

## ثالثاً - الانتشار الميسر واليات النقل Facilitated Diffusion and Carrier

### Mechanisms

ان المتأيضاات الاساسية التي لا تذوب بالبيد (كالكسكريات والاحماض الامينية) تدخل الخلية او عضيهااها خلال عمليات تتطلب ارتباطات معكوسة مع بروتينات الغشاء وتتم هذه العملية وذلكمن خلال تراكيب تسمى النواقل **Carriers**: والتي هي عبارة عن بروتينات في طبيعتها حيثتكون جزءاً من تركيب الغشاء وتعد متخصصة ولقد افترض وجود موقع ارتباط خاص في كناقل والذي يكون مسؤولاً عن ربط نوع معين من الجزيئات فبعد ان تنقل الجزيئة المرتبطة

بالناقل الى الجانب الثاني من الغشاء فان الناقل يتحرر وقد يعيد الكرة ليساعد جزيئات اخرى على العبور. ان الذوبان النسبي للايوانات في الليبد غير معنوي ولذا فان تفاعلها يكون معالبروتين وليس مع جزيئات الليبد الموجودة في الغشاء ان قسم من هذه النواقل يدعى بالـ **Permeases** وذلك نظراً لتشابهها مع الانزيمات في بعض الصفات وبصورة خاصة ان **Permeases** تعجل النقل وتمنح الخصوصية الاختيارية للنقل او المرور وتكون هذه الخواصمتشابهة مع الانزيم ولكن الـ **Permeases** والنواقل الاخرى تختلف في جانب مهم جداً عن الانزيمات فالـ **Permeases** قد تغير نقطة التعادل للتفاعل الكيميائي وفي بعض الوقت الى حد كبير بينما الانزيمات تغير فقط النسبة التي عندها يصل التعادل ولكن لا تغير نقطة التعادل نفسها .

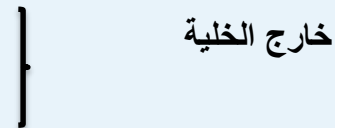
تساعد الـ **Permeases** الجزيئات على عبور الغشاء بطريقتين:

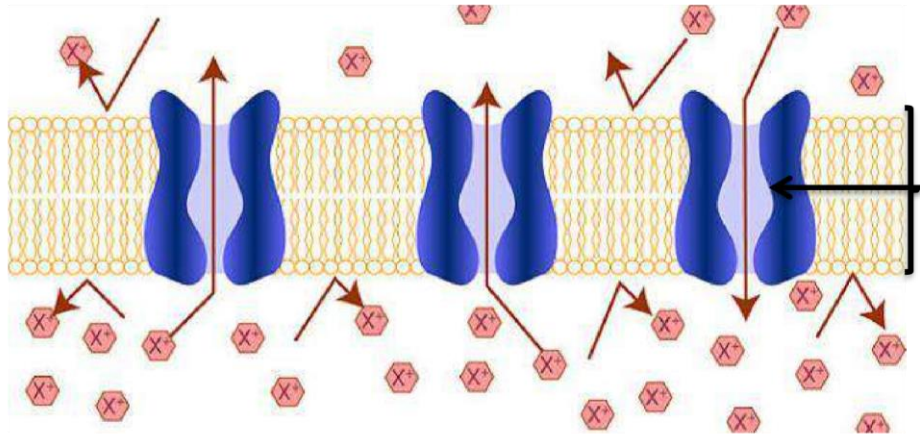
- 1- من التركيز العالي الى التركيز الواطى بالنسبة للمواد الايضية أي مع انحدار التركيز.
  - 2- ضد انحدار التركيز وهنا يتطلب وجود ناقلين يساعدان على موازنة او تنظيم اليات النقل.
- أ- الاول الذي يساعد في عملية النقل الفعال الذي يحتاج طاقة بعكس الانحدار التدريجي.
- ب- والناقل الثاني يساعد الانتشار الميسر.

