قسم علوم الحياة / المرحلة الثالثة

المحاضرة الثالثة الفسلجة الحيوانية د. مريم إبراهيم سلمان

الجهاز الإخراجي والكلية Excretory and The Kidney

التوازن المائي والملحي

* المحتوى المائي واللحي للأنسجة يبقى ثابت عادةً ولا يغيير وإن تغير في حدود ضعيفة.

* كمية الماء تحدد فعاليات الخلايا لأن الأفعال الحيوية والفسيولوجية تتطلب وسط سائل هو الماء.

* يؤلف الماء حوالي ثلث وزن الجسم، وإن انخفضت النسبة يؤدي ذلك إلى انخفاض الفعاليات الحيوية.

* النسب المئوية للماء في الجسم اللبائن ٦٥%، الضفادع ٧٨%، الإنسان ٧٠%، سمك البحر ٨٢% الدجاج٧٤%، قنديل البحر ٩٥%.

* والحيوان المتمتع بصحة جيدة هو الذي يستطيع تنظيم وسطه الداخلي وبعكسه يكون مريضاً بسبب عطل في بعض الأعضاء والأجهزة المسؤولة عن تنظيم وخزن الماء مثل مرض السكري الكاذب Diabetes insipidus الذي ينتج عن قلة إفراز الهرمون مانع التبول Antidiuretic Hormone ADH، ويعمل هذا الهرمون على:

    ١. يقلل من تكون البول.
    ٢. يزيد من ضغط الدم في الشرايين لأنه يضيق الأوعية.

* وسبب المرض هو عطل أو تحطم في قسم من منطقة تحت المهاد Hypothalamus حيث يصنع هذا الهرمون و يخزن في النص الخلفي للغدة النخامية Posterior Patiutary و يؤدي إلى زيادة في التبول وعطش شديد.

* وسببه أيضاً أورام سرطانية في تحت المهاد Hypothalamus.

* عجز في قشرة الغدد الكظرية Adrenal cortical Insufficiency.

* أمراض الكلية Renal disease.

* التهاب الأمعاء Interitis.

الكحول : مضاد فعال لـ ADH لذلك بتبول الشخص بكميات كبيرة بفعل تأثيراته المثبطة لإفراز هذا الهرمون ، وتتوسع الأوعية الدموية (يحمر الوجه).

* يجب أن نفرق بين السكري الكاذب ومرض السكري Diabetes Mellitus الذي يتميز بـ

* معدل السكر في الدم = من ١٢٠ إلى ١٨٠ ملغم / ١٠٠ سم ٣ في الدم.

* زيادة سكر الدم تسمى Hyperglycaemia.

* ويؤدي إلى زيادة التبول وعطش شديد.

سبب المرض إزالة أو عطل جزيرات لانجرهانس Isletes of Lingerhans في البنكرياس التي تفرز هرمون الأنسولين Insulin.

تنظيم كمية الماء والأملاح في الجسم يتم بواسطة.

الكليتان والجلد في الانسان بالاضافة الى الخياشيم والغدد الخضر في الحيوانات. يتم التنظيم بطريقة: التنافذ (Osmosis) بالنسبة للماء النقل الفعال Active transport الانتشار Diffusion بالنسبة للأملاح تطلق كلمة Osrmoregulation أو التنظيم الأوزموزي على عملية تنظيم المحتوى المائي او الملحي.

التوازن المائي Water Balance

يفقد الجسم الماء ويكتسبه بطرق مختلفة، ولكي تبقي كمية الماء ثابتة في الجسم يجب أن تكون كمية الماء المكتسبة تساوي كمية الماء المفقودة.

أ - طرائق اكتساب الماء من قبل الجسم.

١) ماء التاكسد oxidation water.

