حركة المواد

١- الانتشار Diffusion :- وهي عبارة عن حركة دقائق او جزيئات مادة غازية او سائلة او صلبة في وسط اخر مثل انتشار جزيئات الملح في الماء حيث تتحرك الجزيئات من مناطق التركيز العالي الى مناطق التركيز الواطئ

٢- الحركة البراونية Browinian movent : ان المهم في عملية انتشار المواد هو القفز العشوائي او يسمى (حركة بروان) وان معدل طول القفزة يعتمد على الفرق بين التراكيز بين المنطقتين.

٣- التنافذ Osmosis : وهي حركة جزيئات المذيب الى المنطقة التي فيها تركيز المذاب عاليا عبر غشاء غير ناضح للمذاب وتتميز اجهزة الكائنات الحية بوجود الاغشية التي تقلل من عملية انتقال جزيئات بصورة اكبر مما تؤثر على انتقال المذيب (الماء)وهذه الحالة سوف تؤدي الى زيادة كبيرة في تركيز جزيئات المذاب من جهات غشاء الخلية وان انتقال المواد عبر غشاء الخلية يتم بسبب الضغط الازموزي (التنافذي) وهذا الضغط يحدث نتيجة لوجود اغشية نصف ناضحة تسمح بنفاذ جزئيات المذيب ولاتسمح بنفاذ جزيئات المذاب.

التبادل عبر جدار الوعاء الشعري: ان الجزيئات الصغيرة مثل الصوديوم ،الكلور ،الكلوكوز، الاحماض الامنينة ، الهرمونات يمكن ان تعبر خلال جدار الوعاء الشعري بصورة سريعة ولكن سبب بطئ عبورها يعود الى ان المساحة السطحية المتوفرة للانتشار تكون صغيرة اما الجزيئات الكبيرة وبصورة رئيسية الالبومين وهو احد البروتينات الدم فلا يسمح له بالمرور عبر جدار الاوعية الشعرية وهذا يؤدي الى حصول فرق في الضغط التنافذي بين البلازما والسائل مابين الخلايا ويسمى بالضغط الجرميoncotic pressure وهذا الضغط مهم كونه العامل المسؤول عن موازنة ضغط الدم في الاوعية الشعرية وهذا يحدد عملية توزيع الماء بين جهاز الدوران والسائل مابين الخلايا وان الضغط التنافذي للبروتينات والبالغ 25 ملم زئبق 16 ملم تأتي من وجود البروتينات والبلازما اما الباقي فيعود الى التوزيع غير

المتعادل للايونات النافذة مثل الصوديوم والكلور والتي تنفذ عبر جدار الوعاء الشعري.

يلاحظ ان الماء يترك الوعاء عند البداية الشريانية ويرجع عند النهاية الوريدية وذلك لاختلاف الضغط مابين بداية الشريان والتي تكون 32 ملم زئبق وفي النهاية الوريديه 12 ملم زئبق ولذلك ترى دوران حوالي 20 لتر من الماء في اجسامنا خلال اليوم بهذه الطريقة عبر جدران الاوعية الشعرية وهذا الجريان من الماء ومحتوي من جزيئات الماء والمواد المذابة ينظم حجم الدم وبقية السوائل خارج الخلايا .

التبادل عبر غشاء الخلية Cell Membrane Exchanges تمتاز اغشية الخلايا الحيوانية بخاصية انتقاء المواد التي تمر من خلالها بصورة اكبر من جدران الاوعية الدموية الشعرية كما وتختلف الاغشية فيما بينها وتعتمد درجة نفاذيتها على طبيعة الوظيفة والعمل الذي تقوم به الخلية فنلاحظ ان كريات الدم الحمراء لها درجة نفاذية عالية للماء ولكنها واطئة للصوديوم والبوتاسيوم بينما يلاحظ نفاذية عالية في الاعصاب والعضلات بالنسبة الى عنصر الصوديوم.

