كلية الطب البشري
السنة الرابعة

ملخص التخدير الأول

د. نجوى رِقماني

ملحق

RBS Medicine

طب الطوارئ والتخدير والإنعاش | Anesthesiology

السلام عليكم...

- نضع بين أيديكم زملاءنا الأعزّاء ملخص التخدير الأول من سلسلة ملخصات المادة، والذي سيكون مخصصاً لقسم الدكتورة نجوى، آملين أن يكون معيناً لكم في دراسة هذا القسم..
- الأرقام جميعها مهمة ومطلوبة..
- الملخص مبوب حسب المحاضرات وسيشمل كافة فقرات الدورات بإذن اللّه.. فلنبدأ..

❶+❷ توازن السوائل

- يشكل الماء النسب التالية من وزن الجسم:
  - ✓ عند المسنين: 45 - 50 ٪، عند النساء: 55 ٪، عند الرجال: 60 ٪ مسألة دورة.
- ويتوزع كالتالي:
  - ✓ السائل داخل الخلوي ICF: يشكل ثلثي ماء الجسم وهنا تكون الكاتيون الرئيسية هي الـ K^+ والأنيون الرئيسية هي الفوسفات.
  - ✓ السائل خارج الخلوي ECF: يشكل ثلث ماء الجسم: ¼ يشكل البلازما (داخل الأوعية)، ¾ السائل الخلالي وهنا تكون الكاتيون الرئيسية هي الصوديوم والأنيون الرئيسي هو الكلورايد، ونسبة البروتين بالدم يتواجد بتركيز أعلى من تركيزه في السائل الخلالي.
- الأوسمولية متساوية بالطرفين داخل وخارج الخلية وهذا مهم جداً للحفاظ على حياة الخلية، وتتعلق بتركيز الصوديوم والبولة والسكر. سؤال متكرر
- عندما يحدث تبدل على أي من الأحياز الثلاثة فأول ما يظهر هذا التبدل على الحيز الدوراني ثم سيشمل التبدل الحيز خارج وداخل الخلوي بالترتيب.
- حاجة الجسم من الماء هي تقريبا 30مل/كغ/24ساعة (1.5مل/كغ/ساعة).

◎ جدول يبين توازن السوائل بين الصادر والوارد:

الوارد: 2500 مل	الصادر: 2500 مل
1300 مل ماء متناول، 800 مل صعام 400 مل الاستقلاب.	500 مل جلد، 500 مل رئة 1500 مل بول، 100 مل براز.

المحاليل البللورانية: هاااام

Solution	electrolyte content (mmol/l)		Osmolality (mosmol/kg)
Saline 0.9% Ns (ملحي نظامي)	Na^+ 154	Cl^- 154	308
Saline 0.9% Glucose 5% (مختلط)	Na^+ 154	Cl^- 154	586
Glucose 4% saline 0.18%	Na^+ 31	Cl^- 31	284
Glucose 5% (سيروم سكري)	لا يحوي شوارد		278
Compound sodium lactate (محلول رينغر لاكتات)	Na^+ 131	Cl^- 112	281
	K^+ 5	HCO_3^- 29 (as lactate)	
	Ca^{++} 4		

قواعد تسريب السوائل

A. كل الصوديوم المسرب يبقى في الحيز خارج الخلوي (ألا يدخل الخلايا).

B. الماء بدون صوديوم يمدد ماء الجسم الكلي ← عند تسريب الماء سيدخل إلى الحيز داخل الخلايا وخارج الخلايا بكمية تتناسب مع الحجوم الأولية لهذه الأوساط.

C. السيروم السكري لا يحوي شوارد وأوسموليته طبيعية.

D. السيروم الملحي الفيزيولوجي مفضل في الأذيات الدماغية، لأن أوسموليته أعلى من البلازما بقليل، على العكس من رينجر لاكتات الذي تعد أوسموليته أقل من الطبيعي بقليل وبالتالي تساهم في حدوث وذمة دماغية.

E. السيروم الفيزيولوجي هو المفضل لتمديد الكريات الحمراء وليس الرينجر لأن الرينجر يحوي على كالسيوم.

F. يجب الحذر عند استعمال محلول الرينجر عند مرضى القصور الكلوي لاحتوائه على البوتاسيوم.

G. المحاليل الغروانية تعوض نقص الحجم بسرعة وبكمية أقل، وإحداثها للوذمة الدماغية أقل إلا في حال وجود أذية دماغية.

الجدول التالي يبين توزع 1 ليتر في المحاليل المذكورة بين السائل داخل وخارج الخلوي:

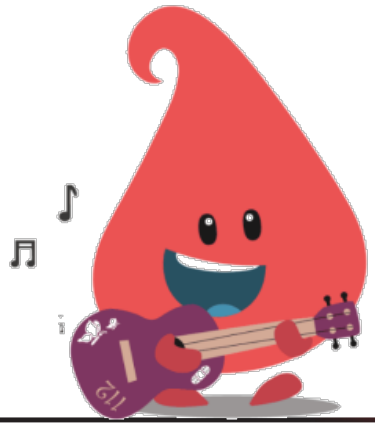
Intravenous Infusion of 1000ml	التغير في الحجوم		
	ECF	ICF	الملاحظ
Saline 0.9%	+1000	0	بقاء +Na في الـ ECF
Glucose 5%	+333	+666	66٪ of TBW is ICF
Saline 0.45%	+666	+333	33٪ of TBW is ECF

مزايا ومساوئ كل من المحلول الملحي الفيزيولوجي NS ومحلول رنجر لاكتات LR.

