

المحاضرة الثالثة

السوائل الجسمية Body fluids

إن نسبة عالية من وزن الجسم هو ماء مذاب فيه مواد مختلفة يسمى ماء الجسم والمواد المذابة فيه بالسوائل الجسمية ولهذه السوائل أهمية كبيرة في حالة الصحة والمرض . لذا فقد درست تراكيب وحجوم السوائل الجسمية في الإنسان وبعض الحيوانات الأخرى باهتمام . يجب أن تبقى حجوم وتراكيب السوائل الجسمية ثابتة وإذا تغيرت انحرفت صحة الفرد . فخطورة مرض الكوليرا تكمن في فقدان كمية كبيرة من السوائل الجسمية على شكل قيء وإسهال والحالة مشابهة في الإسهال الصيفي في الأطفال .

تقسم السوائل الجسمية إلى :

السائل داخل الخلايا .

السائل خارج الخلايا ويقسم إلى :

المصل أو البلازما .

السائل البيئي .

السوائل الجسمية الخاصة كالسائل الدماغى الشوكي والسائل المفصلي والسائل المائى الزجاجي والعصارات الهاضمة .

يبلغ حجم السوائل الجسمية الكلي في الإنسان حوالي 40 لترا منها 25 لترا" على شكل سائل داخل الخلايا والبقية على شكل سائل خارج الخلايا .

قياس حجوم السوائل الجسمية

تقاس السوائل الجسمية بطريقة التخفيف والقاعدة العامة هي حقن كمية من مادة معينة في الوريد وبعد فترة من الزمن تأخذ عينة من الدم وتفصل الخلايا عن المصل ثم يعين تركيز المادة في الأخير بطرق مختلفة أسهلها وأدقها الطرق الضوئية . وبتقسيم كمية المادة المحقونة على تركيزها في العينة يحصل على الحجم . وإذا كانت المادة غير نافذة خلال جدران الأوعية الشعرية ولأغشية كريات الدم الحمراء فان الحجم يمثل حجم مصل الدم . أما إذا كانت المادة قادرة على اجتياز جدران الأوعية الشعرية ولكن لا تستطيع دخول الخلايا فان الحجم يمثل السائل خارج الخلايا . وأخيرا" فإذا كانت المادة المحقونة قادرة على التوزع بصورة متساوية في المصل والسائل البيئي وفي سائر خلايا الجسم أي بعبارة أخرى إذا توزعت المادة في جميع أنحاء الجسم بالتساوي فان الحجم يمثل الحجم الكلي لجميع السوائل الجسمية وللحصول على حجم السائل البيئي يعين حجم مصل الدم وحجم السائل خارج الخلايا ويطرح الأول من الثاني أما للحصول على حجم

محاضرات فسلجه حيوان / المرحلة الثالثة / قسم العلوم / فرع الاحياء/ كلية التربية الأساسية – حديثة مدرس المادة : الأستاذ المساعد الدكتور خالد دفيك احمد

السائل داخل الخلايا فيعين الحجم الكلي للسوائل الجسمية وحجم السائل خارج الخلايا ويطرح الثاني من الأول .

تركيب السوائل الجسمية

ليس صعباً تحديد أنواع وتراكيز المواد المختلفة في مصّل الدم أو في الكريات الحمراء لسهولة الحصول على عينات نقية من هاتين المادتين . أمل تعيين تراكيز المواد في السائل البيني فهو أكثر تعقيداً نظراً لصعوبة الحصول على كمية من السائل البيني الذي لا يكون سوى غلالات رقيقة جداً حول الخلايا لا يتجاوز سمكها 1.5 مايكرومتر" . إن اقرب شيء إلى السائل البيني من حيث التركيب هو اللف الذي يمكن جمعه بسهولة نسبية وإجراء التحليلات عليه . وتحديد تراكيز المواد المختلفة في السائل داخل الخلايا صعب أيضاً لأن النتائج التي يحصل عليها من النسيج لا يمثل تركيب السائل داخل الخلايا فقط وإنما الأخير ممزوجاً مع السائل البيني . لهذا السبب تستعمل طرق غير مباشرة في تحديد أنواع وتراكيز المواد داخل الخلايا وذلك بأخذ تراكيز المواد المختلفة في السائل البيني بنظر الاعتبار ثم تعديل النتائج التي يحصل عليها من تحليل النسيج ككل على ضوء تراكيز تلك المواد في السائل البيني .

