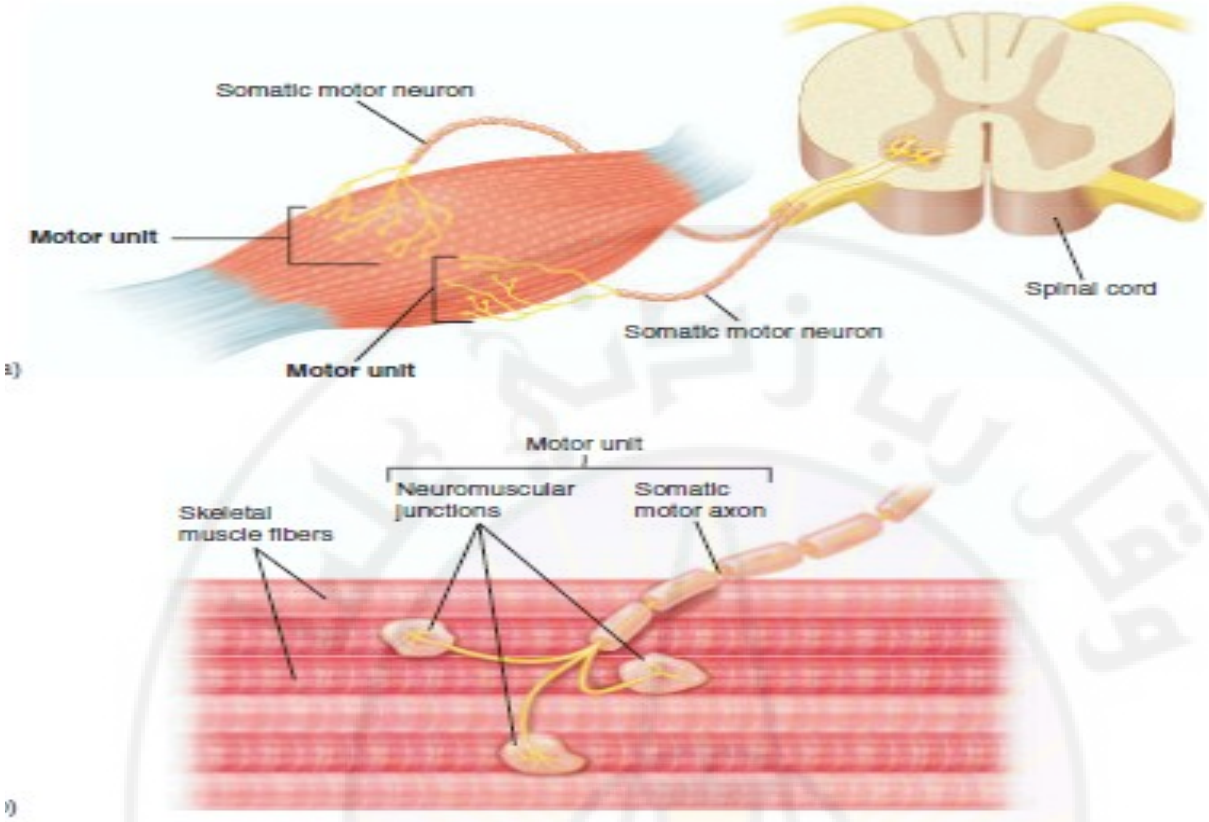
الآلية العامة للتقلص العضلي

يحدث بدء وتنفيذ التقلص العضلي وفق المراحل التالية :

١. يسير كامن الفعل Action potential على طول العصب المحرك إلى نهاية الألياف العصبية.
٢. يفرز العصب عند كل نهاية عصبية كمية من مادة ناقلة عصبية تدعى الأستيل كولين.
٣. يؤثر الأستيل كولين على منطقة موضعية من غشاء الليف العضلي فيفتح عدة قنوات بروتينية مبوبة بالأستيل كولين في غشاء الليف العضلي.
٤. يسمح انفتاح قنوات الأستيل كولين لكميات كبيرة من شوارد الصوديوم بالدخول إلى داخل الليف العضلي عند نقطة النهاية العصبية وهكذا يتكون كامن فعل الليف العضلي.
٥. يسير كامن الفعل على طول غشاء الليف العضلي بالطريقة نفسها التي يسير بها على طول الغشاء العصبي.
٦. يزيل كامن الفعل استقطاب غشاء الليف العضلي ويتجه عميقاً داخل الليف العضلي وهنا يؤدي إلى تحرير كميات كبيرة من شوارد الكالسيوم من قبل الشبكة الهيولية العضلية (حيث تكون مخزنة ضمنها) إلى داخل الليفات العضلية.
٧. تحدث شوارد الكالسيوم قوى جذب بين خيوط الأكتين والميوزين مسببةً انزلاقها على بعضها البعض وهذا الانزلاق هو الحدث التقلصي.
٨. تضخ شوارد الكالسيوم بعد جزء من الثانية عائدة إلى الشبكة الهيولية حيث تبقى هناك حتى يأتي كامن فعل عضلي جديد وهكذا يتوقف تقلص العضلة.



لوصل العصبي العضلي



الشكل(٦) العصب والعضلة.

الآلية الجزئيية للتقلص العضلي

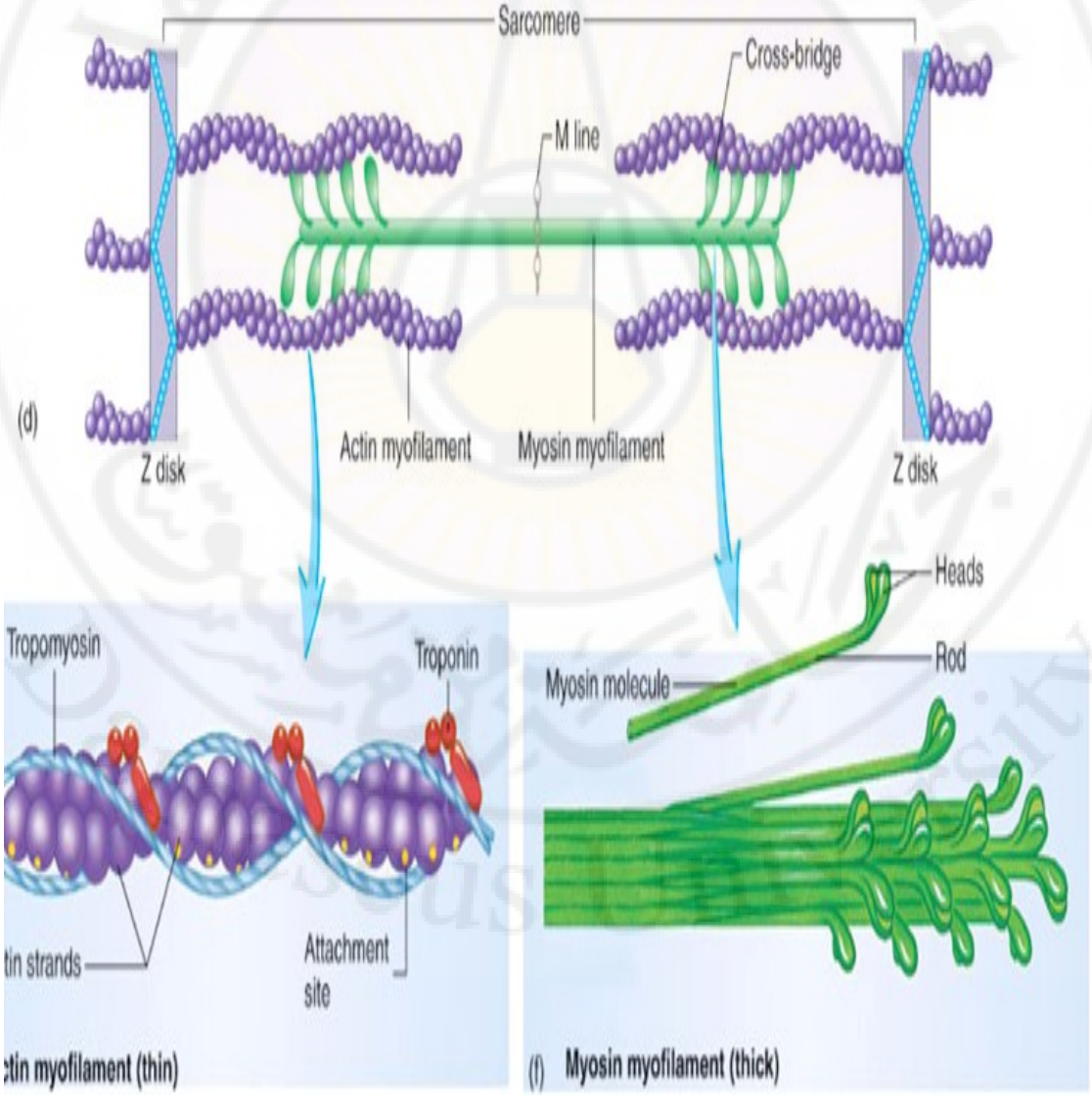
خيوط الميوزين .يتركب خيط الميوزين من جزئيات ميوزين عديدة،يتركب جزيء الميوزين من ست سلاسل عديدة البيبتيد، اثنتان منها سلاسل ثقيلة وأربع سلاسل خفيفة.

تلتف السلسلتان الثقيلتان كل منهما حول الأخرى حلزونياً لتشكل حلزوناً مضاعفاً يدعى ذيل خيط الميوزين،بينما تتطوى إحدى نهايتي كل من السلسلتين لتشكل بروتيناً كروياً يدعى رأس الميوزين، وبالتالي يوجد رأسان حران في إحدى نهايتي جزيء الميوزين .

تشكل السلاسل الخفيفة أجزاء من رأس جزيء الميوزين(سلسلتان لكل رأس). تساعد هذه السلاسل الخفيفة في التحكم بوظيفة الرأس في أثناء التقلص العضلي.

يتألف خيط الميوزين من ٢٠٠٠ جزيء ميوزين أو أكثر ويبين الجزء المركزي لأحد هذه الخيوط اجتماع جزئيات الميوزين مع بعضها بشكل حزم لتشكل جسم الخيط ،بينما تبرز رؤوس العديد من الجزئيات معلقة على جوانب الجسم ويبرز معها على الجانب قسم من الجزء الحلزوني لكل جزيء مشكلاً ذراعاً يعلق به الرأس بعيداً عن الجسم .

