الدكتور عبد الحميد الملقي

فيزيولوجيا السوائل و الشوارد

مكونات الجسم

١- الماء ٦٠ – ٧٠% من وزن الجسم

٢- البروتينات ١٥- ١٨ % من وزن الجسم

٣- الدهون ١٢ – ١٥ % من وزن الجسم

٤- العناصر المعدنية (الكهارل) ٥ – ٨ % من وزن الجسم

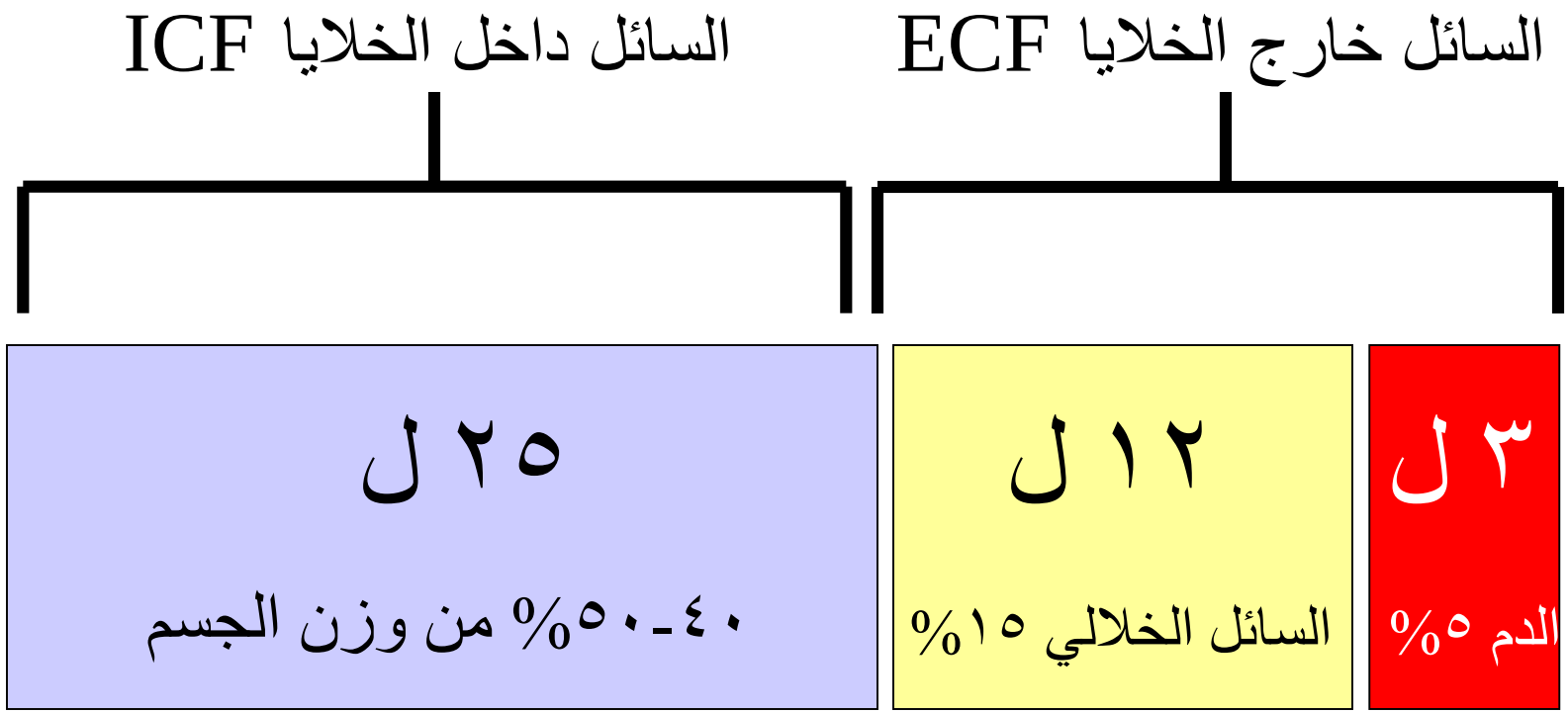
نسبة الماء في الجسم

- نسج غير دهنية: ٧١ -٧٢ مل/ ١٠٠ غ
- نسج دهنية < ١٠ %
- تختلف باختلاف:

  العمر

  الجنس

  الحالة الصحية



٤٠ ـ ٤٢ ل الحجم الكلي لسوائل الجسم عند إنسان وزنه ٧٠ كغ

استتباب التوازن المائي

- مدخول الماء اليومي عند البالغ ٢١٠٠-٢٢٠٠ مل
(الشرب، الوجبات) + ١٥٠- ٢٥٠ مل من الاستقلاب
- الإطراح اليومي = المدخول اليومي
١٤٠٠مل مع بول
٣٥٠ مل تبخر مع الزفير
٤٥٠ مل عبر الجلد (انتشار + تعرق)
١٠٠ مل مع الغائط

الإطراح اليومي للماء (مل)

سبيل الفقدان	حالة الراحة	الطقس الحار	الأعمال المجهدة
التعرق	100	1400	5000
الجهاز التنفسي	350	300	650
الجهاز البولي	1400	1200	500
الانتشار عبر الجلد	350	350	350
الجهاز الهضمي	100	100	100
المجموع	2300	2350	6600

استتباب التوازن المائي

- المدخول اليومي = الإطراح اليومي
- تنظيم التوازن: منعكس العطش، التقليل من فقد الماء عبر الكلية و الجلد و التنفس، آلية معقدة وعدة هرمونات
- الفقد الكبير دون تعويض ← التجفاف (الماء و الكهارل)
- الفقد السريع على حساب الحيز الخلالي (Na^+)
- الفقد المستمر يطال الحيز داخل الخلايا (K^+) **خطير**