بالإضافة إلى الماء تحتوي السوائل الجسمية على مواد كثيرة مذابة أغلبها أملاح متأينة . يختلف تركيب السائل داخل الخلايا كثيراً عن تركيب السائل خارج الخلايا كما أن السوائل الجسمية الأخرى تختلف أيضاً عن هذين السائلين من حيث التركيب . فالسائل داخل الخلايا غني بأيونات البوتاسيوم الذي يشكل معظم الأيونات الموجبة بالإضافة إلى أيونات الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم . أما الأيونات السالبة داخل الخلايا فهي أيونات عضوية كالأحماض الأمينية والبروتينات والأحماض العضوية وغيرها بالإضافة إلى أيونات لا عضوية سالبة هي الكلور والبيكربونات والفوسفات و الكبريتات . يؤلف الصوديوم الأيون الموجب الرئيسي في كل من البلازما والسائل البيني اللذان يتشابهان تماماً" في التركيب عدا افتقار الثاني إلى المواد البروتينية . تضاف إلى الصوديوم أيونات البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم أما الأيونات السالبة في البلازما والسائل البيني فهي الكلور بصورة رئيسية وكميات قليلة من البيكربونات والفوسفات والأيونات العضوية .

المحيط الخارجي والمحيط الداخلي

للمحيط الخارجي بدرجة حرارته ورطوبته وكمية الأوكسجين فيه تأثير واضح على ازدهار الكائن الحي ولكن بالإضافة إلى هذا المحيط فإن الكائن الحي واقع تحت رحمة محيط آخر يحمله داخل جسمه هو المحيط الداخلي . يتمثل هذا المحيط بالدرجة الأولى بالسائل البيني الذي يحط بكل خلية من خلايا الجسم وكذلك بالسوائل الأخرى التي هي في تبادل مستمر مع هذا السائل كالسائل داخل الخلايا ومصّل الدم والسوائل الجسمية الخاصة . إن أي إرباك في كمية أو تركيب هذه السوائل يؤدي إلى عواقب وخيمة . يرجع الفضل في

محاضرات فسلجه حيوان / المرحلة الثالثة / قسم العلوم / فرع الاحياء/ كلية التربية الأساسية – حديثة
مدرس المادة : الأستاذ المساعد الدكتور خالد دفيك احمد

توضيح فكرة المحيط الداخلي إلى عالم الفسلجة الفرنسي كلود برنارد Claude Bernard الذي عاش في القرن الماضي . فقد أشار هذا العالم إلى أن المحيط الخارجي كالهواء أو الماء لا يمثل المحيط الحقيقي لخلايا الجسم وإنما المحيط الخارجي الحقيقي لها هو السائل البيئي الذي يحيط بالخلايا وكذلك مصل الدم الذي هو في تبادل مستمر مع السائل البيئي . وقد دعى برنارد هذين السائلين بالوسط الداخلي تمييزاً له عن المحيط أو الوسط الخارجي .

التبادل بين السوائل الجسمية المختلفة

التبادل بين المصل والسائل البيئي

يحدث هذا التبادل عن طريق جدران الأوعية الشعرية الدموية لأن جدران الشرايين والأوردة هي عضلية سميكة لا تسمح بمرور أية مادة خلالها بينما تتألف جدران الأوعية الشعرية الدموية من صف واحد من الخلايا المسطحة . تسمح جدران الأوعية الشعرية الدموية بمرور الماء وجميع المواد المذابة فيه بسهولة كبيرة عدا المواد البروتينية .

تتحكم قوتان في تبادل السوائل بين المصل والسائل البيئي :

1- الضغط الشعيري

الذي يعمل على دفع مصل الدم إلى خارج الأوعية الشعرية وتدعى العملية بالترشيح الدقيق لخلو الراشح من البروتينات .

2- الضغط الاوزموزي الغروي

الذي يعمل على دفع مصل الدم حسب القواد الاوزموزية على إرجاع السوائل إلى داخل الأوعية الشعرية الدموية .

يعزى هذا الفرق في الضغط الاوزموزي على جانبي جدران الأوعية الشعرية الدموية إلى التباين في تركيز البروتينات في المصل والسائل البيئي وليس إلى المحاليل الملحية في المصل لأن تراكيز هذه المحاليل متساوي على الجانبين بسبب نضوحه الجدران التامة لهذه المواد . إن تركيز البروتينات في المصل هو أكثر من تركيزها في السائل البيئي بسبعة أضعاف . يبلغ معدل الضغط الشعيري في الإنسان حوالي 25 ملم زئبق ولكن هذا الضغط غير متجانس على طول الوعاء الشعيري وإنما يتضاءل من النهاية الشريانية إلى النهاية الوريدية حيث يبلغ في النهاية الشريانية حوالي 35 ملم زئبق وفي النهاية الوريدية 15 ملم زئبق . أما الضغط الاوزموزي الغروي الذي سببه المواد البروتينية الموجودة في المصل فيبلغ حوالي 25 ملم زئبق أيضاً وهو

محاضرات فسلجه حيوان / المرحلة الثالثة / قسم العلوم / فرع الاحياء/ كلية التربية الأساسية – حديثة
مدرس المادة : الأستاذ المساعد الدكتور خالد دفيك احمد