إن الطول الكلي لجميع خيوط الميوزين واحد ويساوي١.٦ميكرومتر. ويلاحظ عدم وجود رؤوس الجسور المعترضة في الجزء المركزي من خيط الميوزين لمسافة ٠.٢ مكرومتر تقريباً (الشكل ٧).



الشكل (٧) البنية الجزيئية لخيوط الأكتين والميوزين.

فعالية رأس الميوزين المشابهة لفعالية الـ ATPase

يمتاز رأس الميوزين بأنه يملك تأثيراً مشابهاً لتأثير إنزيم الـ ATPase ، وتسمح هذه الخاصة لرأس الميوزين بشطر الأدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP واستخدام الطاقة المشتقة من روابط الفوسفات عالية القدرة فيه لتزويد عملية التقلص بالطاقة.

خيط الأكتين.

يتألف من ثلاث مكونات بروتينية مختلفة وهي:

١. الأكتين الخيطيF يشكل العمود الفقري لخيط الأكتين . يحتوي المواقع الفعالة التي تتحد فيها رؤوس الميوزين.

٢. جزئيات التروبوميوزين. تحول دون حدوث التقلص من خلال تغطية مواقع الارتباط التي يرتبط بها جزئ ال Atp في حالة الراحة

٣. التربونين. يرتبط قرب إحدى نهايتي كل جزئ من التروبوميوزين جزيء بروتيني أخر هو التروبونين وهو مركب فعلياً من ثلاث تحت وحدات مرتبطة بشكل رخو،يلعب كل منها دوراً خاصاً في التحكم بالتقلص العضلي(تربونين I و T وC).

آلية حدوث التقلص

١. تتحد رؤوس الجسور المعترضة قبل بدء التقلص بالـ ATP التي تُشطر حالاً بفضل فعالية رؤوس الميوزين المشابهة **للـ ATPase** لكن منتجات هذا الشطر تبقى مربوطة إلى الرأس.

٢. يتثبط التآثر التثبيطي لمعقد تروبونين تروبوميوزين بوساطة شوارد الكالسيوم وتكشف المواقع الفعالة على خيط الأكتين ثم ترتبط بها رؤوس الميوزين.

٣. ضربة القدرة.يسبب الاتحاد بين رأس الجسر المعترض والموقع الفعال تغيراً شكلياً في الرأس حاثاً إياه للميل باتجاه ذراع الجسر المعترض، وهذا يعطي ضربة القدرة لجذب خيط الأكتين.

٤. بعد أن يميل رأس الجسر المعترض يسمح بتحرر الـ ADP والفوسفور ويرتبط مكانه الـATP وهذا ما يسبب انفصال الرأس عن الأكتين.

٥. بعد انفصال الرأس عن الأكتين يُشطر الجزيء الجديد من ATP وتقوم القدرة المتحررة بإعادة الرأس إلى وضعيته العمودية استعداداً لبدء ضربة قدرة جديدة.

٦. يبدأ الارتباط على موقع فعال جديد على خيط الأكتين يطلق الزناد مرة أخرى وتحدث ضربة قدرة جديدة.

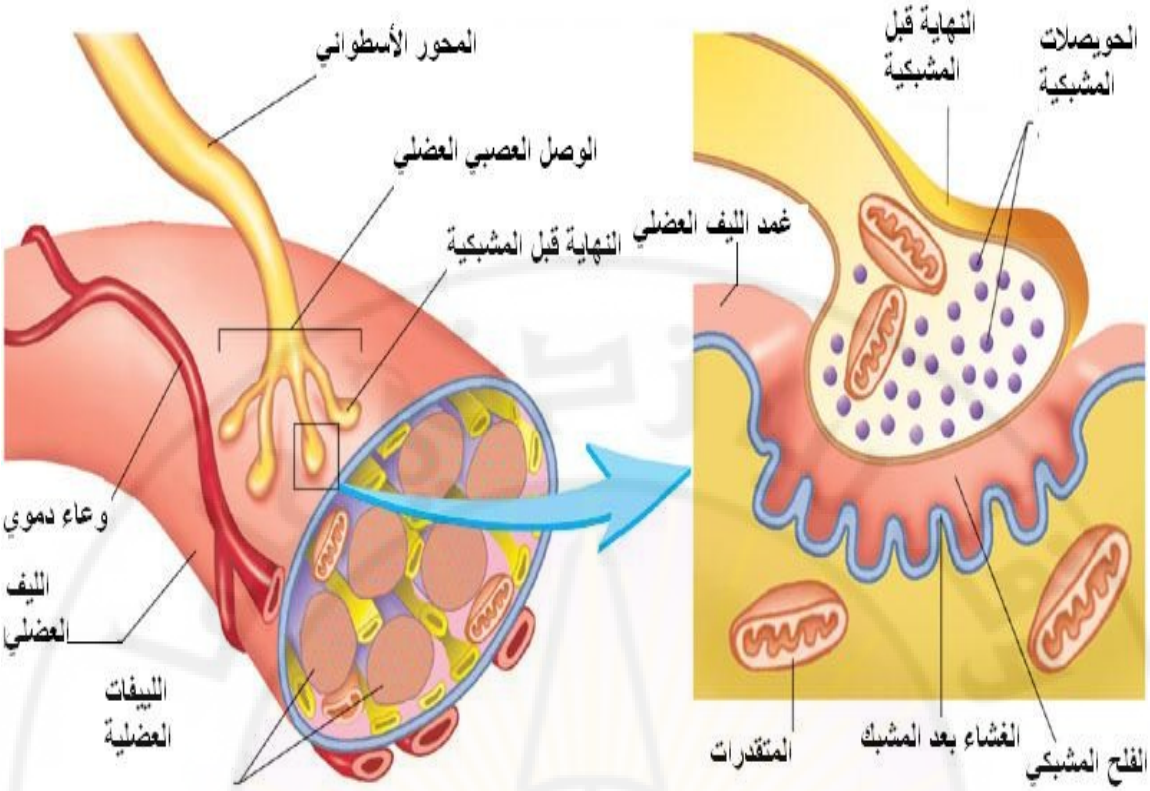
٧. يتواصل الحدث مرات عديدة حتى تجذب خيوط الأكتين الغشاء Z إلى نهايات خيوط الميوزين أو حتى يصبح الحمل على العضلة كبيراً جداً بحيث لا يحدث معه مزيد من الجر.

❖ درجة التداخل بين خيوط الأكتين والميوزين والتأثير على التوتر الحاصل بوساطة العضلة المتقلصة.

إن التقلص الأعظمي يحدث عندما يكون التداخل أعظمياً بين خيوط الأكتين والجسور المعترضة لخيوط الميوزين، مما يشير إلى أنه كلما ازداد عدد الجسور المعترضة التي تجر خيوط الأكتين كانت قوة التقلص أكبر.

نقل الدفعات من الأعصاب إلى ألياف العضلات الهيكلية

تعصب الألياف العضلية بألياف عصبية نخاعية كبيرة تنشأ من العصبونات الحركية الكبيرة في القرون الأمامية للنخاع الشوكي، ويتفرع كل ليف عصبي في الحالة السوية إلى عدة فروع وينبه من ثلاثة إلى عدة مئات من الألياف العضلية الهيكلية. تصنع نهاية الليف العصبي مع الليف العضلي قرب منتصفه موصلاً يدعى الموصل العصبي العضلي Neuromuscular junction و يدعى هذا الموصل الصفيحة المحركة الانتهائية. ومنه ينتقل كامن الفعل في الليف العضلي في كلا الاتجاهين إلى نهايتي الليف العضلي. يتفرع الليف العصبي عند نهايته ليشكل مجموعة من النهايات العصبية المتفرعة التي تنغلف في الليف العضلي لكنها تتوضع بكاملها خارج الغشاء الهيولي لليف العضلي، تدعى هذه البنية بكاملها الصفيحة الانتهائية المحركة،



إفراز الأستيل كولين من النهايات العصبية

عندما تصل دفعة (Impulse) من العصب إلى الموصل العصبي العضلي يتحرر حوالي ٣٠٠ حويصل من حويصلات الأستيل كولين من النهايات إلى المسافة المشبكية ويتحد الأستيل كولين مع مستقبلات موجودة على غشاء الليف العضلي مؤدية إلى انفتاح هذه القنوات(بنية هذه القنوات تسمح بمرور الشوارد الموجبة بسبب وجود الشحنة السالبة في بنية هذه القنوات) وانفتاحها يؤدي إلى دخول شوارد الصوديوم إلى داخل الليف العضلي ودخول هذه الشوارد يؤدي إلى نشوء كامن فعل الليف العضلي.

كامن فعل العضلة

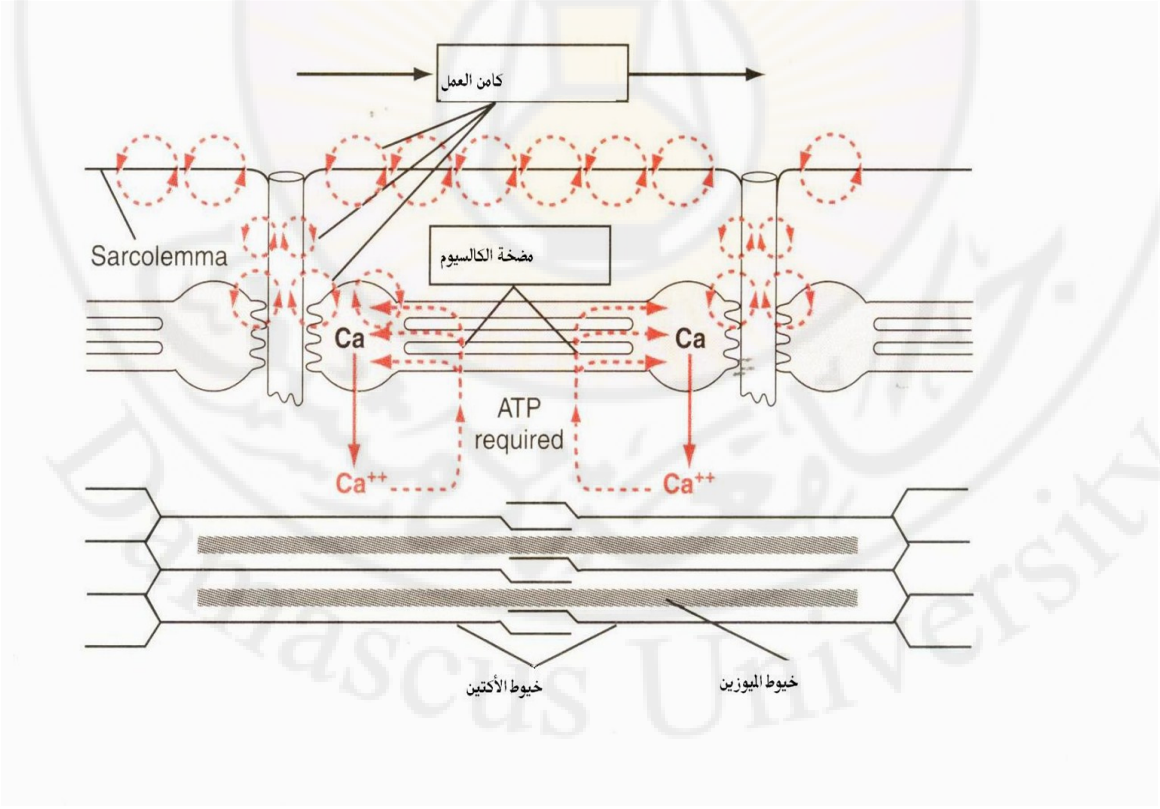
- يبلغ كامن الغشاء في أثناء الراحة حوالي (- ٨٠ إلى – ٩٠ ميلي فولط) وهو نفسه في ألياف الأعصاب الكبيرة النخاعية.
- مدة كامن الفعل: ١ ـ ٥ ميلي ثانية في الألياف العضلية الهيكلية وهي أكبر بحوالي خمس مرات من كامن الفعل في الألياف العصبية الكبيرة النخاعية.