وبالنظر لكون الجزيئات لا تستطيع اختراق الاغشية الناضحة اختياريأ بحركة الانتشار الحر فأنالجزيئات تعبر بالانتشار الميسر . اما في النقل الفعال فتستطيع المادة بالاستمرار بالتجمع فيالمناطق التي توجد فيها عادة بتركيز عال فقط اذا ما جهز جهاز النقل بالطاقة وباستمرار توجد هنا دلانل بان عمليات تنظيم النقل في الاغشية بواسطة **Permeases** تعتمد على كميةبروتين الناقل وانواع النواقل المنتجة ومعدل فاعلية الناقل وفي هذه الحالة فان تنظيم النقل يشبهتنظيم العمليات الايضية بواسطة الانزيمات.

شكل يوضح الية النقل الميسر

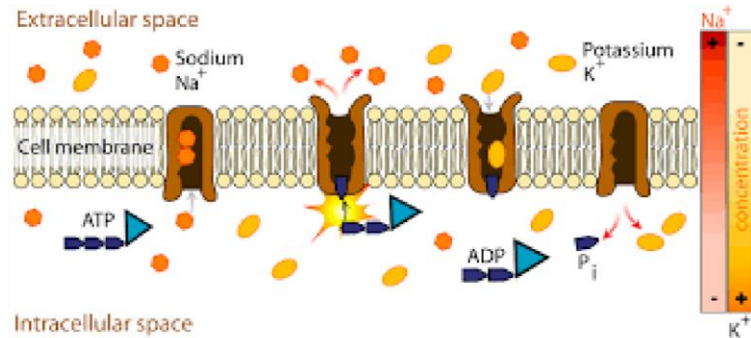
خارج الخلية





peremas  
e

داخل الخلية

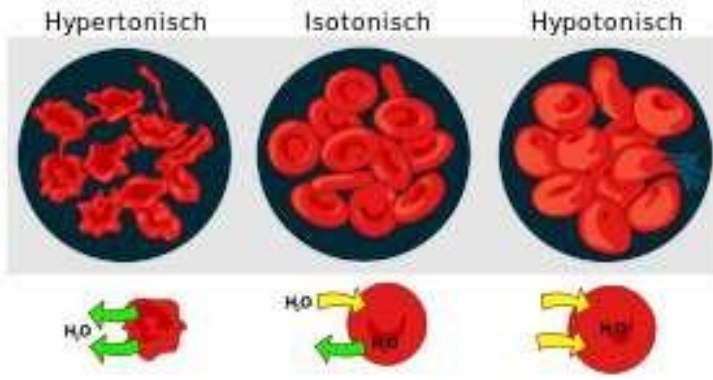


#### رابعاً- النقل الفعال والضخ الايوني **Active Transport and Ion Pump**

هو نقل الأيونات أو الجزيئات من تركيز منخفض إلى تركيز عالي وهذا النقل يحتاج إلى طاقة، وهذه الطاقة تنتج بواسطة ثلاثي فوسفات الأدينوسين الذي يحترق بتحطم رابطة فوسفاتية لينتج

ADP هذا النقل يلزمه: (1) بروتين ناقل (2) طاقة على هيئة ATP

يساعد الخلايا لتبقي التركيز ثابت عبر الغشاء الخلوي. مثال: الخلية الحيوانية تركيز K بها أقل بكثير من تركيزه خارج الخلية، و تركيز Na+ داخل الخلية اقل بكثير من تركيزه خارج الخلية.



شكل يوضح الية النقل الفعال عن طريق مضخة الأيونات lone pump

من الأمثلة على النقل الفعال

1. نقل النباتات الأيونات الغير عضوية إلى الجذور بواسطة النقل الفعال
  2. يوجد في خياشيم الأسماك البحرية خلايا تستطيع إزالة الأملاح من أجسام الأسماك بضخها إلى المياه المالحة
  3. ويستعمل في إنتاج الهرمونات الغدة الدرقية إذ تجلب اليود للخلايا بهذه الطريقة
- الخلايا في كليتين الحيوان الفقاري تعيد امتصاص أيونات الصوديوم من البول.