ينتج من اكسدة المواد الغذائية داخل الخلايا وتحويلها إلى ماء و CO_2 (كل غرام من الجلوكوزينتج ٠,٦ ملي / لتر ماء وكل غرام من الشحوم ينتج ١ ملي/ لتر ماء وكل غرام من البروتينات ينتج ٠,٤٢ ملى / لتر ماء). ويسمى الماء الناتج من الأفعال الحيوية Metabolic water ويشكل حوالي ٥ - ١٠% من مجموع الماء في الجسم.

* يكون ماء تأكسد الشحوم أكثر من ماء تأكسد البرتينات إضافة إلى أن طرح الفضلات النايتروجينية للبروتينات يحتاج إلى فقدان كمية من الماء في البول بينما الشحوم لا تنتج فضلات نايتروجينية.

* تقدر كمية ماء التأكسد في الإنسان بحوالي ٣٤٠ غم في اليوم.

* بعض الحيوانات مثل جرذ الكنغر Kangaroo Rat تستغني تماماً عن تناول الماء وتكتفي بماء التأكسد لسد حاجتها.

٢) الماء الموجود في الطعام Food Water.

يختلف باختلاف نوع الطعام فمثلاً الخضر والفواكه ، والحليب تحتوي على ٦٠-٩٠% ماء، الحيوانات التي تعيش في المراعي الخضراء لا تحتاج أحياناً إلى شرب الماء.

٣) ماء الشرب Drinking water مهم لانه الوسيلة الوحيدة التي تنظم كمية الماء في الجسم حيث ليس للانسان والحيوان السيطرة على تحديد كمية ماء التأكسد او ماء الطعام تحت الظروف الاعتيادية.

يشرب الانسان الماء استجابة لحافز العطش Thirst stimulus: إن ظاهرة العطش غير مفهومة فسيولوجياً ولكنها تؤدي إلى :

* جفاف الفم والبلعوم نظراً لقلة إفراز اللعاب (ويكون الشعور بالجفاف مؤلماً وقوياً في الإنسان).

* لقد أظهرت الدراسات وجود مركز متخصص للعطش Thirst center يقع في القسم الوسطي من تحت المهاد Medial part of the hypothalarnus في قاعدة المخ.

* تحفيز خلايا هذا المركز كهربائياً يجعل الحيوان يفتش عن الماء بالرغم من عدم حاجته.

* حقن محلول ملحي في هذه المنطقة للدماغ يحفز الحيوان على شرب الماء بالرغم من عدم حاجته إليه.

* عند انخفاض ماء الجسم يزداد الضغط الأوزموزي للدم ويؤدي إلى زيادة تحفيز خلايا مركز العطش فيؤدي إلى الشعور بالعطش.

ب) طرق فقدان الماء من قبل الجسم:

١) في هواء الزفير والرئتان.

* خروج هواء مشبع بالماء عند الزفير نتيجة التبخر الحاصل في سطح الحويصلات الرئوية والمجاري التنفسية.

* تزداد كمية الماء المفقودة في الزفير بزيادة الحركات التنفسية وبانخفاض رطوبة الهواء الجوي.

* كمية الماء المتبخر من سطح الرئتين = كمية الماء في هواء الزفير - كميته في هواء الشهيق

(في الإنسان = ٣٠٠ غم في اليوم).

٢) التبخر من سطح الجسم (التعرق).

* يتبخر الماء من سطح الجسم بصورة دائمة وبكميات قليلة عن طريق التعرق غير المحسوس Insensible perspiration (كميتها لا تتجاوز ١ / ٢ لتر في الإنسان في اليوم).

* عند التعرق الشديد تصل الكمية إلى حوالي ١٠ - ١٥ لتر في اليوم في الإنسان.

* يزداد التبخر في الجو الحار وعند ممارسة الأعمال الشاقة ووجود ريح عالية.

٣) الماء المطروح مع البراز.

* تعتمد كميته على نوع الطعام وتزداد مع الطعام النباتي.