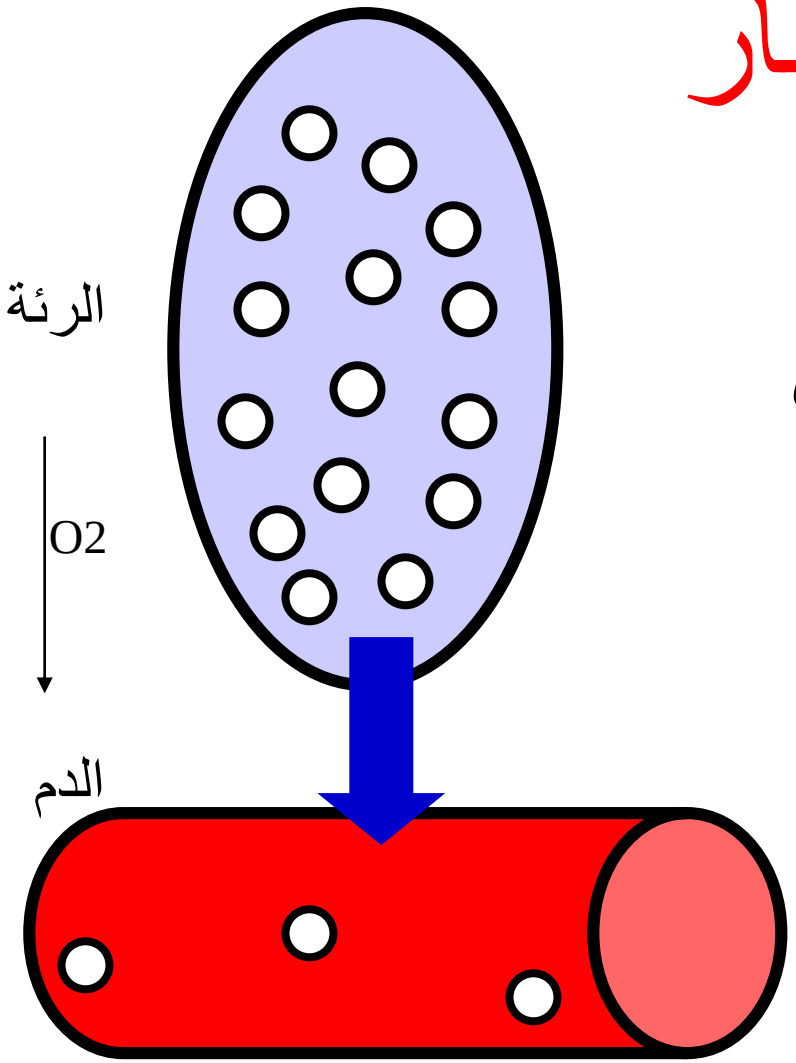
الكهارل (الشوارد)

الحيز خارج الخلايا	الحيز داخل الخلايا
Na^{+}	K^{+}
Cl^{-}	Mg^{+2}
HCO^{-}_{3}	HPO_4^{-3}
Ca^{+2}	

المواد المنشطة تناضحياً و الموجودة في سوائل الجسم
مقيسة بوحدة الميلي أوسمول \ كغ ماء

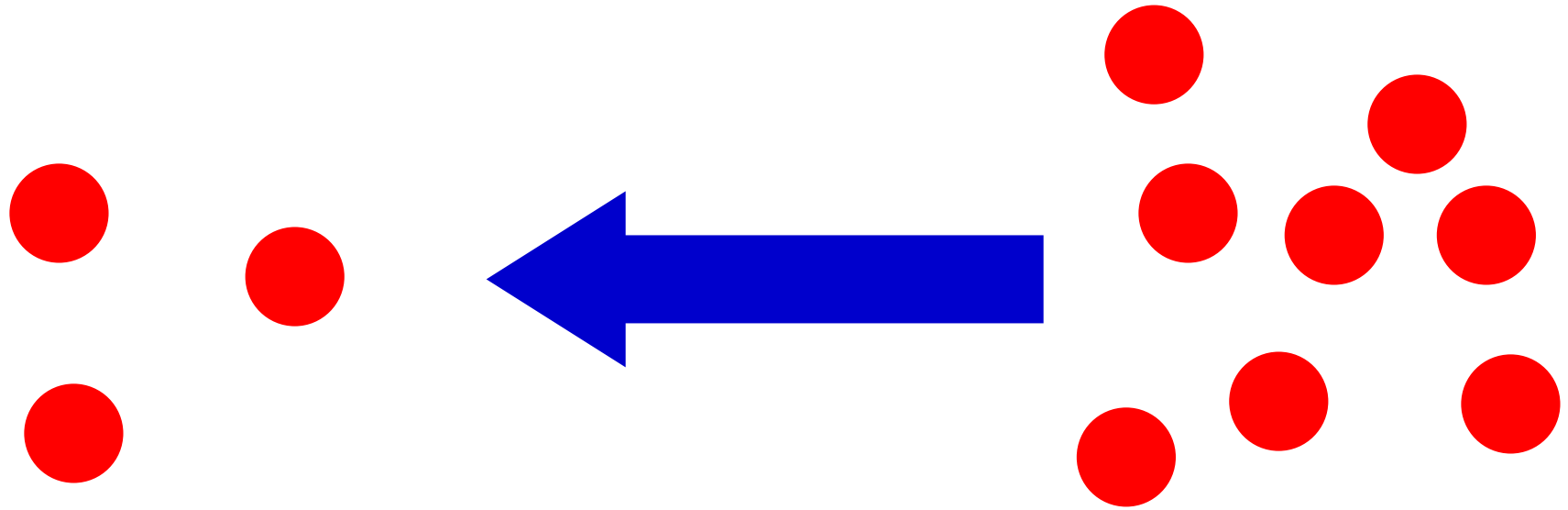
المادة	التركيز		
	المصورة	السائل الخلالي	السائل داخل الخلايا
Na^+	١٤٦	١٤٢	١٤
K^+	٤,٢	٤	١٤٠
Ca^{++}	٢,٥	٢,٤	٠,٠٥
Mg^{++}	١,٥	١,٤	٣١
Cl^-	١٠٥	١٠٨	٤
HCO_3^-	٢٧	٣٨,٣	١٠
HPO_4^{--}, $H_2PO_4^-$	٢	٢	١١
SO_4^{--}	٠,٥	٠,٥	١
الغلوكوز	٥,٦	٥,٦	—
البروتينات	١,٢	٠,٢	٤
البولة	٤	٤	٤
المواد العضوية الأخرى	٣,٤	٣,٤	٨٣,٢
المجموع	٣٠٢,٩	٣٠١,٨	٣٠٢,٢