خامسا: الازموزية

شكل يوضح الخاصية الازموزية للغشاء البلازمي

الازموزية : هي عملية يتم فيها انتقال المحلول ذو التركيز الاعلى نحو التركيز الاقل ليصبح متعادل وهي تجربة طبقت على ماء مالح وماء عذب مع وضع غشاء نفوذ في انبوب الاختبار فتمت عملية النفاذية للماء العذب نحو المالح واصبح متعادل لان الاملاح بطبيعتها شرهة للماء.

## التعريف العلمي للخاصية الاسموزية:

التناضح أو الخاصية الأزموزية أو الحلول أو التنافذ (Osmosis) هي صافي حركة انتقال جزيئات الماء عبر غشاء نصف نافذ من منطقة ذات كثافة مائية مرتفعة (تركيز مخفف للذوائب) إلى منطقة ذات كثافة مائية منخفضة (تركيز أعلى للذوائب) دون الحاجة لاستهلاك طاقة. الغشاء النصف نافذ يسمح بنفوذ الماء (المذيب) ولا يسمح بنفوذ الذوائب (solute) مما يؤدي إلى تدرج في الضغط عبر الغشاء.

نأتي بأنبوب زجاجي ذو فرعين على شكل U ونفصل بين فرعيه بوضع غشاء نصف نافذ. ونملأ الفرع اليميني بالماء ونملأ الفرع اليساري بمحلول ماء مذاب فيه ملح، بحيث يكون ارتفاع عمود الماء في الفرع اليميني مساويا لارتفاع المحلول الملحي في الفرع اليساري وننتظر بعضا من الوقت. نشاهد بعد فترة من الزمن أن عمود الماء في الفرع اليميني ينخفض، ويرتفع عمود المحلول في الفرع اليساري. ويظل الماء في فرعه خاليا من الملح، ويبقى الملح محصورا في عموده.

ويظل الماء ينتقل عبر الغشاء من عمود الماء النقي إلى عمود المحلول الملحي حتى يصل إلى نهاية عظمي عند ارتفاع ثابت. ويسمى فرق ارتفاع عمودي الماء والمحلول بالضغط الأزموزي أو ضغط التناضح.

### أمثلة على عملية التناضح:

عملية التناضح عملية حيوية وموجودة في العديد من العمليات الطبيعية ومنها:

انتقال الماء من وإلى الخلايا الحية مثل خلايا النباتات وخضاب الدم وخلايا بشرية أخرى وغيرها.

يستغل التناضح في التقنية لفصل المواد ، وطبياً في الديال (تنقية دم المريض من البول عند مرضى الكلى المصابين بقصور كبير في عمل الكلى .

### تفسير أساسي:

في التناضح يمر الماء عبر الغشاء إلى محلول الملح حتى حدوث توازن للضغط على الجهتين). إلى اليسار : بداية التجربة، إلى اليمين: نهاية التجربة).

يقع التناضح عند وجود غشاء شبه نافذ. عند إغراق خلية في كأس من الماء

جزيئات الماء تمر من الوسط المنخفض التركيز (hypotonic) خارج

الخلية إلى الوسط مرتفع التركيز (hypertonic) في الخلية عبر الغشاء شبه

النافذ لتحقيق حالة توازن للضغط . (isotonic) الغشاء نافذ بطريقة انتقائية

فهو

يسمح فقط بمرور مواد معينة ويمنع مرور مواد غيرها.