* في الأبقار تصل كمية الماء المطروحة إلى ٢٠ - ٤٠ لتراً في اليوم.

* عند الإسهال تزداد كمية الماء المطروحة ويتعرض الجسم إلى حالة الجفاف نتيجة فقدان كميات كبيرة من الماء كما في مرض الهيضة (الكوليرا)

٤) الماء المطروح عن طريق التبول.

يتحكم الجسم فسيولوجياً بكمية البول حيث يبقي كمية الماء في الجسم ثابتة لذلك يجب ان يكون حجم الماء المكتسب = حجم الماء المفقود.

* لا يمكن للجسم التحكم إلا بكمية ماء الشرب وفسيولوجيا بكمية البول لتنظيم ماء الجسم.

* عند حرمان حيوان من الماء تطرأ تغيرات للاحتفاظ بأكبر كمية من الماء في الجسم وانخفاض في معدل البول وتلعب المواد الذائبة في البول وقابلية خلايا الكلية على تركيز البول دوراً كبيراً في تحديد حجم البول.

تنظيم طرح الماء في البول.

* يتم طرح البول عن طريق الكليتين وينظم عن طريق هرمون مانع التبول ADH.

* يصنع ADH في منطقة تحت المهاد Hypothalamus في الدماغ.

* يخزن في الفص الخلفي للغدة النخامية Posterior pituitary ويعمل الهرمون من خلال تأثيره على نفرونات الكلية Nephrons مسبباً زيادة في إعادة امتصاص الماء Reabsorption مقللاً بذلك حجم البول .

* عند حرمان الحيوان من الماء يتحفز الفص الخلفي للغدة النخامية لإفراز الـ ADH الذي ينقل عن طريق الدم إلى الكلية فيسبب انخفاض البول لإعادة امتصاص كميات من الماء وبالعكس عند إعطاء كميات كبيرة من الماء.

السوائل الجسمية Body Fluids.

إن نسبة عالية من وزن الجسم يكونها الماء مذابة فيه مواد مختلفة ويسمى الماء والمواد المذابة فيه بالسوائل الجسمية. للسوائل الجسمية أهمية كبيرة في حالة صحة الإنسان والحيوان أو مرضه، تبقى السوائل الجسمية ثابتة الحجوم والتراكيب و اذا تغيرات انحرفت صحة الفرد (مما يدل على وجود مرض). في الكوليرا يفقد الجسم كمية كبيرة من سوائله على شكل قيىء أو إسهال، وفي مرض الإسهال الصيفي Summer diarrhical في الأطفال يفقد الجسم كمية من سوائله.

أقسام السوائل الجسمية Fluid compartment of the body.

تقسم إلى ما يلي:

١. السائل داخل الخلايا Intracellular fluid يبلغ ٥٠% من وزن الجسم.

اغشية الخلايا تملك قابلية عالية في النفاذية بشكل يسمح بمرور بعض الأيونات ويمنع مرور اخرى.

٢. السائل خارج الخلايا Extracellular fluid يبلغ ٢٠ % من وزن الجسم . ويقسم إلى:

أ - مصل أو بلازما الدم Plasma يبلغ ٥%.

ب - السائل البيني Interstitial يبلغ ١٥% يفصل بين القسمين جدار الأوعية الدموية.

ج - السوائل الجسمية الخاصة مثل:

١- السائل الدماغي الشوكي Cerebrospinal fluid.

٢ - السائل المفصلي Synovial fluid.

٣ - السائل العيني Aqueous hurnor.

٤ - سائل القناة الهضمية (العصارات الهاضمة).

٥ - سائل الصفراء.

٦ – البول.

أغشية الخلايا الجسمية .

تتمتع اغشية الخلايا (عدا بطانة الأوعية الدموية) على قابلية إنتخابية عالية في مرور الأيونات High selective permeability إضافة إلى النقل الفعال Active transport. أما بطانة الأوعية الدموية فتتميز بأنها:

١ - لا تسمح بمرور كل من خلايا الدم الحمر RBC ونسبة عالية من بروتينات مصل الدم Plasm proteins والمواد ذات الوزن الجزيني العالي.