	المزايا	المساوئ
NS	مفضل في الأذيات الدماغية: والسكري مضاد استطباب فيها. مفضل لتمديد وحدات الكريات الحمر المركزة: ولا يفضل الـ LR.	عند تسريبه بكميات كبيرة يسبب حماض استقلابي مفرط الكلور. زيادة الكلور تسبب نقص في معدل الرشح الكبي.
LR	أقرب لتركيب البلاسما. تستقلب اللاكتات إلى بيكربونات في الكبد.	بسبب احتوائه على K^+ يجب الحذر باستعماله عند مريض القصور الكلوي. وجود Ca++ قد يسبب تشكل خثرات في حال استخدامه لتمديد وحدات الكريات الحمر المركزة.

ملاحظة:

- المرضى المصدومين الذين يأتون للإسعاف نعطيهم محلول ملحي في البدء وليس سكري، عدا الصدمة القلبية فيجب أولا التأكد من عدم وجود قصور قلب قبل أي نقل.
- بالغ وزنه 70 كغ، يكون ماء الجسم الكلي(ليتر $42 = \frac{60}{100} \times 70$) وموزع على الشكل الآتي: 3/2 في السائل داخل الخلوي وبالتالي 28 ليتر، 3/1 في السائل خارج الخلوي وبالتالي 14 ليتر (مقسومة إلى 11 ليتر في السائل الخلالي، و3 ليتر داخل الأوعية).



مقارنة بين ميزات المحاليل الملحية:

سالين 0.9 % محلول نظامي	سالين 1.8 %	سالين 0.45 %
▪ لا يحدث تغير في أوسمولية السائل خارج الخلوي، ويبقى كل السائل المضاف في الحيز خارج الخلوي. ▪ لذلك نستخدم محلول سالين 0.9٪ لتعويض مريض النزف في المراحل البدئية.	▪ بقاء الصوديوم في ECF. ▪ زيادة أوسمولية الـ ECF. ▪ هجرة الماء من ICF إلى ECF. ▪ ويفيد هذا المحلول في حالات الوذمة الخلوية.	▪ تنقص أوسمولية السائل خارج الخلوي. ▪ هجرة الماء من الحيز خارج الخلوي إلى داخل الخلوي. ▪ لذلك يفيد لمعالجة حالات التجفاف الخلوي.

المحاليل الغروانية:

1. في حال فشل التعويض المبدئي باستخدام السوائل البللورانية أي كان التعويض غير كافي.
2. في حال كون التعويض المستمر بالسوائل البللورانية يحمل خطورة حدوث فرط حمل.
3. في بعض الحالات السريرية مثل: قصور القلب الاحتقاني ووذمة الرئة.
4. في حال نقص البروتينات.
5. في حال نقص الضغط الحلولي (مرضى الحروق). سؤال دورة

وكذلك يتم استخدامها في حالات نقص الحجم الحاد، وإن آلية عملها تتمثل بتمديد الحجم داخل الأوعية عن طريق زيادة الضغط الحلولي.

من المحاليل الغروانية

A. محلول هيتاستارتش (فوليوفين):

✓ هو مشتق غرواني صنعي ذو وزن جزيئي مرتفع، يسبب تمدد حجم البلازما ل 24 ساعة، يرفع الضغط الغرواني وليس الاوزمولية.

✓ يعتبر مضاد استطباب في حالات: اضطرابات التخثر (آلية التمدد لعوامل التخثر)، قصور القلب، القصور الكلوي (وزنها الجزيئي العالي يسيء لعملية الرشح الكبي).

B. الألبومين:

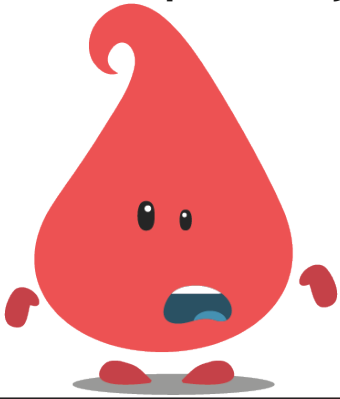
- ✓ هو جزيئات بروتينات البلاسما حيث يستخلص من بلازما المتبرع بعد معالجتها حرارياً.
- ✓ يستخدم الألبومين 5٪ في تعويض نقص الحجم.
- ✓ يستخدم الألبومين 25٪ في علاج نقص الألبومين.
- ✓ **التأثيرات الجانبية:** ارتكاسات تحسسية، خطورة منخفضة لنقل الأمراض الفيروسية.