انتشار كامن الفعل إلى داخل الليف العضلي

ينتقل كامن الفعل إلى داخل الليف العضلي عن طريق جهاز T المستعرض وهو ضروري كون الليف العضلي كبير الحجم ويستلزم وصول كامن الفعل إلى جميع أنحاء الليف العضلي وجود جهاز يضمن سرعة في توصيل كامن الفعل.

اقتران الاستثارة ـ التقلص:

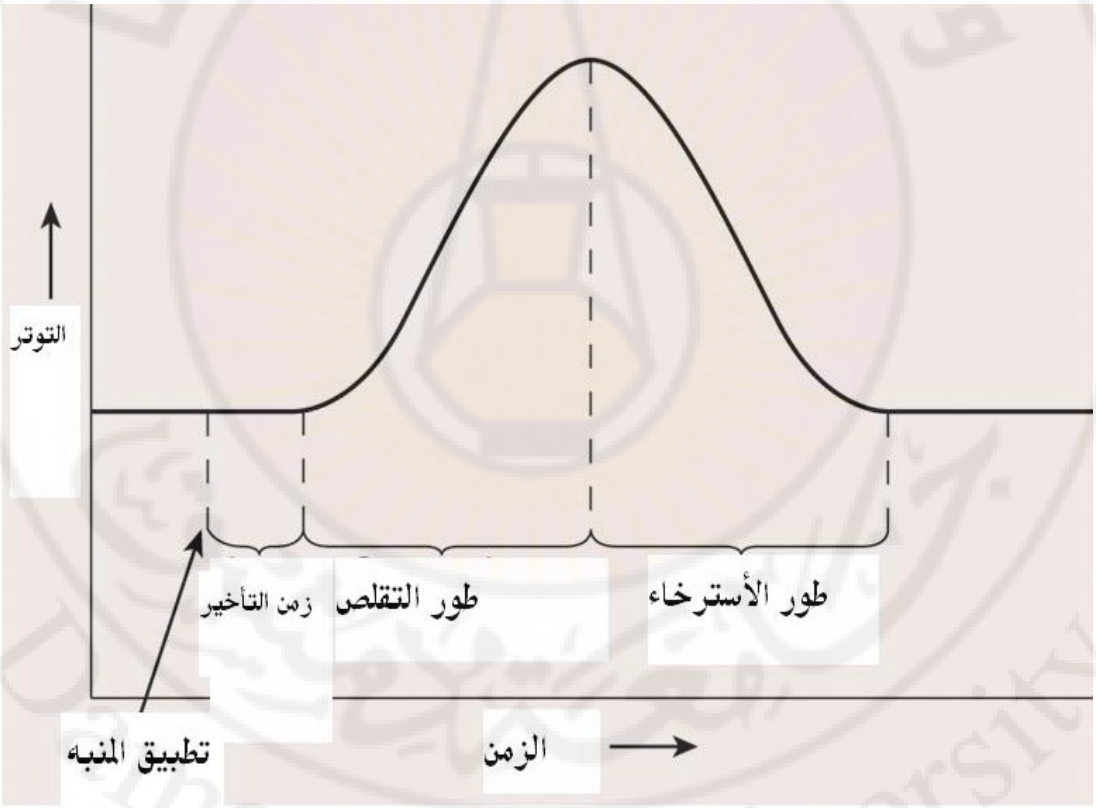
يؤديانتشار كامن الفعل في الليف العضلي ووصوله إلى جوار الليفات العضلية الى تحرر شوارد الكالسيوم من مخازنها في الشبكة الهيولية العضلية وحدوث ارتباط خيوط الأكتين مع الميوزين وانزلاقها وبالتالي حدوث التقلص.



الشكل(٩) اقتران الاستثارة –التقلص.يُظهر الشكل كامن الفعل الذي يُسبب تحرر شوارد الكالسيوم من الشبكة الهيولية العضلية ومن ثم إعادة طرد شوارد الكالسيوم بوساطة مضخة الكالسيوم.

الاستجابة التقلصية للعضلة

من المهم التفريق بين الحوادث الكهربائية والميكانيكية في العضلة حيث يبدأ زوال الاستقطاب لغشاء الليف العضلي عند الموصل العصبي العضلي وينتقل كامن الفعل على طول الليف العضلي محدثاً بدء الاستجابة التقلصية التي تعرف بالنفضة العضلية حيث يؤدي كامن فعل واحد لحدوث تقلص سريع يتبع بمرحلة استرخاء حيث تبدأ النفضة بعد ٢ ميلي ثانية من زوال استقطاب الغشاء وقبل فترة عود الاستقطاب التام وتختلف مدة النفضة بحسب نوع العضلة فهي تساوي ٢٥ ميلي ثانية في العضلات سريعة التقلص كالعضلة العينية وتصل لحوالي ٦٧ ميلي ثانية في العضلات بطيئة التقلص كالعضلة النعلية(الشكل ١٠).



الشكل(١٠)النفضة العضلية.

ميزات تقلص كامل العضلة

يمكن إظهار الكثير من ملامح التقلص العضلي بشكل جيد خاصة بوساطة إحداث نفضات عضلية Muscle twitches مفردة، ويمكن إنجاز ذلك بإثارة عصب العضلة مباشرة أو بوساطة تمرير تنبيهات كهربائية قصيرة عبر العضلة نفسها وهي تسبب تقلصاً مفاجئاً يستمر جزءاً من الثانية.

مصادر الطاقة لتقلص العضلة

يعتمد التقلص العضلي على:

١- الطاقة المأخوذة من **الـ ATP** ،**و** تستخدم الطاقة في تنشيط آلية السير على الطول التي تجذب الجسور المعترضة بوساطتها خيوط الأكتين بينما تستخدم كميات إضافية من الطاقة في:

- ضخ الكالسيوم من الهيولى العضلية إلى داخل الشبكة الهيولية العضلية بعد انتهاء التقلص.
- ضخ شوارد الصوديوم والبوتاسيوم عبر غشاء الليف العضلي للحفاظ على وسط شاردي مناسب لنقل كوامن الفعل

٢- مصادر تقوم بإعادة فسفرة ADP الى ATP: و تتضمن الفوسفوكرياتنين و تحلل الغليكوجين و الاستقلاب التأكسدي

الدراسة الحركية للتقلص العضلي Mechanics of skeletal muscle contraction

الوحدة المحركة The Motor unit

يعصب كل عصبون محرك(يوجد جسم العصبون في القرن الأمامي للنخاع الشوكي ويغادر المحور الأسطواني النخاع الشوكي متجهاً نحو العضلات)عدداً من الألياف العضلية المختلفة ،ويعتمد هذا العدد على نمط العضلة . تدعى جميع الألياف العضلية المعصبة بعصبون محرك واحد بالوحدة الحركية.

العضلات الملساء

تتألف العضلة الملساء من ألياف أكثر صغراً يبلغ قطرها عادة ٢ ـ ٥ ميكرومتر وطولها ٢٠ ـ ٥٠٠ ميكرومتر فقط وهي صغيرة بالمقارنة مع ألياف العضلات الهيكلية التي تكبرها بعشرين مرة من ناحية القطر وبآلاف المرات من حيث الطول ورغم ذلك ينطبق الكثير من مبادئ التقلص على العضلات الملس كما تنطبق على العضلات الهيكلية، والأكثر أهمية أن القوى

الجاذبة بين خيوط الأكتين والميوزين هي التي تسبب تقلص العضلات الملس كما في العضلات الهيكلية ولكن الترتيب الفيزيائي الداخلي لألياف العضلات الملس مختلف تماماً.

أنماط العضلات الملس

يمكن تقسيم العضلات الملس إلى نمطين رئيسين:

١ ـ العضلات الملس عديدة الوحدة Multi unit smooth muscles

يتألف هذا النمط من العضلات الملس من ألياف عضلية ملساء مستقلة يعمل كل منها بشكل مستقل تماماً عن الألياف الأخرى ويعصب كذلك بوساطة نهاية عصبية مفردة كما يحدث في ألياف العضلات الهيكلية.

إن الخاصة الأكثر أهمية للألياف العضلية الملس عديدة الوحدة أن كل ليف يمكنه أن يتقلص بشكل مستقل عن الألياف الأخرى، وإن التحكم بها يتم بشكل رئيس بوساطة الإشارات العصبية وهذا بعكس القسم الأكبر من تحكم العضلات الملس الحشوية الذي يتم بتنبيهات غير عصبية.