تفسير مرور الماء عبر الغشاء النصف نافذ من الماء إلى محلول ملحي :

تتصرف حبيبات الملح الذائبة في الماء كما لو كانت غازاً ، ويكون لها ضغط

معين يعتمد على تركيز المحلول . هذا الضغط يحاول أن يزيد من حجمه

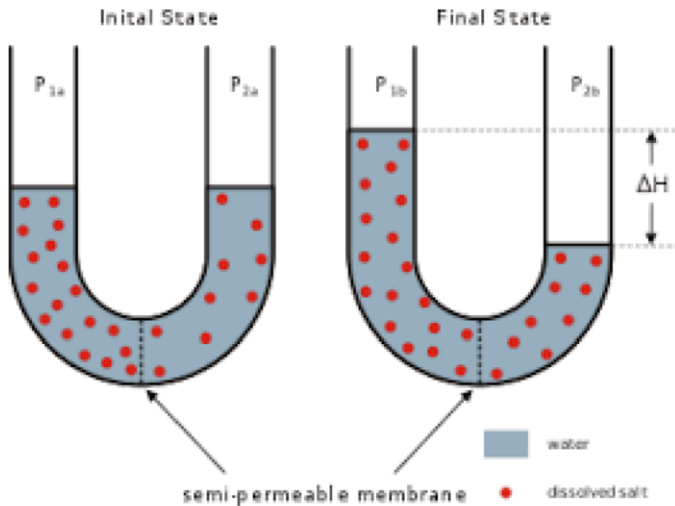
وذلك بالضغط على سطح المحلول في الأنبوب من أسفل إلى أعلى . فيرتفع

سطح المحلول ساحبا معه ماء من الناحية الأخرى للغشاء (الغشاء يسمح بمرور جزيئات الماء ولا يسمح بمرور جزيئات الملح) . يرتفع عمود المحلول تحت هذا الضغط الداخلي فيه (ضغط جزيئات الملح) وينخفض عمود الماء في ناحية الماء النقي.

### أمثلة من التناضح:

الضغط التناضحي أو الضغط الأزموزي هو السبب الرئيسي لامتناس النباتات للماء، فماء التربة بصفة عامة يكون ضغطه التناضحي أقل من الضغط الموجود داخل الشعيرات الماصة في الجذور مما يؤدي إلى مرور الماء من التربة إلى الجذور وليس العكس. عندما توضع خلية من نبتة في محلول مرتفع التركيز تبدأ هذه النبتة في الانكماش بسبب خروج الماء منها

وانتشاره في المحلول مرتفع التركيز لتكوين حالة توازن للضغط.



يمكن مشاهدة التناضح كذلك عند وضع شرائح البطاطا في محلول من الماء المالح ، فبعد مدة تبدأ هذه الشرائح في فقدان الماء والانكماش.

كما نشاهد في مزارع الكريز انفجار ثمرات الكريز عند هطول مطر لمدة طويلة حيث تمتص الثمرة - بما فيها من محلول سكري - ماء زائدا عن الحد

ويتمزق غلافها.

## الضغط الأزموزي في الكائنات الحية

للضغط الأزموزي أهمية كبيرة في تكوين الكائنات الحية وسير العمليات الحيوية فيها . فكل خلية محاطة بغشاء يكون حائلا بالنسبة إلى الانتقال العشوائي للمواد ، إلا الماء الذي هو السائل المذيب فيمكنه الانتقال عبر الغشاء . وحتى الخلية نفسها فيوجد في داخلها جسيمات تغطيها أغشية هي الأخرى تسمح بمرور أنواع الجزيئات . وتوجد النباتات في حالة تبادل مستمر مع الماء ، حيث تمتص و تنقل وتطرد ماء . وخلايا الحيوانات الفقرية تحيطها سائل الدم و البلازما ففي الطب عند العلاج بالقسطرة الوريدية يستخدم محلول ملحي بغرض عدم الاضرار بخلايا الجسم عن طريق الضغط الأزموزي. وهو محلول مكون من الماء و يحتوي على 0,9 % )وزنا ( من ملح الطعام ، وهي تعادل تقريبا تلك الموجودة في بلازما الدم ، وهو يعادل ضغطا أزموزيا قدره 7.0 ميجا باسكال . أما في حالة استخدام ماء نقيا عند العلاج بالقسطرة الوريدية فقد يؤدي ذلك الفرق في الضغط في انفجار بعض خلايا الدم.