الانتشار



- تحرك الجزيئات من التركيز المرتفع إلى التركيز المنخفض
- آلية منفعلة

Diffusionالانتشار

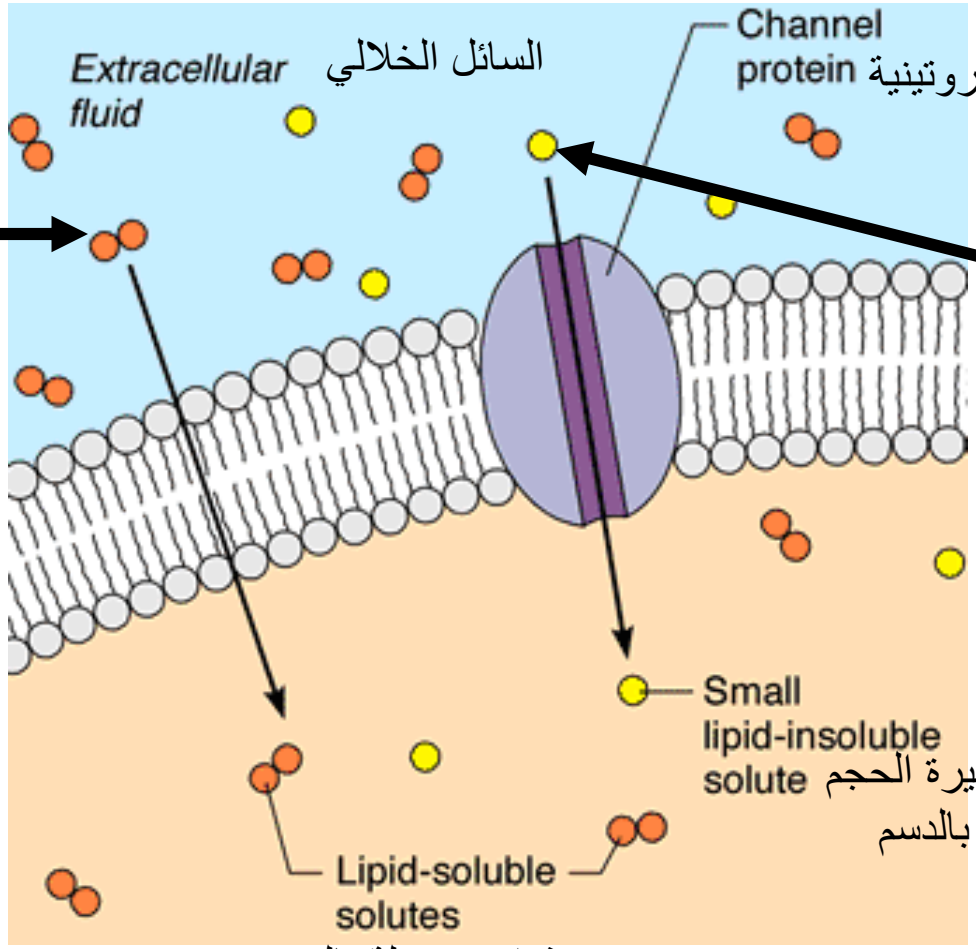


تركيز مرتفع

تركيز منخفض

الانتشار

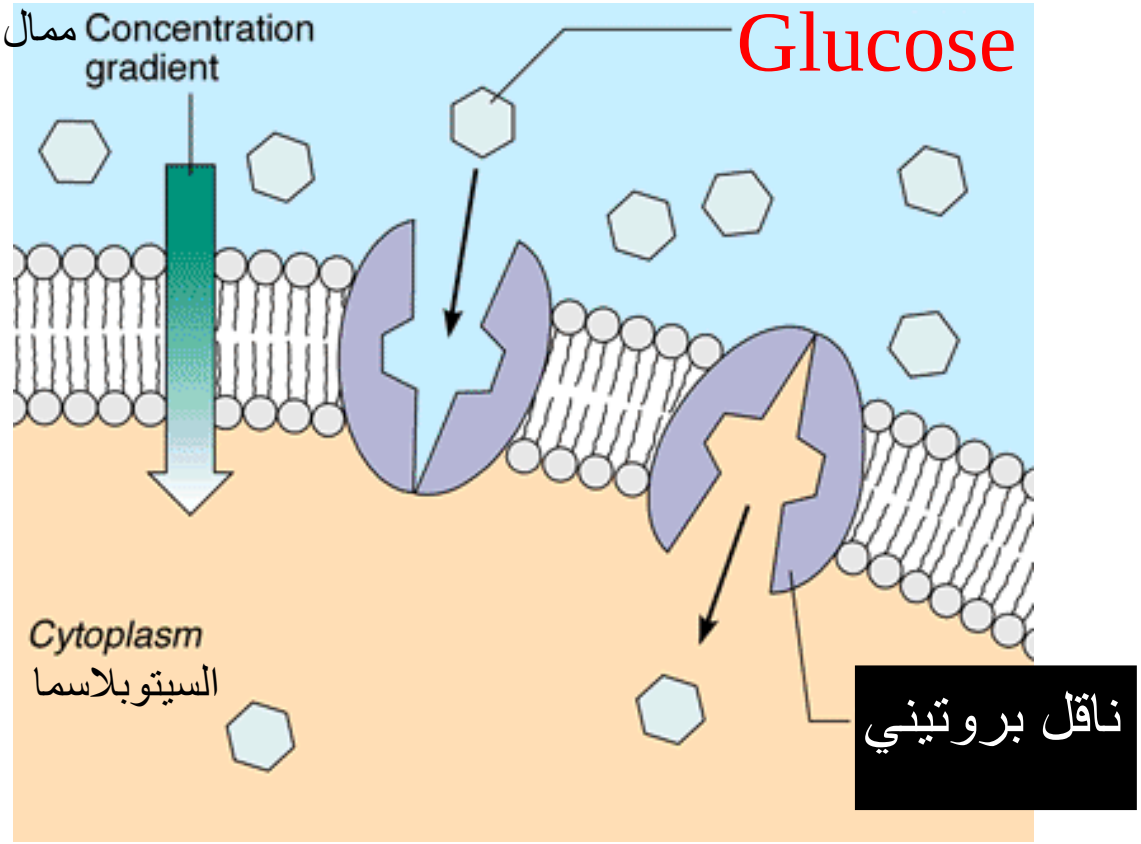
الدهون
O2
CO2



الانتشار الميسر
Facilitated Diffusion

- تحرك الجزيئات عبر الغشاء بمساعدة ناقل بروتيني
- آلية منفعلة

الانتشار الميسر

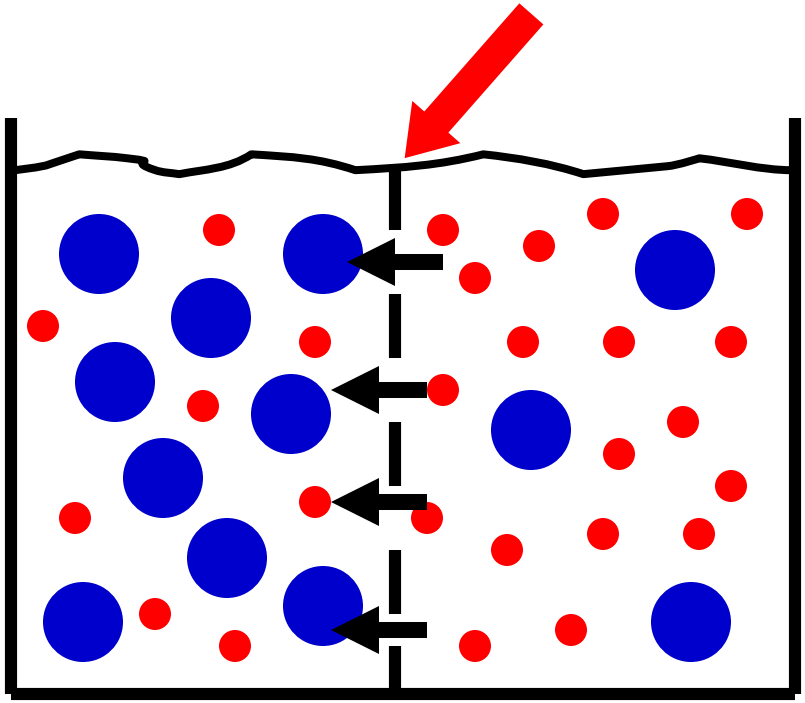