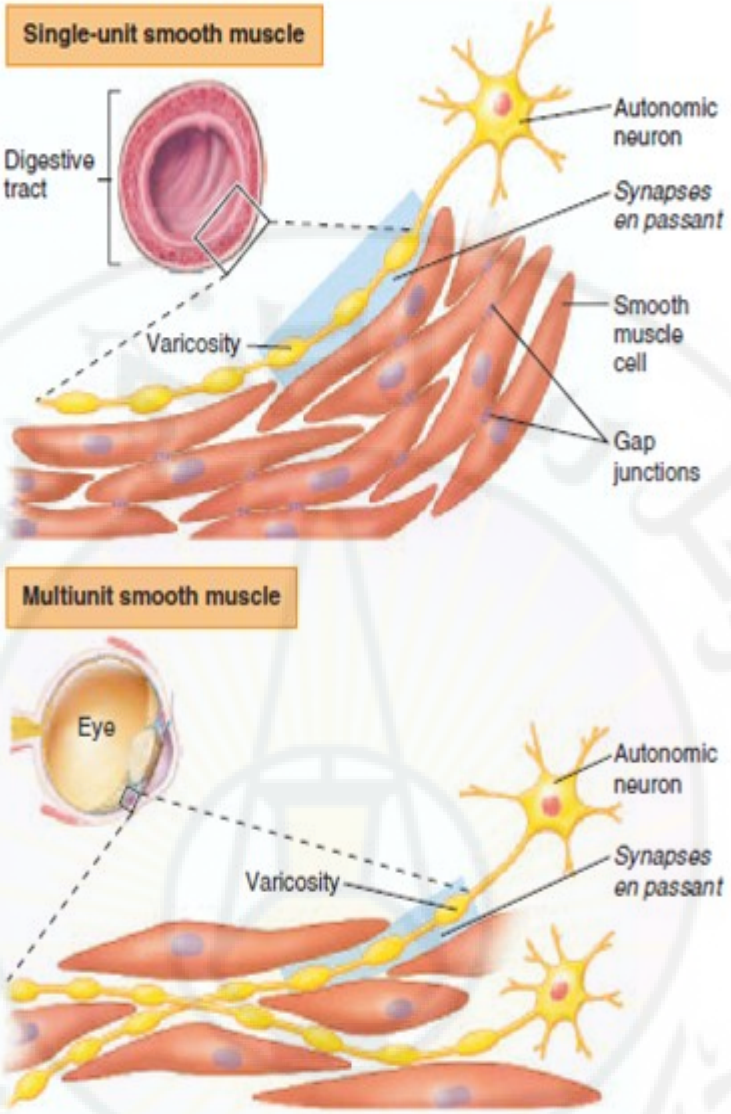
ومن الأمثلة على العضلات الملس عديدة الوحدة الموجودة في الجسم هي الألياف العضلية الملس الموجودة في العضلة الهدبية للعين وحدقة العين.

٢ ـ العضلات الملس وحيدة الوحدة

single - unit smooth muscles

إن عبارة وحيدة الوحدة تعني أن الكتلة الكاملة لمئات إلى ملايين الألياف العضلية تتقلص مع بعضها كأنها وحدة واحدة.

تتجمع الألياف عادة في صفائح أو حزم وتكون أغشيتها الخلوية ملتصقة ببعضها في عدة نقاط لذلك يمكن للقوة التي تنشأ من أحدها أن تنتقل إلى ألياف مجاورة بالإضافة إلى ذلك فإن أغشية الخلايا تتصل بوساطة الكثير من gap junction التي يمكن للشوارد أن تمر عبرها بحرية من خلية إلى التي تليها ولذلك فإن كامن الفعل ينتقل من ليف إلى مجاوره ويسبب تقلص جميع ألياف العضلة مع بعضها، وهذه العضلات موجودة في جدران معظم الأحشاء في الجسم بما فيها المعي والأقنية الصفراوية والحالبين والرحم والكثير من الأوعية الدموية ولذلك فإنها تدعى كذلك العضلات الملس الحشوية (الشكل ١١).



العضلات الملس بنوعيها.

كلية العلوم الصحية

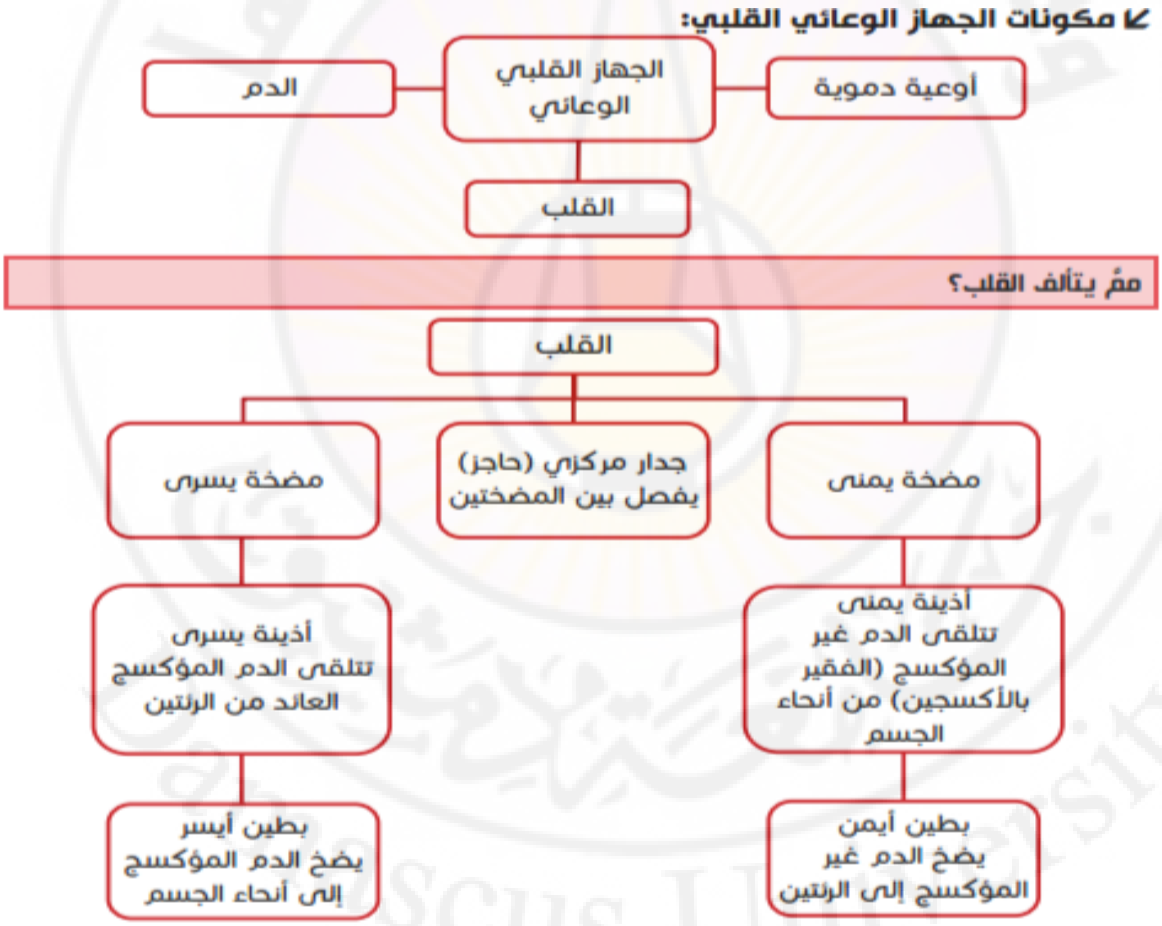
علم وظائف الاعضاء المحاضرة السادسة

السنة الاولى/ سمعيات

د. ميساء محمود

فيزيولوجيا العضلة القلبية

لمحة تشريحية



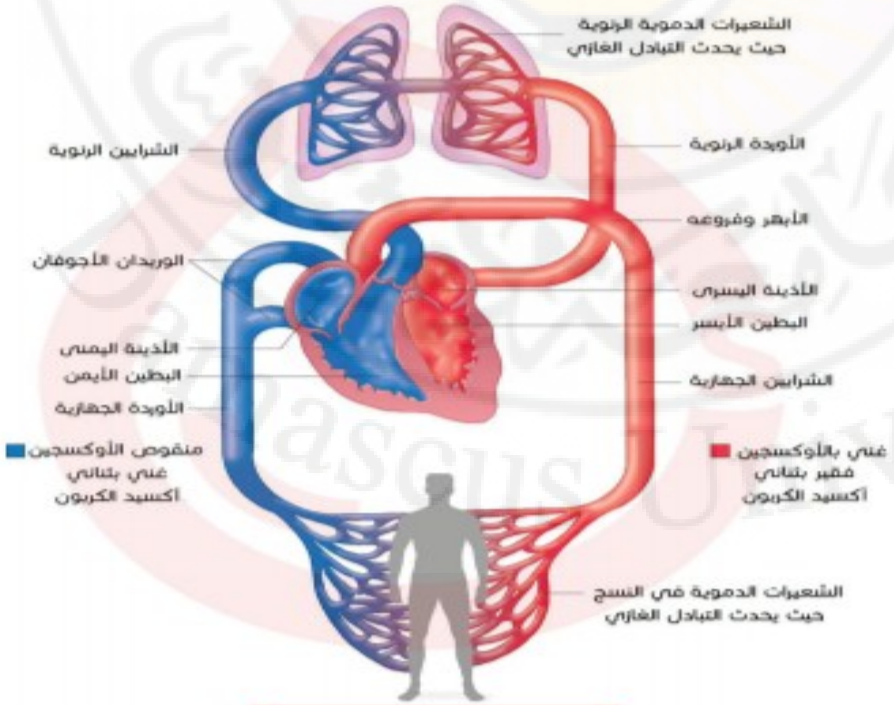
سنعرض في هذا الجدول مواقع ووظائف الصمامات القلبية بنوعيها:

الصمام	نوعه	موقعه	وظيفته
الثلاثي الشرف Valvula Tricuspidalis	صمام أذيني بطيني	في الجهة اليمنى من القلب	يمرر الدم من الأذينة اليمنى إلى البطين الأيمن
رئوي Pulmonary Valve	صمام سيني (هلالي)	في الجهة اليمنى من القلب	يمرر الدم من البطين الأيمن إلى الجذع الرئوي
التاجي (الإكليلي) Mitral (Bicuspid Valve	صمام أذيني بطيني	في الجهة اليسرى من القلب	يمرر الدم من الأذينة اليسرى إلى البطين الأيسر
الأبهري Aortic Valve	صمام سيني (هلالي)	في الجهة اليسرى من القلب	يمرر الدم من البطين الأيسر إلى الشريان الأبهر

يوجد نوعان من الصمامات في القلب (الصمامات القلبية):

- صمامات أذينية بطينية — تتوضع بين الأذينات والبطينات
- صمامات سينية (هلالية) — تتوضع بين البطينات والشرايين الرئيسية

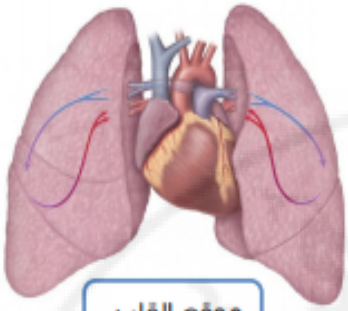
- على الرغم من اختلاف البنية بين هذين النوعين من الصمامات إلا أنها تقوم بنفس الوظيفة وهي توجيه مجرى الدم باتجاه واحد ومنعه من العودة.
- تتحرك الصمامات بشكل **منفعل** عندما يدفعها **التيار الدموي**.