٢ - تسمح بمرور الأيونات غير العضوية Inorganic ions والماء Water والمواد ذات الوزن الجزيني الواطىء . وتتأثر عملية التبادل المستمر بين مصل الدم والسائل بحركة القلب وضغط الدم . ويتأثر تركيز السوائل داخل وخارج الخلايا بما يلي:

أ - النفاذية الإنتخابية التي تتمتع بها اغشية الخلايا.

ب -النقل الفعال (مضخة ايونية Electrolyte pump بواسطتها يمكن نقل الأيونات من الخلايا ذات التركيز الواطيء إلى التركيز العالي) مثل إخراج ايون الصوديوم + Na من داخل الخلايا (تركيز واطيء) إلى خارجها (تركيز عالي). أو إدخال أيون البوتاسيوم + K من خارج الخلايا (تركيز واطيء) إلى داخلها (تركيز عالي).

أما حركة الماء فتم حسب ما يأتي:

* تخترق جزيئات الماء معظم الخلايا بسهولة (حسب الضغط).

* عند حقن حيوان بكمية من الماء في الوريد (I . V) يلاحظ:

إن زيادة ضغط الدم نتيجة وجود الماء تؤدى الى انتقاله إلى المسافات البينية ثم إلى داخل الخلايا وبعدها (يحدث توازن في التركيز لكافة السوائل الجسمية).

* حقن الماء بكميات كبيرة في الوريد يمكن أن يؤدي إلى موت الحيوان نتيجة لتشبع الخلايا بالماء ويعرف ذلك بالتسمم المائي Water intoxication.

* يحدث نفس الشيء عند حقن محلول مخفف من ملح الطعام Hypotonic Nacl.

* أما عند حقن محلول متعادل من ملح الطعام Isotonic Nacl (متعادل مع مصل الدم) فيسبب، توزيع الماء بشكل منتظم في الأجزاء المختلفة التي تحوي سائل خارج الخلايا والسائل الخلوي.

* أما حقن محلول مركز من ملح الطعام Hypertonic NaCl فيؤدي إلى سحب الماء إلى مصل الدم وحصول نقص في الماء الخلوي وجفاف الخلايا cellular dehydration.

تركيز السوائل الجسمية

إن تحديد انواع وتراكيز المواد المختلفة في

١. مصل الدم أو الكريات الحمر (سهل) بالحصول على عينات من هذه المواد.
٢. السائل البيني (معقد) نظراً لصعوبة الحصول عليه لأن المسافات بين الخلايا لا يتجاوز سمكها ١,٥ مايكروميتر (اقرب شيء إليه هو اللمف).
٣. السائل داخل الخلايا اكثر تعقيداً لأن النتائج التي تحصل عليها من النسيج لا تمثل السائل داخل الخلايا فقط وإنما السائل البيني ايضاً.

تتكون السوائل الجسمية من

* الماء والمواد المختلفة المذابة فيه.
* يختلف تركيب السائل داخل الخلايا عن السائل خارج الخلايا وبقية السوائل الجسمية.
* السائل داخل الخلايا غني بـ الأيونات الموجبة مثل أيونات البوتاسيوم +K (تشكل معظم الأيونات الموجبة) وأيونات الصوديوم والكاليسيوم والمغنسيوم +Na، ++Ca، ++Mg على التوالي.
* الأيونات السالبة العضوية - كالأحماض الأمينية والبروتينات والأحماض العضوية واللاعضوية مثل الكلور والبيكربونات والفوسفات والكبريت.