الحلول Osmosis

- تحرك ***الماء*** عبر غشاء نصف نفوذ من المنطقة قليلة الذوائب إلى المنطقة كثيرة الذوائب
- آلية منفعلة

الحلول Osmosis

غشاء نصف نفوذ



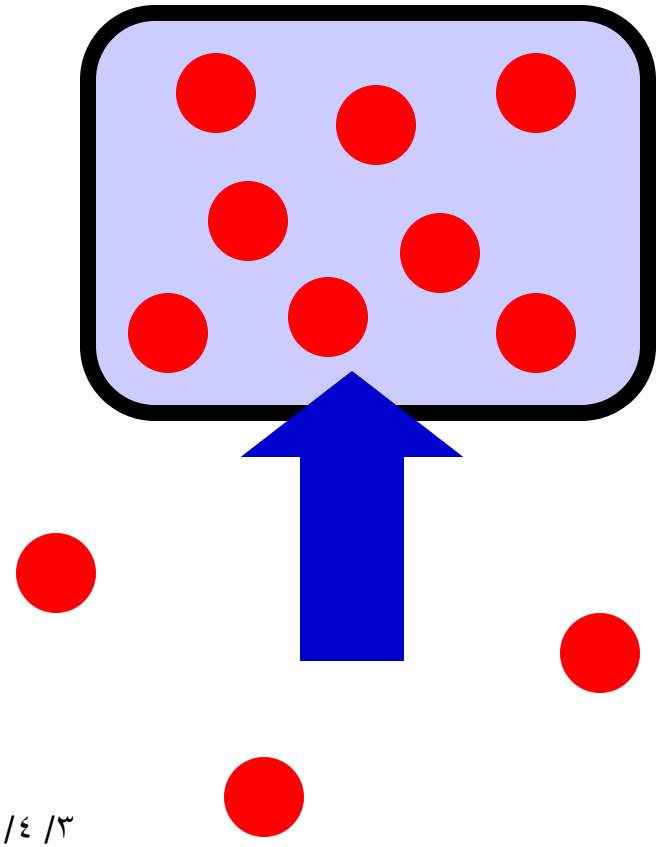
منطقة قليلة الذوائب غير النفوذة

منطقة كثيرة الذوائب غير النفوذة

النقل الفاعل Active transport

- تحرك الجزيئات من التركيز المنخفض إلى التركيز المرتفع
- نقل فعال
- يحتاج إلى طاقة
- يحتاج إلى ناقل بروتيني