الدوران الجهازي والوعائي

التشريح الوظيفي لعضلة القلب

معطيات عامة حول القلب



موقع القلب

- هو عضو عضلي مجوف.
- يبطنه الشغاف[4] ويغلفه التامور[5].
- يقع في جوف الصدر ما بين الرئتين.
- له شكل مخروط قاعدته في الأعلى وقمته في الأسفل.

البنية النسيجية للقلب

يتألف القلب من خلايا عضلية

أغلبها قابلة للتقلص (قلوصة) وهي خلايا مخططة
وتختلف عن خلايا العضلات الهيكلية في بعض خصائصها
وتشارك العضلات الملساء في بعض الخصائص الأخرى

1% من خلايا العضلة القلبية تُعرف بالخلايا ذاتية النظم Autorhythmic Cells تكون متخصصة بتوليد كامن الفعل بصورة عفوية (تلقائية) ونقله وبالتالي تمكن القلب من التقلص بدون إشارة خارجية، لأن الإشارة تنشأ في العضلة القلبية نفسها

	مقارنة بخلايا الجسم الاخرى

الأقراص المقحمة Intercalated Disks

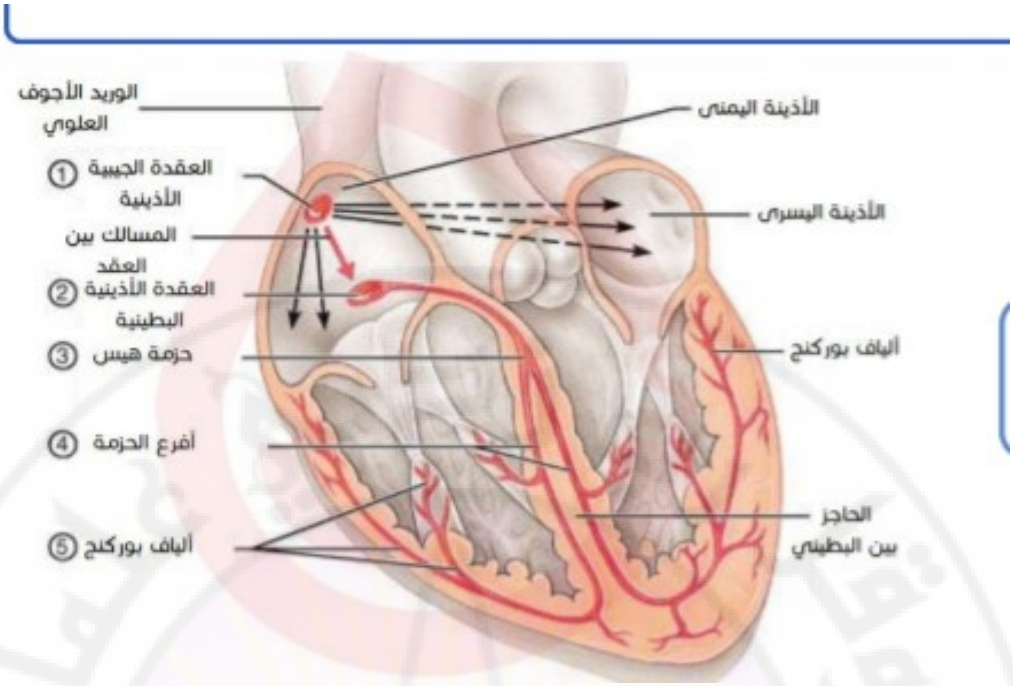
يتم بواسطتها اتصال الخلية العضلية القلبية مع الخلايا المجاورة لها.

وظيفتها:

- تربط الخلايا العضلية القلبية بعضها إلى بعض كهربائياً وتشد بعضها إلى بعض آلياً.
- هذا الارتباط يسمح بانتشار موجات زوال الاستقطاب بسرعة ← وبالتالي تتقلص العضلة القلبية في الوقت نفسه تقريباً، تشبه من هذه الناحية الخلايا العضلية الملساء.

المكون العقدي لعضلة القلب

المكون	الموقع	الوظيفة
العقدة الجيبية الأذينية Sino-Atrial Node (SAN)	• تقع في الجدار الخلفي العلوي للأذينة اليمنى. • عند اتصال الأجوف العلوي بالأذينة.	• تولد التنبيه مرة كل 0.85 ثانية. • تدعى الناظمة القلبية Pacemake لأنها تمتلك النظم الأسرع من **زوال الاستقطاب** حيث تنتشر التنبيهات منها إلى العضل القلبي كله وتسبب تقلصه.
المسالك بين العقد Internodal Tract	بين SAN و AVN	تنقل التنبيه من SAN إلى AVN
العقدة الأذينية البطينية Atrio-Ventricular Node (AVN)	• تقع في قاعدة الأذينة اليمنى. • أسفل الحاجز الفاصل بين الأذينتين.	• تمتلك قدرة على **توليد التنبيه** لكن بمعدل أقل من SAN. • تأتي الإشارة الخاصة بتقلص البطينين منها ثم تمر عبر حزمة هيس بفرعيها الأيمن والأيسر.
حزمة هيس Bundle of Hiss (الحزمة الأذينية البطينية)	تنقسم إلى شعبتين على جانبي الحاجز بين البطينين	تتفرع إلى أن تبلغ كامل العضلة من خلال شبكة ألياف بوركنج Purkinge Fibers فتنقل التنبيه **لكامل** البطينين



تسلسل احداث الاثارة الكهربائية في القلب

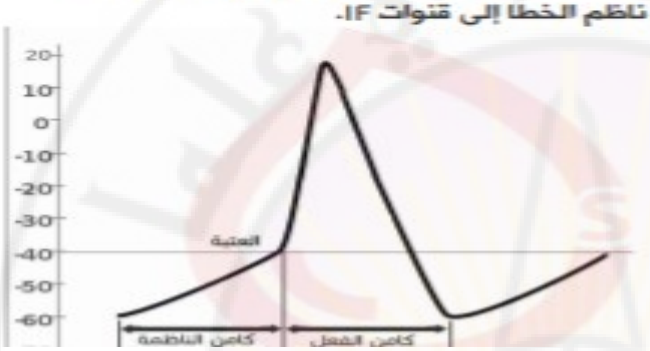
١. تولد العقدة الجيبية الاذينية (الناظمة)النبضات
٢. تنقل المسالك بين العقدة التنبيه من العقدة الجيبية الاذينية الى العقدة الاذينية البطنية
٣. تتباطأ النبضات عند مرورها بالعقدة الاذينية البطينية (حيث تعد الوظيفة الاساسية لها)
٤. الحزمة الأذينة البطينية (حزمة هيس) تصل الاذينة بالبطينين
٥. فرعا الحزمة ينقلا النبضات عبر الحاجز بين البطينين
٦. شبكة توصيل تحت شغاف القلب تزيل استقطاب الخلايا القلوصة في كلا البطينين و تدفعهما للتقلص

ما الذي يمنح خلايا النسيج العقدي المقدرة على توليد التنبيه عفوياً (تلقائياً) في غياب السيالة من النسيج العصبي؟

قبل أن نعرف كيفية توليد التنبيه من قبل النسيج العصبي في القلب لابدّ أن نتعرف بعض المعلومات والمفاهيم:

1. كامن ناظم الخطا:

- ✓ هو كامن غشاء خلايا النسيج العقدي وهو غير مستقر ولا يبقى عند قيمة ثابتة.
- ✓ يبدأ بنحو 60- ميلي فولط ويتصاعد تدريجياً باتجاه العتبة 40- ميلي فولط إذ تبدأ الخلية ذاتية النظم بإطلاق كامن الفعل عند هذه العتبة (كما هو موضح في المخطط).
- ✓ يعود السبب في عدم ثبات كامن ناظم الخطا إلى قنوات IF.