البلازما والسائل البيني

يتشابهان في التركيب عدا خلو المواد البروتينية في السائل البيني وتتكون من ايونات موجبة : + , ++Mg Na , K+ , ++Ca وأيونات سالبة - CI (بصورة رئيسية) و - HPO4 و-HCO3 وقليلاً من الأيونات العضوية . أما السوائل الجسمية الخاصة فتتكون من الدم وهي في توازن ديناميكي مع الدم لكنها تختلف عن تركيب المصل . مثلاً العصارة المعدية : شديدة الحموضة (الجزء الأعظم منها ايونات موجبة مثل + H إضافة إلى + Na وهذان الأيونان الموجبان يتعادلان بواسطة - CI وكذلك + Na (حسب قانون تعادل الكهربائية)

المحيط الخارجي والمحيط الداخلي

المحيط الخارجي ويشمل:

الهواء بدرجة حرارته ورطوبته وكمية الأوكسجين فيه حيث يؤثر على الكائن الحي .

المحيط الداخلي وهو:

المحيط الذي يحمله الكائن الحي داخل جسمه و يتمثل بالسائل البيني الذي يحيط بكل خلية من خلايا الجسم والسوائل الأخرى التي في تبادل مستمر مع السائل البيني مثل السائل داخل الخلايا ، ومصل الدم، والسوائل الجسمية الخاصة . وأي إرباك في كمية وتركيب هذه السوائل تؤدي الى المرض واختلال التوازن.

أول من وضع فكرة السائل البيني العالم الفرنسي كلودبر نارد Claude Bernard الذي عاش في القرن الماضي حيث أشار إلى أن

* المحيط الخارجي كالهواء والماء لا يمثل المحيط الحقيقي لخلايا الجسم . لأن المحيط الحقيقي هو السائل البيني الذي يحيط بالخلايا وكذلك مصل الدم الذي هو في تبادل مستمر معه وقد سمي السائلين بالوسط الداخلي ليميزه عن الوسط الخارجي .

* وبالرغم من تغير المحيط الخارجي من وقت لآخر يبقى الوسط الداخلي ثابتاً بواسطة وسائل تنظيمية مختلفة .

* اطلق العالم الأمريكي والتركانون Walter Cannon كلمة ثبوت داخلي omeostasis على ثبات الوسط الداخلي للجسم مثل :

١ - درجة حموضة الدم pH ثابت = ٧,٤ عند انخفاضها عن هذا الحد يصاب الشخص بزيادة حموضة الدم Acidaemia عند ارتفاعها عن الحد يصاب الشخص بزيادة قاعدية الدم Alkalaemia وكلتا الحالتين مصحوبة باعراض شديدة مرضية كاضطراب التنفس والغيبوبة .

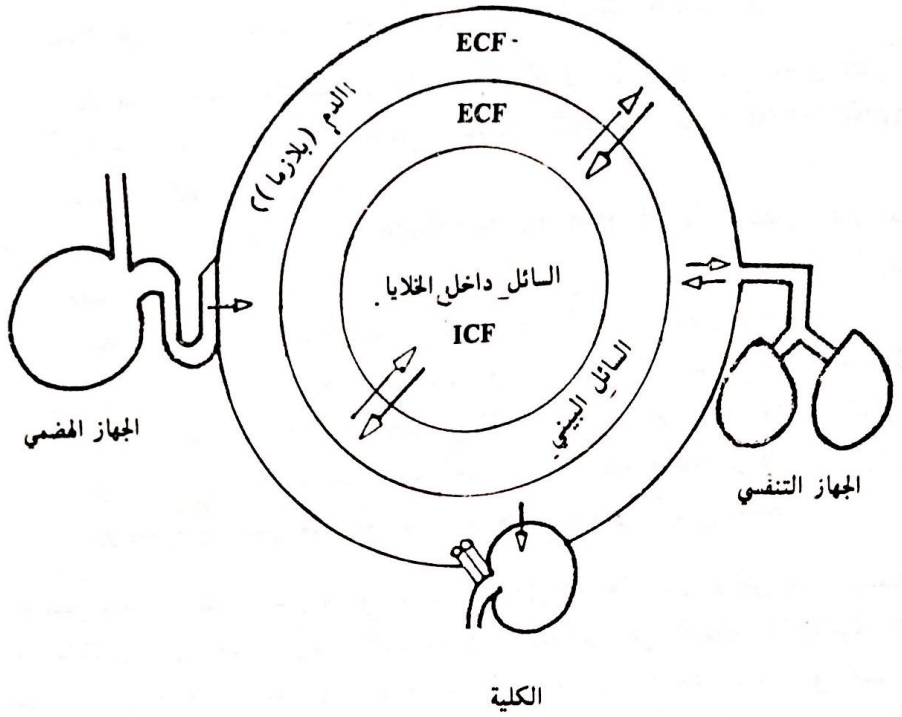
٢ - تركيز الكالسيوم في الدم (١٠ ملغم / ١٠٠ سم ٣) إذا تغير عن هذا الحد أدى إلى أعراض مرضية حادة .