متساوي في جميع مناطق الوعاء الشعيري . لا تسبب المواد المذابة الاخرى أي فرق في الضغط الاوزموزي على جانبي جدران الأوعية الشعيرية الدموية لان تراكيزها متساوية على جانبي هذه الجدران بسبب نضوحيه جدران الأوعية الشعيرية لها . بما أن الضغط الشعيري في النهاية الشريانية للوعاء الشعيري الدموي يفوق الضغط الاوزموزي الغروي فان الماء والمواد المذابة فيه عدا البروتينات تخرج من الأوعية الشعيرية إلى ما بين الخلايا أما في النهاية الوريدية فالعكس صحيح أي أن الضغط الاوزموزي الغروي يفوق الضغط الشعيري لذا فان الماء يدخل إلى الأوعية الشعيرية الدموية في هذه النهاية .
إن أول من أوضح دور هاتين القوتين في عبور السوائل خلال جدران الأوعية الشعيرية الدموية هو عالم الوظائف الانكليزي Starling . لقد استطاع عالم الوظائف الأمريكي Landis من قياس الضغط الشعيري في المناطق المختلفة من الوعاء الشعيري وذلك في قاعدة الأظافر من أصابع اليد

التبادل بين السائل بين الخلايا والسائل البيئي

يستطيع الماء أن يخترق الغشاء البلازمي بدون أي عائق ويتبع في ذلك القوانين الاوزموزية أي انه ينتقل من المحلول ذو التركيز الواطئ إلى المحلول ذو التركيز العالي . فإذا قل تركيز السائل البيئي أو زاد عن تركيز محتوى الخلايا أدى ذلك إلى دخول أو خروج الماء من والى الخلايا على التوالي . إن أهم عامل وظيفي يؤثر على انتقال الماء بين داخل الخلايا وخارجها هو الفعاليات الحيوية تؤدي إلى إنتاج مواد ذائبة ذات تأثير اوزموزي مثل حامض لابنيك في العضلات والى ذلك يعزى انتفاخ وتصلب العضلات بعد الرياضة العنيفة نتيجة لتجمع الماء في الألياف العضلية . تختلف سرعة تبادل الماء بين الداخل والخارج باختلاف الخلايا فهي عالية في الكريات الحمراء وكذلك في خلايا الكبد والمعدة أمل العضلات الهيكلية والعظام فان تبادل الماء فيها أبطأ . لقد كان الاعتقاد لحد وقت قريب بان الضغط الاوزموزي على جانبي الغشاء الخلوي متساوي ولكن الدراسات الأخيرة أظهرت بان السائل البيئي المحيط بالخلايا واطئ التوتر Hypotonic قليلاً بالنسبة للمحاليل داخل الخلايا وان هذا الفرق في التركيز ممكن بطرد الماء إلى خارج الخلية بعملية النقل الفعال .
إن تركيز المواد المذابة على جانبي غشاء الخلية مختلف تماماً" . لا تستطيع البروتينات وغيرها من المواد ذات الجزيئات الكبيرة أن تخترق أغشية الخلية أما المواد المذابة الاخرى فهي في تبادل مستمر بين خارج الخلية وداخلها والعوامل المساعدة على هذا التبادل هو :

الانتشار البسيط Simple Diffusion الذي هو نتيجة وجود فرق في التركيز أو في الجهد الكهربائي فتنتقل المواد من الجانب الذي تكون فيه بتركيز عالي إلى الجانب ذو التركيز الواطئ أو مع فرق الجهد الكهربائي .
النقل الفعال Active Transport الذي يحتاج إلى صرف الطاقة والذي يسمح بنقل المواد ضد فرق التركيز أو ضد الجهد الكهربائي بالإضافة إلى انتقالها بهذه الطريقة مع الجهد الكهربائي – الكيمائي أيضاً" .
تستطيع المركبات العضوية ذات الأوزان الجزيئية الواطئة مثل اليوريا والأحماض العضوية والأحماض الامينية والكلوكوز إن تخترق غشاء الخلية بحرية بالانتشار البسيط أو النقل الفعال ، لذا فإنها لا تسبب

محاضرات فسلجه حيوان / المرحلة الثالثة / قسم العلوم / فرع الاحياء/ كلية التربية الأساسية – حديثة
مدرس المادة : الأستاذ المساعد الدكتور خالد دفيك احمد

فرقا" في الضغط الاوزموزي على جانبي جدار الخلية . أما الايونات وبصورة خاصة ايونات الصوديوم والبوتاسيوم فإنها تلاقي صعوبة كبيرة في العبور خلال الغشاء البلازمي بينما هي تخترق جدران الأوعية الشعيرية الدموية بسهولة . تقوم الخلية بطرد ايونات الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم وبذلك يمكن إبقاء تراكيز هذه الايونات داخل الخلايا أوطأ من تراكيزها في السائل البيئي . أما البوتاسيوم فانه على العكس يركز داخل الخلايا .