ميكانيكية انتقال المواد عبر غشاء الخلية: يتكون غشاء الخلايا من صفائح دهنية تتخللها مسامات ضيقة مملوءة بالماء ويحتوي على جزيئات ناقلة متخصصة وتدخل المواد الى داخل الخلية او تخرج منها بواسطة احد الطرق التالية او باشتراك هذه الطرق:-

١- الذوبان في غشاء الخلية : تدخل المواد القابلة للذوبان بالدهن الى الخلية بعد ان تذوب في مادة غشاء الخلية ثم تنتشر خلال الغشاء وتعبر وتدخل السائل البيني ومن هذه المواد O_2، CO_2 بعض الادوية ومواد التخدير وان معدل سرعة هذة المواد يعتمد على معدل دهن/ماء

٢- **الانتشار خلال المسامات المملوءة بالماء** :- ان الجزيئات الصغيرة التي لاتذوب في الدهون تدخل الى الخلية عن طريق مسامات ضيقه مملوءة بالماء موجوده في غشاء الخلية الخارجي وان العوامل التي تفرز سرعة دخول الجزيئات هي حجم الجزيئة وشحنتها ومن المواد التي تدخل بهذة الطريقة الماء ، الكلور،اليوريا ، الصوديوم ،البوتاسيوم

٣- الارتباط المؤقت مع بعض مكونات غشاء الخلايا (الوسيط-الحامل) تدخل بعض الجزيئات الى داخل الخلايا عن طريق الارتباط المؤقت مع بعض مكونات غشاء الخلية او مايعرف بالوسيط او الحامل وهذا النقل بطيئ ولكنه ذو خصوصية عالية والمواد الناقلة تتكون من معقد البروتين الدهني وهي جزيئات كبيرة مغروسة في جدار الخلية لها القابلية على ان تتحد مع جزيئات اصغر منها بكثير لغرض ادخالها الى داخل الخلية ويتم نقل السكر والاحماض الامينية بهذة الطريقة ومن مواصفات الجزيئات الناقلة

أ- التشبع Saturation :- ان عدد الجزيئات الناقلة محدود مما يؤدي الى تشبعها بالمواد النقولة

ب-التخصص العالي High specifity :- هذه الجزيئات ذات تخصص عالي للمواد فهنالك جزيئات تنقل البوتاسيوم ولاتنقل الصوديوم واخرى تنقل حامض اميني دون غيره

ت-التنافس والاعاقة Inhibition and competition :- تتنافس الجزيئات المتشابهة فيما بينها على الارتباط المؤقت مع الجزيئات المنقولة واذا ارتبطت ولم تنقلها تحث حاله اعاقة متخصصة ومن هذه المواد الايوبين auabain

ث-التحسس لدرجة الحرارة Sensitive to temperature:- ان تغيير درجة الحرارة بمعدل 10 درجة يؤدي الى تغيير سرعة النقل بمعدل مرتين او ثلاثة مرات قياسا بالطريقتين السابقتين وهذا يعني ان النقل بهذه الطريقة يحتاج الى طاقة عالية والى اشتراك انزيمات **ويقسم انتقال المواد عبر اغشية الخلية الى :-**

١- الانتقال الموجب او غير الفعال positive transport : وهو انتقال طوعي للمواد من المناطق عالة التركيز الى المناطق واطئة التركيز وتعتمد هذه الطريقة على الفرق بالضغط الازموزي ومثال على هذا الانتقال هو الانتقال عن طريق التنافذ او التناضح

٢- الانتقال الفعال Active transport :- ان بعض المواد تتجمع داخل الخلايا او خاجها والتي يتطلب الامر تحركها من والى الخلية عبر غشاء الخلية بغض النظر عن تركيز الوسط ومثل هذه الحركةتتطلب طاقة تتنتج بواسطة الخلية تعمل على نقل هذه المواد وهذه العملية تسمى النقل الفعال وتدام هذه العمليات

بواسطة ATP وتتوقف عملية النقل الفعال عند حصول توقف في مصادر الطاقة ATP التي تأتي من الايض

مضخة الصوديومSodium pump :- تعمل هذه المضخة على انتقال الصوديوم من داخل الخلية الى خارجها وتشترك جزيئات الفوسفات الدهنية phospho –lipids الكبيرة الموجودة على السطح الخارجي لغشاء الخلية في عمل مضخة الصوديوم وذلك لاحتوائها على انزيم الادينوسين ثلاثي الفوسفات الذي له القابلية على تحليل الادينوسين ثلاثي الفوسفات .تمتلك جزيئات الفوسفات الدهنية عند الراحة ثلاثة مواقع احدها لاتحاد الصوديوم واخرى لاتحاد الادينوسين ثلاثي الفوسفات مواجه لداخل الخلية والثالث لاتحاد البوتاسيوم مواجه لخارج الخلية وعندما يتم انتقال هذة الاطراف كل حسب الايون الذي يرتبط به يحصل تغيير في شكل الجزيئة ينتج عنه انشطار في الادينوسين ثلاثي الفوسفات الى ادينوسين ثنائي الفوسفات وفوسفات (p) داخل الخلية ويتم طرح ايون الصوديوم الى خارج الخلية وادخال ايون البوتاسيوم الى داخل الخلية وبعدها ترجع الى شكلها الطبيعي. يعتقد ان الجزيئة الخاصة بالمضخة هي مزدوجة يتكون كل نصف منها من جزيئين كبيرين يبلغ الوزن الجزيئي لاحداهما حوالي 40000 والاخر حوالي 90000.