٣ - كذلك تغير مستوى الكلوكوز في الدم ومستوى الصوديوم والبوتاسيوم في السوائل الجسمية وكمية الماء في الجسم .

تعتبر جميع هذه الحالات المرضية إرباك في السوائل الجسمية وتغير ثبوتية Constancy الوسط الداخلي للجسم اي تغيير في التوازن Homeostasis

التبادل بين السوائل الجسمية المختلفة :

يوجد تبادل مستمر بين المصل والسائل البيني وبين الاخير والسائل داخل الخلايا ولكن بالرغم من هذا التبادل الذي يتناول الماء والمواد المذابة فيه تبقى تراكيب السوائل الجسمية المختلفة متميزة عن بعضها وذلك بوجود الأغشية الفاصلة بين هذه السوائل الجسمية وهي الغشاء البلازمي الذي يفصل بين السائل داخل الخلايا والسائل البيني وجدران الأوعية الشعرية الدموية التي تكون حاجزاً بين المصل والسائل البيني. يتناول هذا التبادل الماء وجميع المواد المذابة فيه عدا البروتينات التي تلاقي جزيئاتها صعوبة في اختراق الأغشية الخلوية . ان التبادل بين المصل والسائل البيني اسهل من التبادل بين الأخير والسائل داخل الخلايا لذا فان المصل يشابه في تركيبه السائل البيني فيما عدا خلو الأخير من البروتينات.



رسم تخطيطي يوضح التبادل بين السوائل الجسمية المختلفة مع بعضها البعض ومع المحيط الخارجي في الحيوانات عموما

ومن جهة اخرى هناك فروق واضحة بين تركيب السائل البيني والسائل داخل الخلايا. يضمن التبادل الحر بين المصل والسائل البيني ايصال الأوكسجين والمواد الغذائية من الدم الى الخلايا وايصال الفضلات من الخلايا الى الدم تمهيدا لطرحها الى الخارج ، أم التبادل المقيد بين داخل وخارج الخلايا فيضمن للخلية اختيار المواد الضرورية وبالكميات اللازمة لحدوث الأفعال الحيوية المختلفة .

التبادل بين المصل والسائل البيني :

يحدث هذا التبادل عن طريق جدران الأوعية الشعرية الدموية لان جدران الشرايين والأوردة هي عضلية سميكة لاتسمح بمرور أية مادة خلالها بينما تتألف جدران الأوعية الشعرية الدموية من صف واحد من الخلايا الطلائية 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 البيني هما :

١) الضغط الشعيري capillary pressure الذي يعمل على دفع مصل الدم الى خارج الأوعية الشعرية وتدعى العملية بالترشيح الفوتي ultrafiltration الخلو الراشح من البروتينات .