ثالثاً - الانتشار الميسر واليات النقل **Facilitated Diffusion and Carrier**

### Mechanisms

ان المتأیضات الاساسية التي لا تذوب بالليبد (كالكسكريات والاحماض الامينية) تدخل الخلية او عضياتها خلال عمليات تتطلب ارتباطات معكوسة مع بروتينات الغشاء وتتم هذه العملية وذلك من



خلال تراكيب تسمى النواقل **Carriers**: والتي هي عبارة عن بروتينات في طبيعتها حيث تكون جزءاً من تركيب الغشاء وتعد متخصصة ولقد افترض وجود موقع ارتباط خاص في كل ناقل والذي يكون مسؤولاً عن ربط نوع معين من الجزيئات فبعد ان تنقل الجزيئة المرتبطة بالناقل الى الجانب الثاني من الغشاء فان الناقل يتحرر وقد يعيد الكرة ليساعد جزيئات اخرى على العبور. ان الذوبان النسبي للايوانات في اللبيد غير معنوي ولذا فان تفاعلها يكون مع البروتين وليس مع جزيئات اللبيد الموجودة في الغشاء ان قسم من هذه النواقل يدعى بالـ **Permeases** وذلك نظراً لتشابهها مع الانزيمات في بعض الصفات وبصورة خاصة ان **Permeases** تعجل النقل وتمنح الخصوصية الاختيارية للنقل او المرور وتكون هذه الخواص متشابهة مع الانزيم ولكن الـ **Permeases** والنواقل الاخرى تختلف في جانب مهم جداً عن الانزيمات فالـ **Permeases** قد تغير نقطة التعادل للتفاعل الكيميائي وفي بعض الوقت الى حد كبير بينما الانزيمات تغير فقط النسبة التي عندها يصل التعادل ولكن لا تغير نقطة التعادل نفسها .

تساعد الـ **Permeases** الجزيئات على عبور الغشاء بطريقتين:

- 1- من التركيز العالي الى التركيز الواطئ بالنسبة للمواد الايضية أي مع انحدار التركيز.
  - 2- ضد انحدار التركيز وهنا يتطلب وجود ناقلين يساعدان على موازنة او تنظيم اليات النقل.
- أ- الاول الذي يساعد في عملية النقل الفعال الذي يحتاج طاقة بعكس الانحدار التدريجي.
- ب- والناقل الثاني يساعد الانتشار الميسر.

وبالنظر لكون الجزيئات لا تستطيع احتراق الاغشية الناضحة اختيارياً بحركة الانتشار الحر فان الجزيئات تعبر بالانتشار الميسر . اما في النقل الفعال فتستطيع المادة بالاستمرار بالتجمع في المناطق التي توجد فيها عادة بتركيز عال فقط اذا ما جهز جهاز النقل بالطاقة وباستمرار توجد هنا دلائل بان عمليات تنظيم النقل في الاغشية بواسطة **Permeases** تعتمد على كمية بروتين الناقل وانواع النواقل المنتجة ومعدل فاعلية الناقل وفي هذه الحالة فان تنظيم النقل يشبه

تنظيم العمليات الايضية بواسطة الانزيمات.

#### رابع أ- النقل الفعال والضح الايوني **Active Transport and Ion Pump**

هو نقل الأيونات أو الجزيئات من تركيز منخفض إلى تركيز عالي وهذا النقل يحتاج إلى طاقة ،وهذه الطاقة تنتج بواسطة ثلاثي فوسفات الأدينوسين الذي يُحرر بتحطم رابطة فوسفاتية لينتج