النقل الفاعل



منطقة عالية التركيز

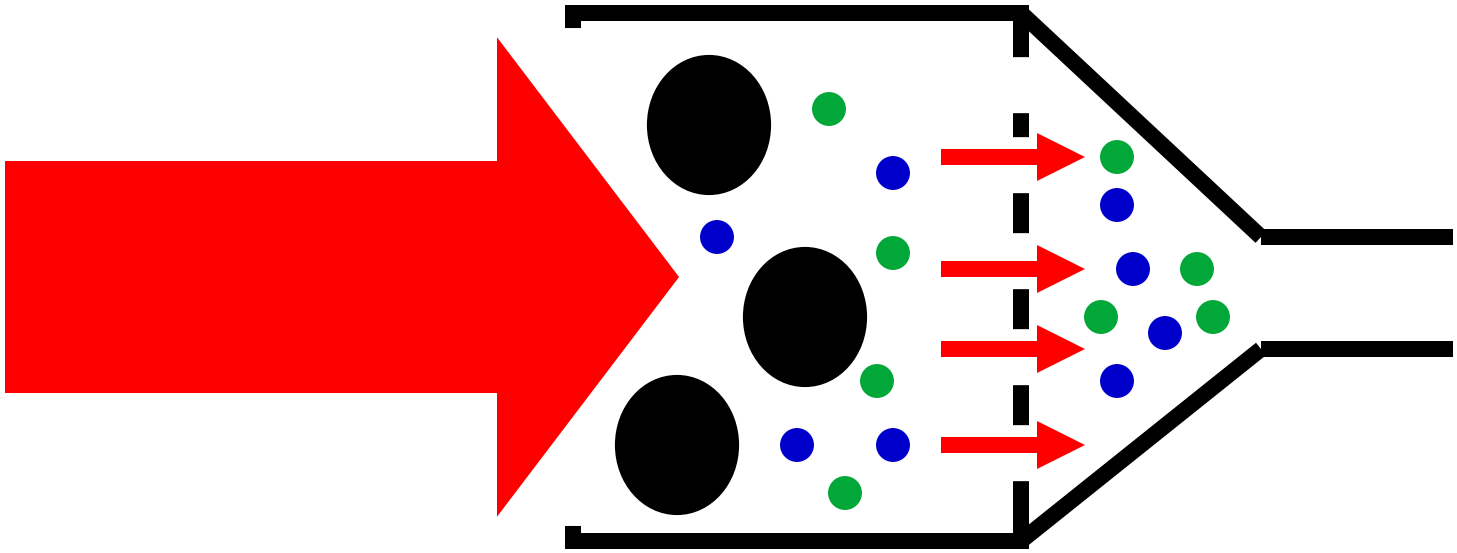
منطقة منخفضة التركيز

الترشيح Filtration

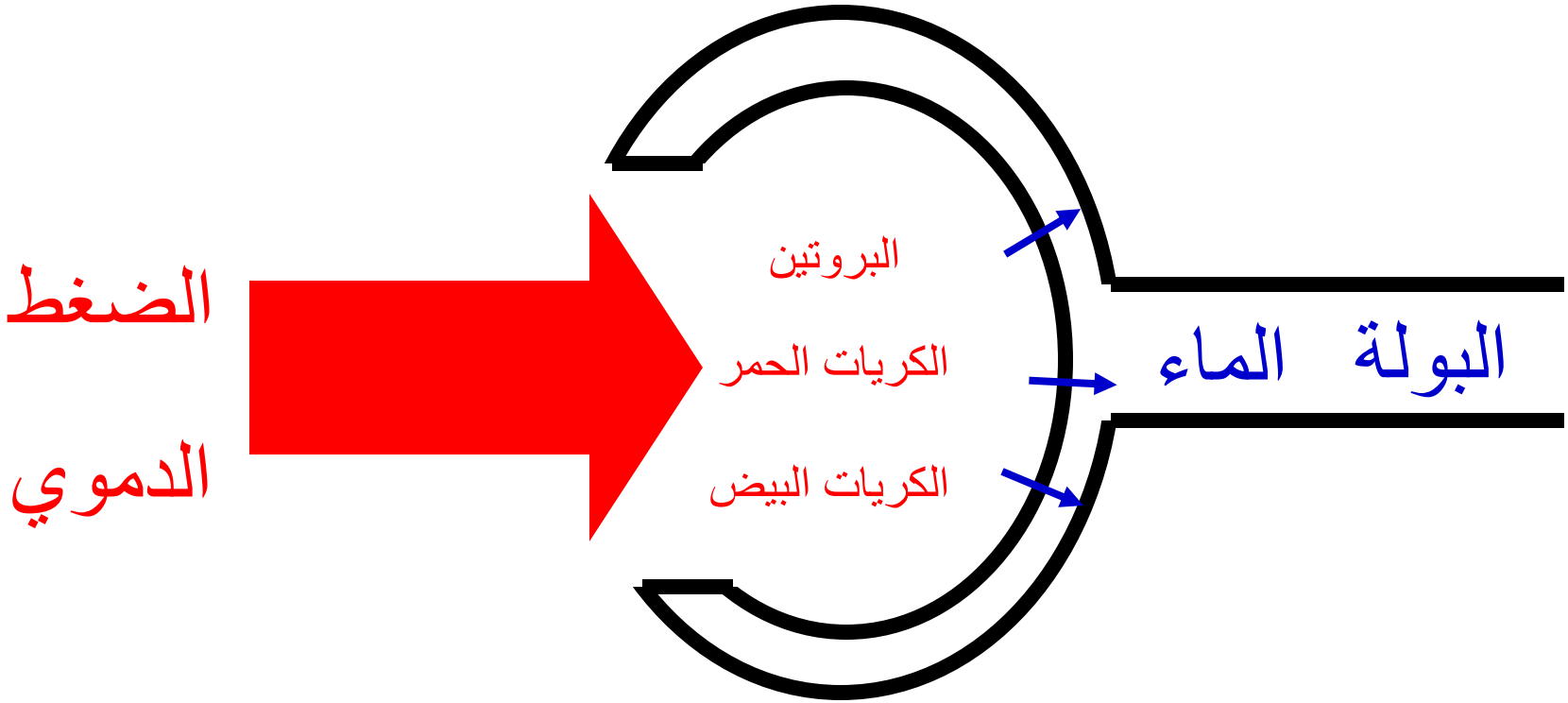
- هو فصل الجزيئات الكبيرة عن الصغيرة
- يدفع ضغط الماء السكوني الماء و الجزيئات الصغيرة