٢) الضغط الأوزموزي الغروي colloid osmotic pressure لمصل الدم الذي يعمل حسب القواعد الأوزموزية على ارجاع السوائل الى داخل الاوعية الشعرية الدموية. يعزي هذا الفرق في الضغط الأوزموزي على جانبي جدران الأوعية الشعرية الى التباين في تركيز البروتينات في المصل والسائل البيني وليس الى المحاليل الملحية في المصل لأن تراكيز هذه المحاليل متساوي على الجانبين بسبب نضوحية الجدران التامة لهذه المواد . آن تركيز البروتينات في المصل هو أكثر من تركيزها في السائل البيني بسبعة أضعاف.

يبلغ معدل الضغط الشعيري في الانسان حوالي ٢٥ ملم زئبق ولكن هذا الضغط غير متجانس على طول الوعاء الشعيري وانما يتضائل من النهاية الشريانية الى النهاية الوريدية حيث يبلغ في النهاية الشريانية حوالي ٣٥ ملم زئبق وفي النهاية الوريدية ١٥ ملم زئبق. اما الضغط الأوزموزي الغروي الذي سببه المواد البروتينية الموجودة في المصل فيبلغ حوالي ٢٥ ملم زئبق ايضاً وهو متساوي في جميع مناطق الوعاء الشعري. لاتسبب المواد المذابة الأخرى اي فرق في الضغط الأوزموزي على جاني جدران الأوعية الشعرية الدموية لأن تراكيزها متساوية على جانبي هذه الجدران بسبب نضوحية جدران الأوعية الشعرية لها سبقت الإشارة الى ذلك. بما أن الضغط الشعيري في النهاية الشريانية للوعاء الشعري الدموي يفوق الضغط الأوزموزي الغروي فان الماء والمواد المذابة فيه (عدا البروتينات بسبب اوزانها الجزيئية العالية) تخرج من الأوعية الشعرية الي مابين الخلايا اما في النهاية الوريدية فالعكس صحيح أي أن الضغط الأوزموزي الغروي يفوق الضغط الشعيري لذا فان الماء يدخل الى الأوعية الشعرية الدموية في هذه النهاية.

ان اول من اوضح دور هاتين القوتين في عبور السوائل خلال جدران الأوعية الشعرية الدموية هو عالم الوظائف الانكليزي ستارلينك Starling وذلك في بداية هذا القرن. لقد استطاع عالم الوظائف الأمريكي لاندس من قياس الضغط الشعري في المناطق من الوعاء الشعري وذلك في قاعدة الأظافر من اصابع اليد.

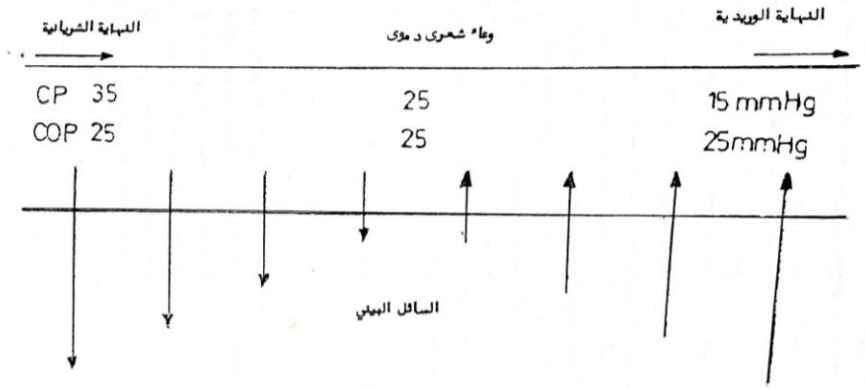
يشبه السائل الخارج من الوعاء الشعري مصل الدم في جميع مكوناته مع فرق واحد مهم وهو أنه لا يحتوي الا على كميات ضيئلة من المواد البروتينية. لا تستطيع الكميات القليلة من البروتينات المتسربة الى السائل البيني أن تعود الى الدم لذا فان هناك احتمال تجميع المواد البروتينية في السائل البيني لولا وجود الجهاز اللمفاوي الذي يعيد هذه المواد الى المجرى الدموي. لقد أظهرت القياسات بان تسعة أعشار السائل الذي يخرج من الأوعية الشعرية الدموية في النصف الأول من الوعاء يعود فيدخل الدم في النصف الأخير منه. اما العشر الباقي من هذا الراشح فانه ايضاً يعاد الى الدورة الدموية ولكن بواسطة الجهاز اللمفاوي، لذا فان حجم كل من المصل والسائل البيني يبقى ثابتاً في حالات الصحة و ان اي تبدل في قيم احدى هاتين القوتين (الضغط الشعيري او الضغط الأوزموزي الغروي) يؤدي الى ارباك في توزيع السوائل بين المصل والسائل البيني وبالتالي الي حدوث حالات مرضية خطيرة.