ويحصل جهد Electronic potential: لعد تجانس انتقال الشحنات وحصول تغيير في التركيز الايوني ففي كريات الدم الحمراء وتحت الظروف الطبيعية يلاحظ وجود فرق في عدد ايونات البوتاسيوم الداخله الى الخلية مقابل ايونات الصوديوم الخارجه مما يؤدي الى اختلاف في التركيز الايوني ويلاحظ ان طرف اتحاد ايون البوتاسيوم له الفه كيماوية للبوتاسيوم (K^+--K) بمقدار حوالي واحد ملي مول وهو مشبع بالظروف الاعتيادية اذ ان تركيز البوتاسيوم الموجود في السائل بين الخلايا يكون بمقدار ملي مول اما طرف اتحاد ايون الصوديوم الموجود داخل الخلية له الفه كيماوية للصوديوم (Na^+–KM) بمقدار 20 ملي مول وهو مشبع بدرجة اقل من النصف كون تركيز الصوديوم داخل الخلية في الظروف الطبيعية يكون بحدود 10ملي مول وهذا يعني ان زيادة تركيز ايون الصوديوم داخل الخلية سوف يؤدي الى تشبع طرفه وبالتالي بدء عمل مضخة الصوديوم وتحتوي الخلية الطبيعية التي يبلغ طولها 10 مايكرون حوالي مليون مضخة صوديوم وكل منها يعمل حوالي 30 مرة في الثانية ويمكن ان يتغير عدد مضخات الصوديوم او

عدد مرات عمل كل مضخة ليلائم الظروف غير الطبيعية التي قد تواجه الخلية وتستهلك الخلايا كميات كبيره من الطاقة لادامة عمل مصخات الصوديوم الموجود فيها والذي يصل احيانا اللى حوالي 30% من كمية الطاقة المتناولة.

فوائد مضخات الصوديوم : تحتوي جميع الخلايا على مضخات صوديوم في غشائها الخارجي تعمل على بقاء تركيز ايون الصوديوم داخل الخلايا واطئ المستوى وبقاء تركيز ايون البوتاسيوم اعلى من هو عليه في الخارج الامر الذي يؤدي الى استمرار الفعاليات الاتية

١- تحتوي الخلايا على تركيز عالي من البروتين وجزيئات كبيرة واكثر مما هو موجود في السائل البيني مما يؤدي الى زيادة الحاجة الى الماء واستمرار دخوله وتقوم مضخة الصوديوم بالتخلص من التركيز العالي للصوديوم والماء الذي قد يؤدي الى انتفاخ الخلية و انفجارها في حالة توقف مضخة الصوديوم

٢- الانزيمات الموجودة داخل الخلايا تحتاج الى ايون البوتاسيوم لادامة عملها والذي يتوقف دخوله الى داخل الخلية بزيادة ايون الصوديوم في الخارج

٣- ارتفاع تركيز ايون البوتاسيوم داخل الخلية وانخفاض تركيز ايون الصوديوم يوفر الاساس لخواص الانشطة الكهربائية للخلايا المتهيجة مثل الخلايا العصبية

٤- دخول ايون الصوديوم الى داخل الخلية يعتبر مصدر للطاقة ويستخدم لادامة عمليات النقل الفعال كما يحدث في نقل الاحماض الامينية الى داخل الخلية وطرد ايون الكالسيوم الى خارج الخلية

٥- تحتوي الخلايا الطلائية على عدد كبيير من مضخات الصوديوم في جهة واحدة من غشائها اكثر من الجهة الاخرى لذا نجد ان الصوديوم ينتقل عبر الخلايا يعقبه خروج الماء وايون الكلور بطريقة الانتقال الموجب التي لاتحتاج الى طاقة وهذا هو الاساس في نقل السوائل بالكلية وجلد الضفدعة والامعاء والمثانة.

د. عادل الحمداني