ADP هذا النقل يلزمه: (1) بروتين ناقل (2) طاقة على هيئة ATP

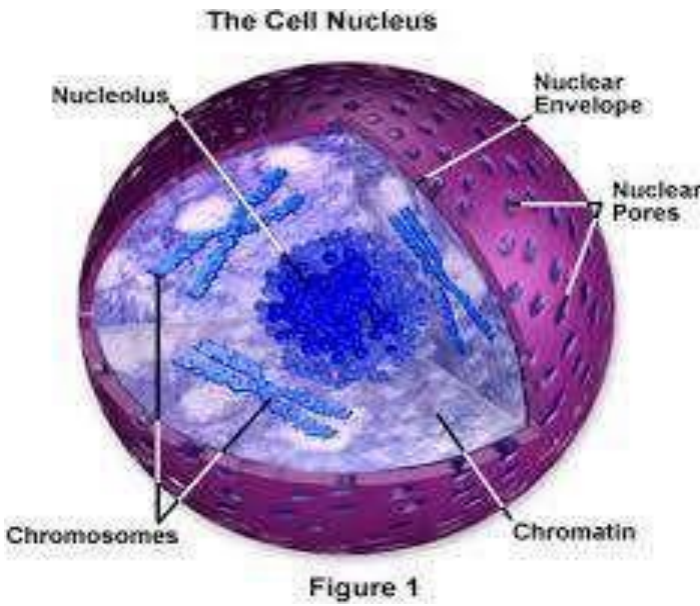
يساعد الخلايا لتبقي التركيز ثابت عبر الغشاء الخلوي. مثال: الخلية الحيوانية تركيز K بها أقل بكثير من تركيزه خارج الخلية، و تركيز Na<sup>+</sup> داخل الخلية اقل بكثير من تركيزه خارج الخلية.



من الأمثلة على النقل الفعال

1. تنقل النباتات الأيونات الغير عضوية إلى الجذور بواسطة النقل الفعال
2. يوجد في خياشيم الأسماك البحرية خلايا تستطيع إزالة الأملاح من أجسام الأسماك  
بضخها إلى المياه المالحة.
3. ويستعمل في إنتاج الهرمونات البود الغدة الدرقية تجلب خلايا 1.  
الخلايا في كليتين الحيوان الفقاري تعيد امتصاص أيونات الصوديوم من البول 2.

### 3. النواة Nucleus



لقد تم وصف النواة لأول مرة

من قبل العالم روبرت براون

**Robert Brown**

سنة 1835 على أنها تركيب

ثابت لكل من الخلايا النباتية

plant cells و الخلايا

الحيوانية animal cells

حيث تمثل الوحدة الرئيسية

و الأساسية للتركيب و البناء و الوظيفة في

الكائن الحي.

ان معظم الدراسات تكون معتمدة على الشكل العام و بصورة خاصة الكروموسومات

chromosomes في خلال عملية الانقسام الخلوي Cell Division و لكن

التقدم العلمي الذي حدث خلال الفترة الاخيرة باستعمال تقنيات خلوية جديدة لغرض دراسة النواة اسهم بصورة جيدة باغناء معلوماتنا حول الكيمياء الحيوية وفسلجة النواة حيث تحتوي جميع الخلايا الحقيقية النواة على نواة واحدة او اكثر في بعض مراحل حياتها ومثال على هذه الخلايا التي تحتوي على نواة في مرحلة معينة من حياتها فقط هو كريات الدم الحمراء التي تفقد نواتها عند النضج كما تفقد خلايا اللحاء Phloem في النبات والتي تقوم بنقل الغذاء في النبات نواتها عند النضج Maturity. ان فقدان الخلية نواتها قد يعني في معظم الاحوال موت الخلية و قد اجريت تجربة قام بها علماء الاحياء حيث انتزعت من الخلية نواتها بواسطة الجراحة الدقيقة فوجد ان هذه الخلية تموت بعد فترة محدودة و لكن اذا زرعت فيها نواة مرة اخرى عادت الخلية الى نشاطها و عندما تحتوي الخلية على نواة واحدة فانها تسمى وحيدة النواة uninucleate واذا كان عدد النوى اكثر فانها تسمى متعددة النواة Multinucleate فمثلا المدمج الخلوية coenocyte للألياف العضلية

المخططة أو في بعض الفقرات و الطحالب كما تحتوي بعض الخلايا المسببة لتحلل العظام osteolysis على عدة نوى علما بان عدد النوى قد يصل الى المائة.