التبادل بين السائل داخل الخلايا والسائل البيني :

يستطيع الماء أن يخترق الغشاء البلازمي بدون اي عائق ويتبع في ذلك القوانين الأوزموزية أي انه ينقل من المحلول ذو التركيز الواطيء الى المحلول ذو التركيز العالي، فاذا قل تركيز السائل البيني او زاد عن تركيز محتوى الخلايا ادى ذلك الى دخول او خروج الماء الى ومن الخلايا على التوالي. إن أهم عامل وظيفي يؤثر على انتقال الماء بين داخل الخلايا وخارجها هو الفعاليات الحيوية لأن هذه الفعاليات تؤدي الى انتاج مواد ذائبة ذات تأثير اوزموزي مثل حامض اللبنيك lactic acid في العضلات والي ذلك يعزي 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 أما العضلات الهيكلية والعظام فإن تبادل الماء فيها أبطا.

لقد سبقت الإشارة مرات عديدة بأن تركيز المواد المذابة على جاني غشاء الخلية مختلف تماماً. لاتستطيع البروتينات وغيرها من المواد ذات الجزيئات الكبيرة أن تخترق اغشية الخلية أما المواد المذابة الأخرى فهي في تبادل مستمر بين خارج الخلية وداخلها والعوامل المساعدة على هذا التبادل هي :

١) الانتشار البيط simple diffusion الذي هو نتيجة وجود فرق في التركيز أو في الجهد الكهربائي فتنتقل المواد من الجانب الذي تكون فيه بتركيز عالي الى الجانب ذو التركيز الواطيء او مع فرق الجهد الكهربائي.
٢) النقل الفعال active transport الذي يحتاج الى صرف الطاقة والذي يسمح بنقل المواد ضد فرق التركيز او ضد الجهد الكهربائي بالاضافة الى انتقالها بهذه الطريقة مع الفرق في الجهد الكهربائي - الكيميائي ايضاً.



القوى المتحكمة في تبادل السوائل بين الدم والسائل البيني CP الضغط الشعيري

COP الضغط الازموزي الغروي

تستطيع المركبات العضوية ذات الأوزان الجزيئية الواطئة مثل اليوريا والأحماض العضوية والأحماض الأمينية والكلوكوز أن تخترق غشاء الخلية بحرية بالانتشار البسيط او النقل الفعال، لذا فانها لاتسبب فرقاً في الضغط الأوزموزي على جاني غشاء الخلية. أما الأيونات وبصورة خاصة ايونات الصوديوم والبوتاسيوم فانها تلاقي صعوبة كبيرة في العبور خلال الغشاء البلازمي بينما هي تخترق جدران الأوعية الشعرية الدموية بسهولة. تقوم الخلية بطرد ايونات الصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم وبذلك يمكن ابقاء تراكيز هذه الأيونات داخل الخلايا أوطأ من تراكيزها في السائل البيني. اما البوتاسيوم فانه على العكس يركز داخل الخلايا.