القادرة على اجتياز الثقوب نحو الطرف الأخر

الترشيح



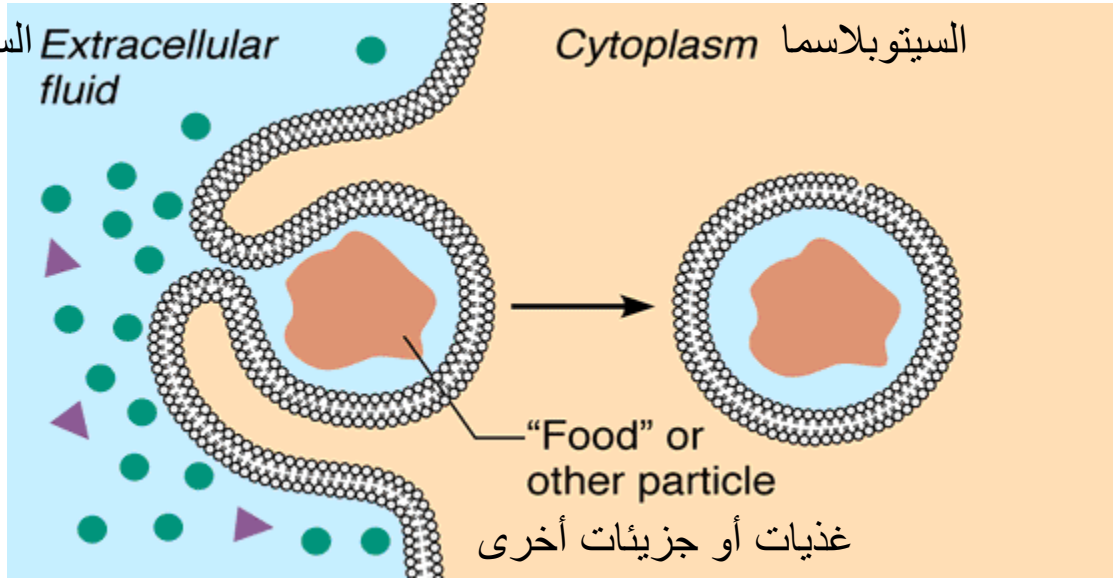
الترشيح فى عرى الكلية



Phagocytosis البلعمة

ابتلاع الجزيئات من قبل الخلية

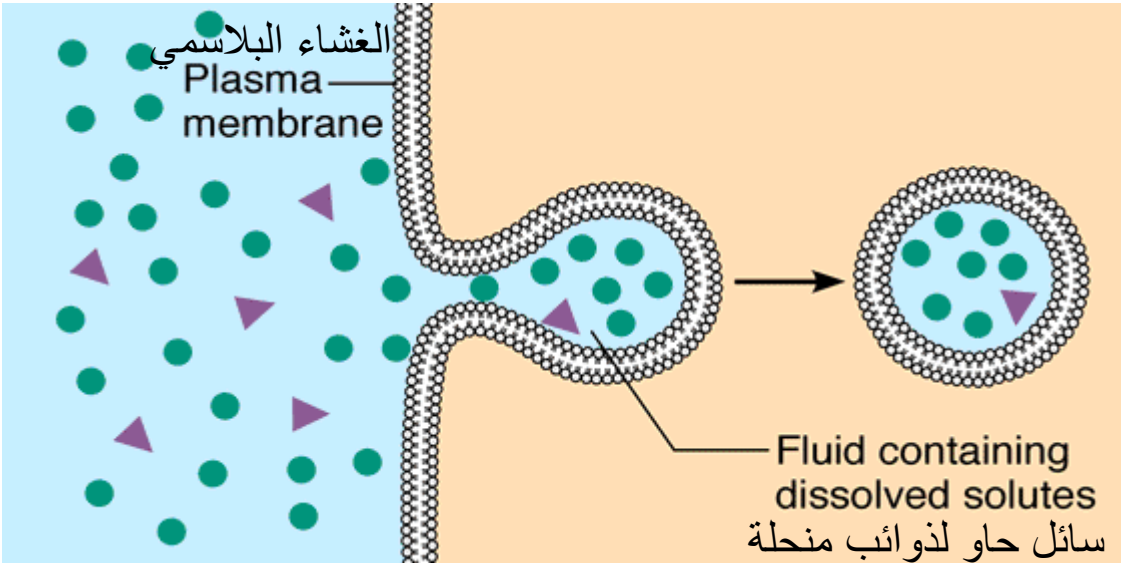
مثال: ابتلاع الكريات البيضاء للجراثيم



الاحتساء Pinocytosis

ابتلاع السائل من قبل الخلية

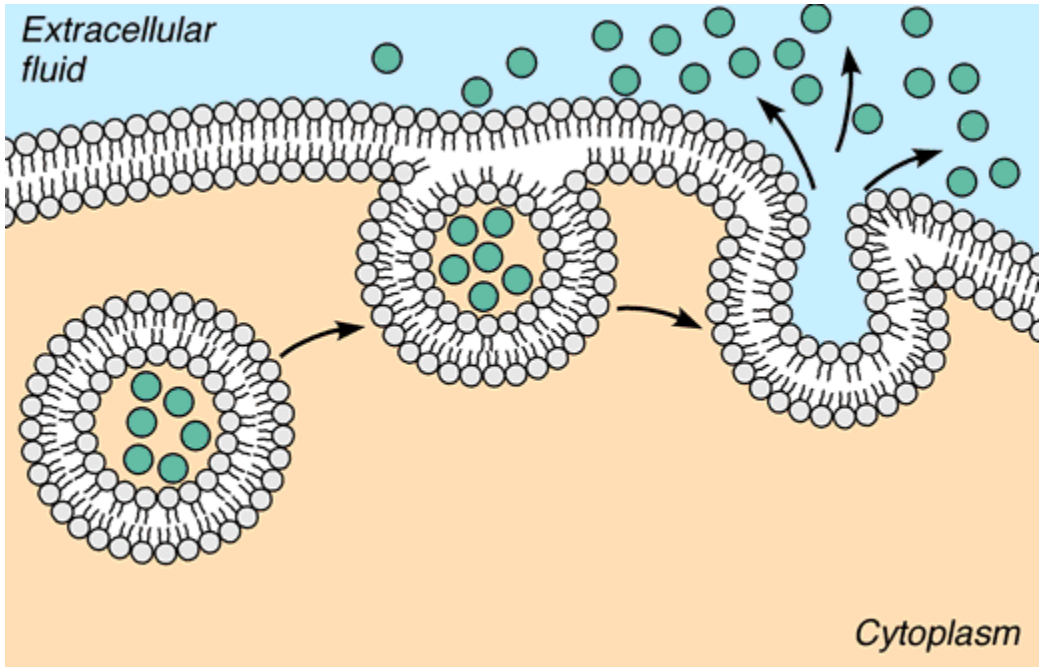
مثال: خلايا الأنبوب الهضمي تمتص السائل المغذي



Exocytosis الالتفاظ

إفراز المواد خارج الخلية

مثال: إفراز اللعاب من الغدد اللعابية



التوازن الحمضي القلوي

- الحفاظ على Ph طبيعي أمر أساسي لاستمرار الحياة
  الحماض Ph<٧,٣٥ يثبط الجهاز العصبي (سبات)
  القلاء Ph>٧,٤٥ يثير الجهاز العصبي (اختلاج)
- تختلف قيمة Ph حسب سائل الجسم، فهي ٧,٤١ في الدم الشرياني و ٧,٣٤ في السائل الخلالي و ٤,٥- ٨ في البول

آليات التوازن الحمضي القلوي

- آليات استتباب التوازن الحمضي القلوي:

- إنتاج الحموض و الأسس
- طرح الحموض و الأسس
- الجمل الدارئة الكيميائية

كيمياء الحموض و الأسس

- الحمض مركب كيميائي مانح ل H^+ بينما الأساس متلق لها