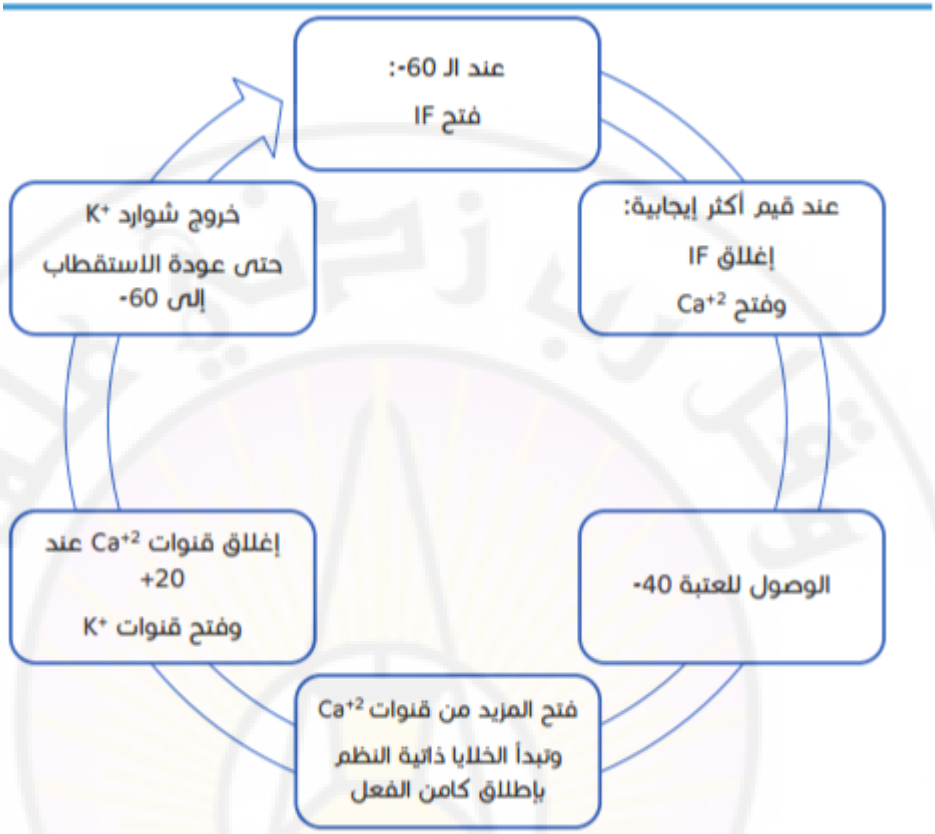
كامن الفعل في النسيج العقدي



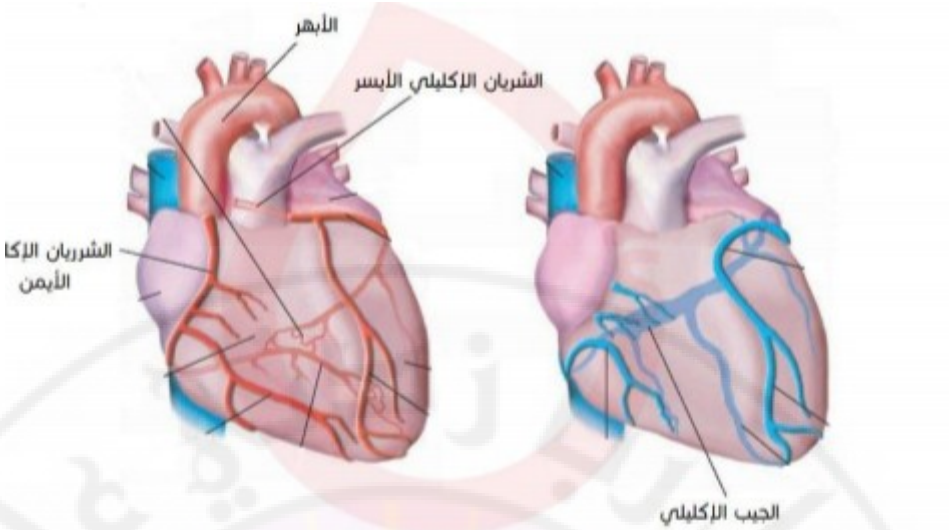
كامن الفعل في النسيج العقدي

✓ **قنوات IF:**

- هي اختصار لـ (Funny Ion Channels).
- هي قنوات توجد في عضلة القلب.
- تتمتع هذه القنوات بخصائص غير عادية (تنفتح لفترة وجيزة عندما يكون كامن الغشاء 60- ميلي فولط وتنغلق عندما يصل كامن الغشاء إلى 55- ميلي فولط وخلال هذه الفترة يتجاوز الداخل من الصوديوم الخارج من البوتاسيوم).
- وبناءً عليه جاءت تسميتها بالقنوات العجيبة.



- يكون كامن الناظمة من -60 إلى -40 (العتبة).
- يكون كامن الفعل من -40 إلى 20 والعودة إلى -60.



الدوران الإكليلي

تلخيص لما سبق

- العقدة الجيبية الأذينية تقع في الجدار الخلفي العلوي للأذينة اليمنى.
- العقدة الأذينية البطينية تقع في قاعدة الأذينة اليمنى .
- حزمة هيس تنقل التنبيه إلى كامل أنحاء البطينين (من خلال شبكة ألياف بوركنج).
- كامن ناظم الخطا: كامن غشاء خلايا النسيج العقدي غير مستقر وغير ثابت عند قيمة ويبدأ بحدود 60- ميلي فولت وتزداد قيمته إلى 40- ميلي فولت وعندها تبدأ الخلايا ذاتية النظم بإطلاق كامن الفعل.

نواقل الجهاز العصبي المستقل

سرعة زوال استقطاب الخلايا ذاتية النظم ← تقرر معدل دقات القلب:

تسرع زوال الاستقطاب	تسرع القلب
تباطؤ زوال الاستقطاب	تباطؤ سرعة القلب

يمكن تعديل الفترة الفاصلة بين كامني فعل ← بتعديل نفوذية الخلايا ذاتية النظم للشوارد المختلفة:

زيادة نفوذية الخلايا لشوارد الصوديوم والكالسيوم	تسريع زوال الاستقطاب	تسريع القلب
تناقص نفوذية الخلايا لشوارد الكالسيوم أو زيادة نفوذية الخلايا لشوارد البوتاسيوم	تباطؤ زوال الاستقطاب	تباطؤ سرعة القلب

التنبيه الودي

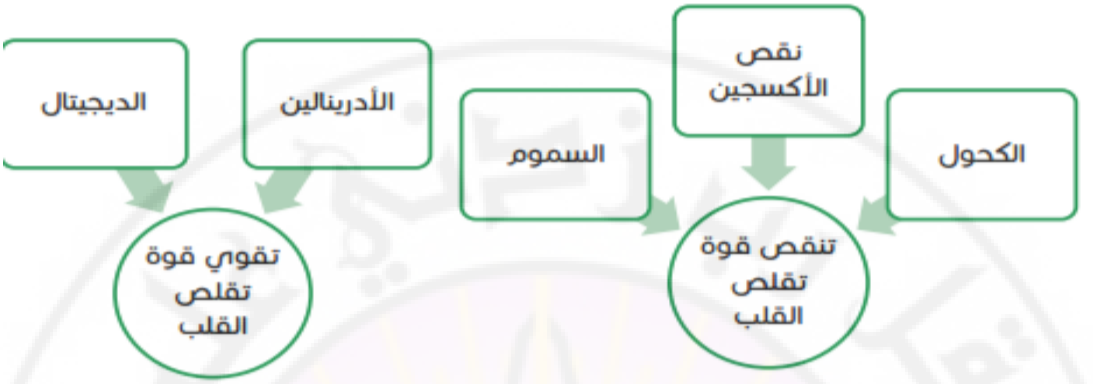
- ☒ ان التنبيه الودي لخلايا ناظم القلب تؤدي الى سرعة القلب
- ☒ اثر الكاتيكولامينات في التنبيه الودي: تزيد من نفوذية الشوارد عبر قنوات if و قنوات الكالسيوم.
- ☒ يوجد نوعان من الكاتيكولامينات و هي الابينفرين (الادرينالين) الذي يفرز من لب الكظر و النورابينفرين(النورادرينالين)

دور الياف الجهاز العصبي المستقل في التحكم بنظم القلب و نقل النبضة

- ☒ على الرغم من ان النسيج الناقل في القلب هو المسؤول عن ضبط ايقاع القلب الاساسي الا ان الجهاز العصبي المستقل يرسل الى القلب الياف ودية و الياف نظيرة ودية
- ☒ الالياف الودية تسرع عضلة القلب و تزيد قوة تقلص القلب و الالياف نظيرة اللودية تبطئ عضلة القلب
- ☒ المراكز التي تتحكم بعضلة القلب تقع في البصلة السيسائية و تتألف من مركزين هما:
  - المركز المسرع القلبي
  - المركز الناهي القلبي



عوامل أخرى تؤثر في قوة تقلص القلب:

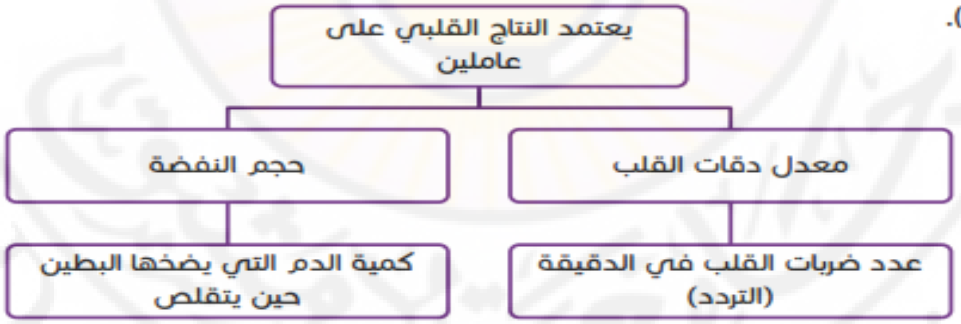


- نقص كمية الأكسجين تنقص القدرة على التقلص بسبب نقص كمية الطاقة المنتجة.
- الديجيتال يزيد الكالسيوم داخل الخلية العضلية فتزداد القلوصية.

نتاج القلب Cardiac Output

تعريفه:

هو حجم الدم الذي يضخه البطين خلال دقيقة واحدة (تضخ الكمية نفسها من الدم من كل بطين).



معدل دقات القلب:

هو عدد ضربات القلب في الدقيقة.

حيث يزداد النتاج بزيادة التردد (تكرار ضربات القلب) لكن ضمن حدود لأنه:



حجم النفضة:

كمية الدم التي يضخها البطين حين يتقلص.

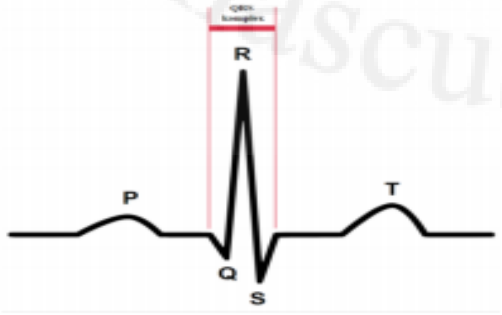
العوامل المؤثرة بزيادة نتاج القلب:



التخطيط الكهربائي لعضلة القلب

	الموجة P	الموجة المركبة QRS	الموجة T
تعريفها	• زوال استقطاب **الأذينتين** (تسبق التقلص الأذيني). • تبدأ بالظهور مع تشكل النبضة في العقدة الجيبية الأذينية. • انتشارها: عبر الأذينتين.	زوال استقطاب **البطينين** (بعد نهاية استثارة ألياف بوركنج)	تمثل عودة استقطاب البطينين
تدل على	أنّ النسيج **الأذيني** سيبدأ بالتقلص	أنّ النسيج **البطيني** على وشك التقلص	أنّ **البطين** سيدخل في طور الاسترخاء

موجات تخطيط كهربائية القلب



قطعة من مخطط كهربية قلب سوي

فيديو توضيحي لأدوار مخطط كهربائية القلب

تلخيص لما سبق

- يعتمد النتاج القلبي على معدل دقات القلب وحجم النفضة.
- يتوزّع النتاج القلبي على الأنسجة بحسب استهلاكها للأكسجين (الكلية والرئة والكبد يصل لها نسبة كبيرة لأسباب وظيفية).
- أفضل مكان لتحديد النبض ← جس الشريان الكعبري.
- الصوت القلبي الأول عند انقباض البطينين.
- الصوت القلبي الثاني عند استرخاء البطينين وانغلاق الصمامات السينية.
- الصوت الثالث تردده منخفض جداً.
- الصوت الرابع صوت مرضي يترافق بارتفاع التوتر الشرياني أو قصور الدسام التاجي.