### المظاهر العامة للنواة General features of Nucleus

خلال الطور البيني Interphase و في دورة حياة الخلية تفقد النواة عادة الشكل الدائري ويصل قطرها الى حوالي 10 مايكرومتر الا ان شكل وحجم وموقع الانوية يختلف باختلاف الخلايا وباختلاف النوع species وفي بعض الحالات يعتمد شكل النواة على شكل الخلية التي تحملها ففي الخلايا الدائرية او المكعبة او المتعددة الاضلاع يكون شكل النواة دائري عموما و تميل النواة لأن تأخذ شكلاً بيضوياً او متطاولاً في الخلايا الاسطوانية او المعينية أو المغزلية كما يمكن ان نلاحظ انوية غير منتظمة الشكل فمثلا بعض خلايا الدم البيض leucocytes يكون شكل النواة مشابها لحدوة الحصان او تكون متعددة الفصوص و تكون النواة متفرعة في الخلايا الغدية للعديد من الحشرات بينما تكون انوية الحيامن بيضوية او كمثرية او رمحية الشكل. يمكن ان يتم تغيير حجم النواة او شكلها دون تغيير محتواها من الحامض الرايبوزي منقوص الاوكسجين DNA ويختلف حجم الانوية ايضا باختلاف

الخلايا وباختلاف النوع species و تميل النواة الى الاحتفاظ بنسبة ثابتة بين حجمها و حجم الساييتوبلازم الذي يحتويها و يعبر عن ذلك بمعامل البلازما النووية **Nucleoplasmic index** و للاختصار يشار اليه **NP** و المعبر عنه

بالمعادلة التالية " هنالك شواذ كثيرة لهذه القاعدة"

حجم النواة) **Nv**

$$\frac{\text{حجم النواة) } Nv}{\text{حجم الساييتوبلازم) } Cv} = Np$$

حجم الساييتوبلازم) **Cv** - حجم النواة) **Nv**

.4

يسبب نمو الخلايا البنوية) **Daughter cells** (تغيراً" في التوازن بين الحجم النووي والسايتوبلازمية وهذا التغير يمكن ان يؤدي الى تكاثر الكروموسوم وبالتالي تبدأ دورة اخرى كما ويزداد حجم النواة في العضو الواحد بتقدم الخلايا في العمر. ان النواة كغيرها من العضيات الخلوية الاخرى تركيب ديناميكي معرض للتغير في شكله وموقعه. ان الانوية تحتل عادة موقعاً مركزياً في الخلايا الجنينية والمرستيمية وكذلك الخلايا التي تمتلك فجوات قليلة او صغيرة حيث يعمل تكون الفجوات الكبيرة في الخلية على تحريك النواة من موقعها في الخلية بالاضافة الى ان الانسياب الساييتوبلازمي **cytoplasmic streaming** يعمل على تغيير موقع النواة والعضيات الاخرى وان افضل مثال لحركة الانوية يتمثل باتحاد انوية الكاميات اثناء عملية الاخصاب للبيضة والخلايا المركزية للكيس الجنيني. ان معظم انواع الخلايا تحتوي عادة نواة واحدة ويشذ عن هذه الحالة انواع اخرى من الخلايا حيث توجد خلايا ثنائية النواة كما هو الحال في بعض انواع خلايا الكبد والخلايا الغضروفية وتوجد خلايا اخرى تحتوي على اكثر من نواتين . فالخلية التي تحتوي على نواة واحدة تسمى بالخلية احادية النواة **Mononucleate** وتدعى الخلية التي تحتوي على نواتين بالخلية ثنائية النواة **Binucleate** اما الخلية التي تحتوي على أكثر من نواتين فتدعى بالخلية متعددة النوى **Polynucleate** كالخلايا الناقضة للعظم **Osteoclasts** ويصل عددها في بعض الخلايا 100 نواة في الخلايا المولدة للعظم **Osteoblasts** وكذلك الحال بالنسبة لليف العضلي المخطط والطحالب.

نواة الطور البيني **The Interphase Nucleus**