- تقاس قوة الحمض بميله للتشرد و إعطاء H^+ بسهولة بينما تقاس قوة الأساس بمدى ألفته و اتحاده مع H^+
- HCL حمض قوي لأنه شديد التشرد بينما H_2CO_3 حمض ضعيف لأنه ضعيف التشرد
- OH^- من الأسس القوية لشدة ألفته ل H^+ بينما $H_2PO_4^-$ أساس ضعيف
- الحموض و الأسس الضعيفة أساس الجمل الدارئة في الجسم
- الشوارد السالبة في الجسم كالبروتينات تلعب دور أسس لاتحادها مع H^+

درء الإنتاج الزائد من H^+

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

- الإنظيم المسؤول عن هذا التفاعل هو أنهيدراز كاربونيك
- العامل الأول في تنظيم PH هو الجمل الدارئة وأهمها الموجودة داخل معظم الخلايا التي تستجيب خلال جزء من الثانية
- العامل الثاني هو التنفس: ↓ PH ← ↑ معدل التنفس و العكس صحيح و يستجيب خلال ١-١٢ د
- العامل الأهم و الأقوى هو الإطراح الكلوي و يتدخل من خلال زيادة أو نقصان إطراح الحموض والبيكربونات في البول ولكنه يحتاج وقتا أطول (ساعات إلى أيام)

الجمل الدارئة

- جملة مكونة من حمض ضعيف مع ملحه القلوي قوي التشرد أو من أساس ضعيف مع ملحه الحمضي قوي التشرد
- ٣ جمل أساسية:

- البروتينات الخلوية و الدموية و من أهمها الخضاب
- جملة البيكربونات
- جملة الفوسفات