Damascus University

د.ميساء محمود

الدم

الدم سائل احمر اللون لزج تفاعله قلوي و هو من اشكال النسيج الضام و تتراوح كمية الدم في جسم الانسان يزن حوالي ٧٠ كيلو غرام نحو ٥ الى ٦ لترات أي نحو ٨% من وزن الجسم

وظائف الدم

نقل الاوكسجين و ثاني اوكسيد الكربون و المواد الغذائية و الفضلات الناتجة عن الاستقلاب و نقل الهرمونات و توزيع الحرارة من الانسجة العميقة الى سطح الجسم و بذلك يساعد في تنظيم درجة حرارة الجسم

يساعد الدم في:

- المحافظة على ثبات درجة الحموضة
- الارقاء الدموي
- الحفاظ على التوازن الحلولي من خلال تأمين عملية توزيع الماء بين الدم و الانسجة
- الدفاع عن الجسم ضد المواد الغريبة الداخلة اليه مع الهواء و الغذاء من خلال تزويد الجسم بالكريات البيض و الاجسام الضدية

الخصائص الفيزيائية للدم

١- اللون: احمر لزج

الدم الشرياني المؤكسج احمر قرمزي و الدم الوريدي احمر داكن مائل للأزرق



٢- اللزوجة:

- ✓ ترتبط لزوجة الدم بنسبة البروتينات في البلازما الدموية و عدد الكريات الحمر
- ✓ تساعد اللزوجة في تحديد سرعة جريان الدم و تؤثر في ضغط الدم

- ✓ ارتفاع اللزوجة تؤدي الى بطء الجريان الدموي و بالتالي حدوث الجلطات الدموية و ارتفاع الضغط
- ✓ انخفاض اللزوجة تؤدي الى انخفاض الضغط الدموي

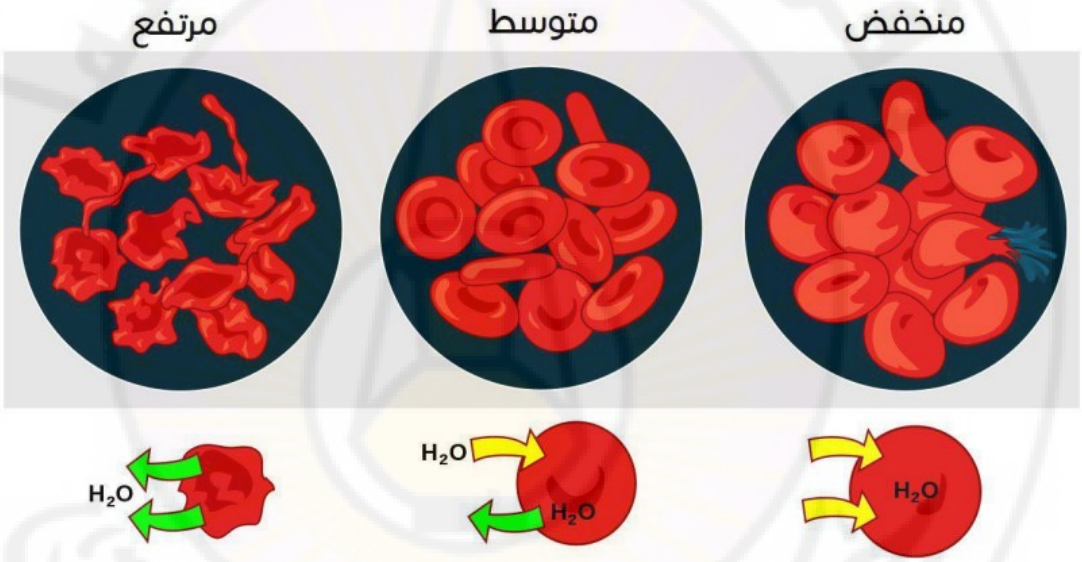
٣- الضغط الحلولي او التناضحي

ينتج عن وجود الاملاح و البروتينات و يساوي ٢٨ ميلي متر زئبقي

اهميته:

المحافظة على الأملاح و الماء داخل و خارج الخلوي و المحافظة على شكل الكرية الحمراء عن طريق ظاهرة التحلل الخضابي و هي:

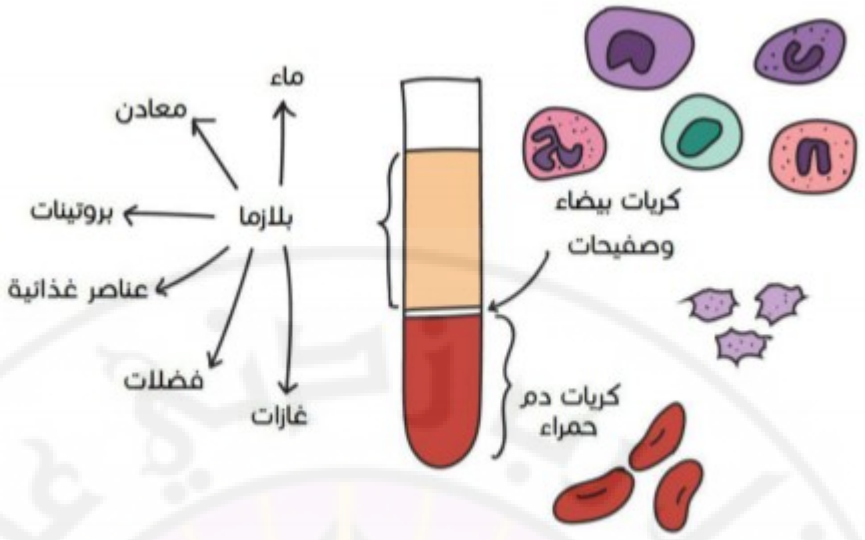
ارتفاع الضغط الحلولي يؤدي الى انكماش الكريات الحمر و انخفاضه يؤدي الى انتباج و انفجار الكريات الحمر



٤- سرعة التثفل (سرعة الترسب)

هي سرعة تثفل الكريات الحمر للدم الممنوع من التخثر في واحدة الزمن (ساعة)و تفيد معرفة قيمة سرعة التثفل في معرفة تطور المرض و شدة الاصابة و مدى استجابة المريض للعلاج المطبق

تختلف سرعة التثفل بحسب الجنس و العمر



٥- درجة الحموضة: PH الدم٧.٤٠

تبقى نسبة حموضة الدم ثابتة من خلال وجود جملة من الاليات الدارئة (البيكربونات و الهيموغلوبين)التي تحول دون حدوث تغيرات مهمة تؤدي الى الموت

ارتفاعها يسب زيادة القلوية و ضعف الخاصية الحمضية و انخفاضها يسبب انخفاض القلوية و زيادة الخاصية الحمضية

مكونات الدم

١- بلازما (blasma) و هي مادة سائلة صفراء

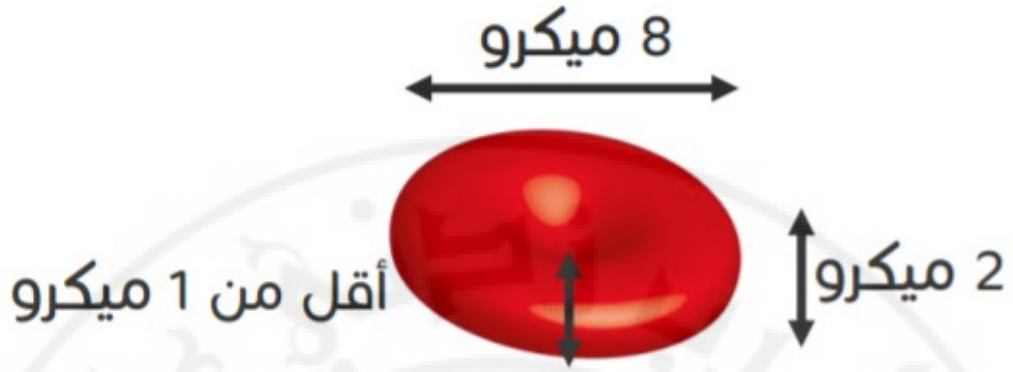
٢- عناصر خلوية شكلية:

- كريات حمر (erythrocytes)
- كريات بيض(leukocytes)
- صفيحات(blood platelets)

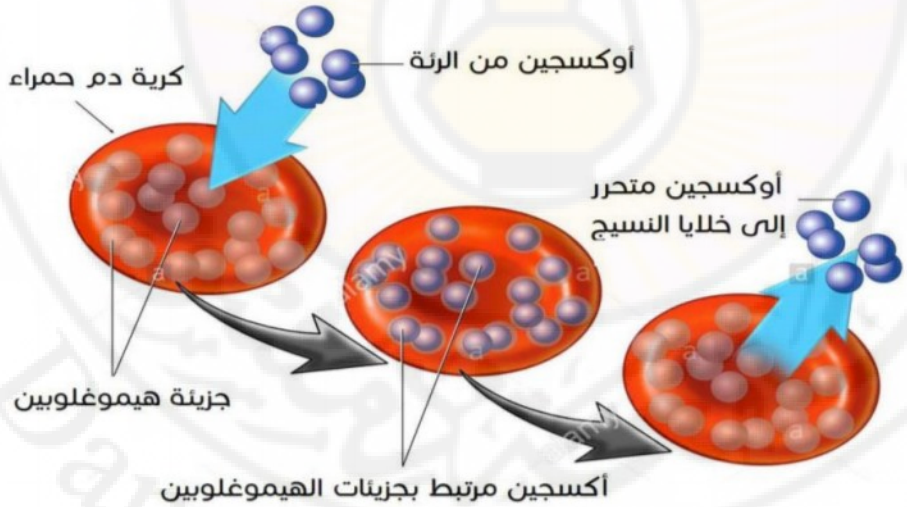
الكريات الحمر

- قرصية مقعرة الوجهين لونها احمر و عديمة الحركة

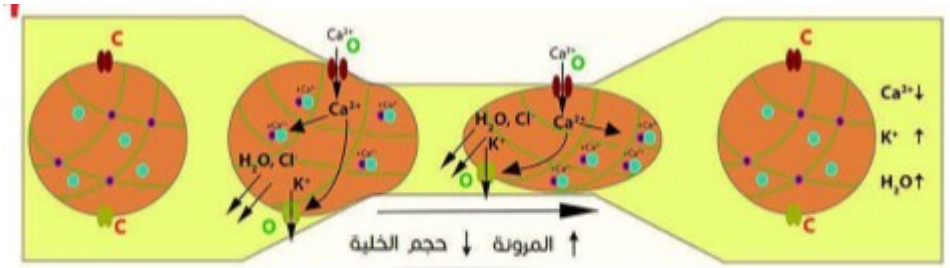
- مجردة من النواة و غير قادرة على الانقسام عند الانسان و الثديات بينما تكون قادرة على الانقسام عند الفقاريات الاخرى



- لا تعيش اكثر من ١٢٠ يوم حيث تتحطم بشكل اساسي في الطحال و بشكل ثانوي في الكبد
- يساعد شكلها القرصي و المقعر الوجهين في اشباع كل جزيئات الهيموغلوبين الموزعة تحت غشائها بالأوكسجين



- ان مرونة و رقة جدران الكريات الحمر تمكنها من المرور دون ان تنفجر عبر جدران الاوعية الدموية الشعرية المتعرجة و حويجرات اللب الاحمر للطحال بسبب ان غشاءها فضفاض بالنسبة لكمية المادة الموجودة داخلها الأمر الذي يحميها من التشوه عند مرورها في الأوعية الدموية التي قطرها اقل من قطر الكريات الحمر



صورة توضح مرونة الكريات الحمر

- تتركب الكريات الحمر من ٦٠% ماء و ٣٠% خضاب (هيموغلوبين) و ١٠% المتبقية هي سكريات و بروتينات و بعض الأنزيمات و الليبيدات و الأملاح المعدنية
- عدد الكريات الحمر عن الانسان ما بين ٤.٥ الى ٥.٥ مليون في مم٣

العوامل المؤثرة في عدد الكريات الحمر

١- سلامة نقي العظم(مصنع مكونات الدم) فقر دم لا تنسجي تكون النتيجة كريات حمر سوية الحجم و الصباغ و لكن عددها قليل في الدوران المحيطي

٢- الفيتامينات: B12 ,9 الضرورية لتركيب ال DNA نقصها يؤدي الى تكون كريات كبيرة الحجم و زائدة الصباغ

٣- الحديد: يوجد ثلثا حديد الجسم داخل الهيموغلوبين و يخزن الفائض منه في الكبد على شكل بروتين حديدي (فيرتين) و اذا زادت الكمية منه في الجسم يخزن في نقي العظم على شكل بروتين حديدي يسمى هيموسيدرين

نقص الحديد يؤدي الى فقر دم ناقص الصباغ و تكون الكريات صغيرة الحجم و ناقص الصباغ

٤- الهرمونات: و هي التيروكسين و التستوستيرون و هرمون النمو و الاريثروبيوتين

من حيث	العمر	البيئة	الجنس
الاختلاف	عدد الكريات الحمر عند **الأطفال أكبر** من عدد الكريات الحمر عند الشيوخ	عدد الكريات الحمر عند **سكان المرتفعات أكبر** مما هو عليه عند سكان السهول	عدد الكريات الحمر عند **الذكور أكبر** من عددها عند الإناث
السبب	تكيفاً مع حاجة الجسم للأكسجين اللازم للنمو	بسبب اختلاف الضغط الجزئي للأوكسجين في طبقات الغلاف الجوي	بسبب: • اختلاف حاجة الأجسام للأكسجين. • التأثير المنشط لتكون الدم الخاص بالهرمونات الذكرية.

الخضاب (الهيموغلوبين)

- ✓ يعد المكون الرئيسي للكريات الحمر و يتالف من قسمين قسم بروتيني (الغلوبين) و صباغ الهيم الحديدي
- ✓ يؤدي دورا كبيرا في نقل الغازات التنفسية حيث يكن لكل جزيئة هيموغلوبين ان تنقل ٤ ذرات من الاوكسجين

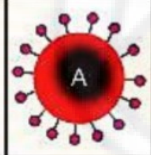
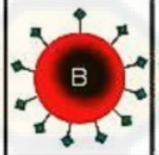
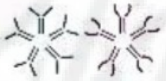
الزمر الدموية blood groups

يوجد ثلاث مصطلحات مهمة و هي

- ☒ المستضد antigen أو مولدة الارتصاص :و هي مادة بروتينية موجودة على سطح الكرية الحمراء و تعطي لزمرة الدموية امها
- ☒ الراصة antibody :و هي دارة بروتينية موجودة في بلازما الخلايا حيث ان مصل المجموعات الاربعة يمكن ان تحوي او لا تحوي على راصات

◤ يبين الجدول الآتي الزمرة الدموية والراصة المرافقة لها:

الزمرة	AB	B	A	O
الراصة	–	A	B	AB

	الزمرة A	الزمرة B	الزمرة AB	الزمرة O
شكل الكرية الحمراء				
الأجسام المضادة				
مولد الضد				

- ☒ تفاعل التراص: تفاعل مناعي يؤدي الى انحلال الكريات الحمر و هذا الانحلال خطير بسبب كون الهيموغلوبين المحرر من الكرية يغلق الانابيب الكلوية و يوقف عمل الكلية
- ☒ يحدث اجتماع التراص عند اجتماع الراصة مع مولدة الارتصاص الموافقة لها . مثلا اجتماع الراصة anti A , مع مولدة الارتصاص A

راصات ال Rh

يمكن لأي زمرة من الزمر الاربعة ان تحمل مولدة الارتصاص Rh فيكون الشخص موجب عامل الريزوس (+Rh)

او لا يحمل مولدة الارتصاص Rh فيكون الشخص سلبي عامل الريزوس-Rh

اهمية الزمر الدموية

عند الحاجة لنقل الدم

القاعدة العامة هي الا ترتص كريات المعطي في مصل المتلقي

حامل الزمرة O هو معطي عام

حامل الزمرة AB هو اخذ عام

الكريات البيض

- هي كريات عديمة اللون و هي خلايا حقيقية تحوي على نواة و متقدرات و جهاز غولجي
- تبدي نشاطها في النسيج الضام و يعتبر الدم بالنبة لها مجرد طريق تسلكه لتصل الى الاماكن التي تبدي فيها نشاطها
- يبلغ عددها عند البالغين ٤٠٠٠ الى ١١٠٠٠ كرية /ملم٣
- مدة حياتها قصيرة ضمن الدورة الدوية لا تتجاوز ال ١٠ ساعات
- تستطيع ان تنسل بفضل ارجلها الكاذبة عبر مسامات الاوعية الدموية الى النسج و لا تعود بعدها الى الدورة الدموية
- تتكون في نقي العظم اعتبارا من خلايا نقوية غير متمايزة
- تمارس الكريات البيض وظيفتها الدفاعية ضد الأجسام الغريبة في مختلف الأنسجة و هذا ما يفسر استمرار دفاعات الجسم ضد الاجسام الغريبة عدة ايام رغم تأذي نقي العظم

الصفيحات الدموية

تبدأ بالتشكل في الشهر الثالث من الحمل من خلايا نقوية جذعية

صفاتها:

- تبدو في الدوران المحيطي كجسيمات صغيرة مدورة غير قادرة على الانقسام يتراوح قطرها بين ٢ الى ٣ ميكرون و عددها بين ١٥٠ الى ٣٥٠ الف صفيحة في ملم٣ من الدم
- يتراوح عمرها في الدوران ما بين ٨ الى ١٠ أيام

وظيفتها:

تؤدي دورا مهما في وقف النزف الدموي و المحافظة على سلامة الأوعية الدموية.

الارقاء

تعريف :هو وقف النزيف الدموي في مكان الأذية بتشكيل خثرة دموية اعتمادا على:

١. عوامل بلازمية
٢. عوامل صفيحية
٣. عوامل موجودة في جدار الوعاء الدموي

مراحل الارقاء

١) تقلص الوعاء الدموي
٢) تقارب طرفي الوعاء الدموي
٣) تشكيل السدادة الصفيحية على فوهة الوعاء المجروح
٤) التخثر

١- تقلص الوعاء الدموي

يحدث تنبيه شديد لكل من الخلايا العضلية الملساء و الألياف العصبية المعصبة لهذه الخلايا و بالتالي تتقلص الخلايا العضلية الملساء محاولة اغلاق الوعاء المصاب

٢- تقارب طرفي الوعاء الدموي

- تتجاذب حافتي الجرح محاولة اغلاق فتحة الوعاء الدموي
- اذا كان الجرح صغير تكون هذ الظاهرة مهمة جدا و اذا كان الجرح كبير ليس لها اهمية

٣- تشكيل السدادة الصفيحية على فوهة الوعاء المجروح

تقسم هذه العملية الى قسمين

- التصاق الصفيحات مع ألياف الكولاجين
- التصاق الصفيحات مع بعضها البعض

٤- التخثر

تعتمد الية التخثر على وجود:

A. عوامل تخثر بلازمية يقوم الكبد عادة بتشكيلها
B. شحوم فوسفورية (فوسفوليبيدات) تؤمنها الصفيحات الدموية
C. شوارد الكالسيوم

عوامل التخثر:

عددها ١٣

١- مولد الليفين (فيبرينوجين) منحل بماء البلازما
٢- طليعة الخثرين (بروثرومبين) بروتين يشكله الكبد بوجود فيتامين K
٣- الترومبوبلاستين النسيجي تشكل الانسجة المعطوبة
٤- شوارد الكالسيوم توجد ضمن البلازما
٥- العامل المسرع (طليعة الاكسيلرين و يصنع بالكبد و يوجد بلبلازما
٦- العامل السادس عامل ملغى
٧- طليعة العامل القالب (طليعة الكونفيرتين) و يتشكل بالكبد و يوجد في البلازما
٨- العامل الناعوري antihemophilic A factor
٩- عامل كريستماس او الغلوبولين المضاد للناعور و يصنع بالكبد و يوجد في المصل و البلازما
١٠- عامل ستيوارث و يصنع بالكبد بوجود فيتامين K
١١- طليعة الترومبوبلاستين يتشكل في الوعاء الدموي
١٢- عامل هاجمان
١٣- العامل المثبت لليفين

مراحل عملية تخثر الدم

١- تحرر الترومبوبلاستين الصفيحي من الصفيحات الدموية
٢- تحول طليعة الخثرين الى خثرين
٣- تحول مولد الليفين المنحل الى ليفين غير منحل بوجود شوارد الكالسيوم

بعض اختارات الدم

زمن النزف الدموي (من ١ الى ٦ دقائق)و هو الزمن اللازم لوقف النزف الدموي من وعاء صغير دون تدخل الية التخثر

زمن لتخثر الدموي (من ٦ الى ١٠ دقائق) و هو الزمن اللازم لتخثر جميع الدم.