- لكل من هذه الجمل درجة PH تكون قوتها الدارئة أعظمية و تدعى pK

جملة البيكربونات

- تتألف من H_2CO_3 و $NaHCO_3$
- pK = ٦,١ و هي أصغر كثيرا من القيمة السوية لPH الدم (٧,٤) ← قوتها الأعظمية في الحماض
- **خارج الخلايا**
- أهميتها هو قدرة الجسم الكبيرة على التحكم بكمية HCO_3^-، فالكلية تطرح و تعيد امتصاص البيكربونات حسب مستواها في الدم و التنفس يطرح CO_2 الذي يمكن أن يتحول إلى HCO_3^-

جملة الفوسفات

- تتألف من H_3PO_4 و Na_2HPO_4
- pK = ٦,٨ و هي أصغر و لكنها قريبة من القيمة السوية
- تراكيزها قليلة خارج الخلايا (أقل من البيكربونات ب١٢ مرة)
- مهمة داخل الخلايا و لاسيما خلايا النبيبات الكلوية بسبب تركيزها المرتفع و انخفاض PH داخل الخلايا

جملة البروتينات و الخضاب

- هي شوارد سالبة لاقطة لH^+
- الأكثر أهمية لسببين:

- وفرة البروتينات الخلوية و الدموية
- pK قريبة من القيمة السوية لPH الدم (تختلف حسب الحموض الأمينية المكونة)

- مسؤولة عن ¾ القوى الدارئة داخل الخلية
- أقل أهمية خارج الخلية

تحكم التنفس بالتوازن الحمضي القلوي

- يعتمد PH الدم على كمية CO_2 الناتج عن تفكك H_2CO_3 الناتج عن الاستقلاب
- تعتمد آلية تحكم التنفس بالتوازن الحمضي القلوي على:

١. CO_2 ↑ ← PH ↓ (الحماض) ← التهوية السنخية و ↑ طرح CO_2 ← PH ↑ و العكس صحيح

٢. H^+ تنبه مركز التنفس مباشرة ← التهوية السنخية

- الطاقة الدارئة للتنفس > مرتين من مجموع قدرات الجمل الدارئة الكيميائية

تحكم الكلية بالتوازن الحمضي القلوي

- الكلية هي العامل الأهم و الأقوى في التحكم بالتوازن الحمضي القلوي و لاسيما على المدى الطويل من خلال زيادة أو نقصان إطراح الحموض في البول
- الأليات:

١- التحكم بمستوى الجمل الدارئة الكيميائية ولاسيما الفسفات

٢- طرح أو إعادة امتصاص H^+ و HCO_3^-

٣- تشكيل الأمونيا

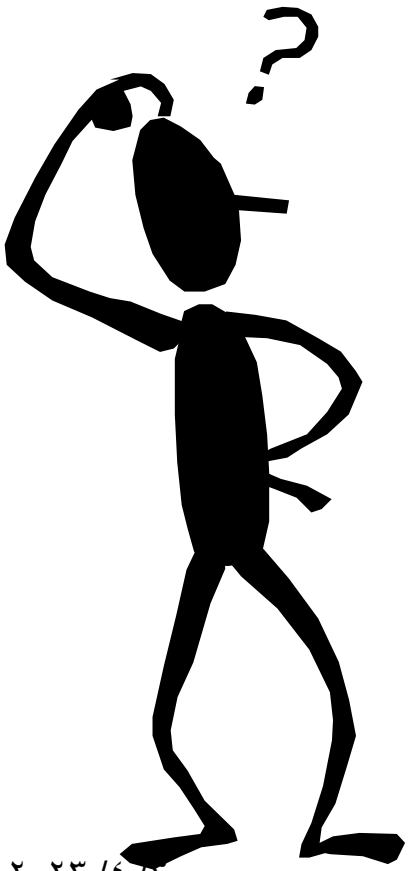
اضطرابات التوازن الحمضي القلوي

- تصنف اضطرابات التوازن الحمضي القلوي إلى:

- اضطرابات استقلابية (حماض أو قلاء) ناتجة عن تبدلات في الإنتاج أو الخسارة (البيكربونات والحموض غير الكربونية)
- اضطرابات تنفسية (حماض أو قلاء) ناتجة عن تبدلات في طرح CO_2 ($PaCO_2$)

- قد يتشارك اضطراب استقلابي و تنفسي و قد يبدأ نمط ما و يتحول إلى نمط آخر بألية معاوضة
- تنتج الأعراض عن سبب الاضطراب و تغيرات PH و مظاهر المعاوضة

- إذا انخفض Ph إلى ٧,٣ مثلا (حماض) فيتسارع التنفس لطرح CO_2 الزائد الناتج من تفكك H_2CO_3
- إذا ارتفع Ph إلى ٧,٤٥ مثلا (قلاء) فيتباطئ التنفس للحفاظ على CO_2 و تحويله إلى H_2CO_3



تأثيرات الحماض

- تثبيط القلب بسبب ↓ القلوصية
- تقبض وعائي ارتكاسي بسبب ↑ الأدرينالين
- اضطرابات ذهنية و السبات عند PH = ٧
- غثيان و قياء
- تلين العظام
- فرط تهوية في الحماض الاستقلابي ← قلاء تنفسي معاوض

تأثيرات القلاء

- فرط استثارية الجملة العصبية المركزية ← هياج و نوبات صرعية
- فرط استثارية الأعصاب المحيطية ← التكزز العضلي (الاختناق بسبب تكزز عضلات التنفس)
- نقص أكسجة نسيجي بسبب ↓ تحرر الأكسجين من الخضاب
- نقص تهوية في القلاء الاستقلابي ← حماض تنفسي معاوض