وإليكم الجدول التالي:

المحاليل	المزايا	المساوئ
البللورانية	✓ أقل تكلفة. ✓ أكثر توافراً.	✓ نحتاج لحجم أكبر للحصول على نفس التأثير الهيموديناميكي. ✓ تبقى فترة قصيرة داخل الأوعية≈30د ✓ تسبب نقص في تركيز بروتينات البلاسما ما يسبب وذمة محيطية ورئوية.
الغروانية	✓ تعويض نقص الحجم بسرعة وبكمية أقل. ✓ تبقى فترة أطول داخل الأوعية. ✓ تحافظ على الضغط الحلولي للبلاسما. ✓ وذمة دماغية أقل في حال عدم وجود أذية في أنسجة الدماغ. ✓ وذمة خلالية أقل.	✓ مكلفة، تسبب اضطراب تخثر. ✓ محدودة الجرعة. ✓ اختلاطات كلوية ممكنة. ✓ تسبب وذمة دماغية في مكان وجود الأذية الدماغية، لان الحاجز الدماغي يكون متاذياً وهذا يؤدي الى خروج المحلول للخارج ومنه لشدة الوذمة.

إن تحديد المتطلبات اليومية من السوائل في فترة ما حول الجراحة يُقسم ضمن نطاقات:

1. حاجات الاستمرارية العادية.
2. الضياع غير الطبيعي بسبب المرض.
3. إصلاح النقص المرافق أو السابق للعمل الجراحي.



حاجات الاستمرار الطبيعية:

☒ إن حجم 30-35 مل ماء/ كغ/ يومياً يعد حجماً مناسباً للاستمرارية، والحاجة اليومية لكل من الصوديوم والبوتاسيوم 1 ميللي مول/كغ/يومياً.

☒ مريض بوزن 70 كغ يحتاج يومياً لـ 2500مل ماء و70 مل صوديوم و70 مل بوتاسيوم. أي إن هذه الحاجة اليومية يمكن تأمينها كالتالي: هام

1. إعطاء 2000 مل من الغلوكوز 5٪ + 500 مل سالين 0.9٪.
2. إعطاء 2500 مل سيروم مختلط (غلوكوز 4٪ / سالين 0.18٪).

☒ في كلتا الطريقتين نعطي بوتاسيوم على شكل كلور البوتاسيوم بمعدل 1غ لكل 500مل أي 13ميلي مول لكل 500 مل.

في حالة التجفاف:

من علامات التجفاف:

1. العطش وجفاف الأغشية المخاطية.
2. هبوط الضغط أو تسرع القلب الانتصابيين.
3. قلة النتاج البولي (أقل من 0.5 مل/كغ/ساعة). الرقم مهم للحفظ
4. فقد الليونة الجلدية.
5. انخفاض CVP.
6. نقص في الوزن، غؤور العينين.

مخبرياً:

× زيادة درجة التركيز الدموي (ارتفاع الهيماتوكريت).
× زيادة تركيز البولة الدموية.
× زيادة تركيز بروتينات الدم (الألبومين).
× زيادة أسمولية البول.

درجات التجفاف:

1- **الخفيفة:** ضياع 4٪ من وزن الجسم (≈ 3 ليتر عند بالغ 70 كغ)، وتترافق بجفاف في الأغشية المخاطية مع نقص في ليونة الجلد وغؤور في العينين.
2- **المتوسطة:** ضياع 5 – 8٪ من وزن الجسم (≈ 4 – 6 ليتر عند بالغ 70 كغ) وتظهر ما سبق من مظاهر بالإضافة لعلامات إضافية كتسرع النبض وهبوط الضغط الانتصابي وشح البول.
3- **الشديدة:** ضياع 8 – 10٪ من وزن الجسم (≈ 7 ليتر عند بالغ 70 كغ) والمظاهر الإضافية تشمل: شدّة شح البول وتأذي الوظيفة القلبية الوعائية.

الضياع غير الطبيعي للماء:

- إن الضياع من الجهاز الهضمي أمر شائع مثل حالة المص عبر الأنبوب الأنفي المعدي أو الإسهال أو الإقياء أو احتجاز السوائل ضمن لمعة الأمعاء ومثالها انسداد الأمعاء.
- وعلى الرغم من أن تركيب المفرزات الهضمية متغير فإنه من الممكن الإعاضة عنها باستخدام محلول سالين (0.9٪) مع إعاضة البوتاسيوم.
- يزداد الضياع غير المحسوس من الجلد والرئتين في حال وجود الحمى وفرط التهوية، والضياع غير المحسوس الطبيعي يزداد بنسبة 12٪ لكل ارتفاع درجة مئوية تصيب حرارة المريض.

ضياع الحيز الثالث:

- ♥ شكل من أشكال ضياع السوائل، يحدث في موقع الأذية أو الرض النسيجي (أيّ رضٍ كان).
- ♥ يحدث فيه احتباس لسائل شبيه في تركيبه للبلازما.
- ♥ شائع عند المرضى الجراحيين.
- ♥ يعد الحبن وانصباب الجنب من أشكاله.
- ♥ يتناسب حجمه مع اتساع رقعة وشدة المرض.
- ♥ ليس من السهل قياس ضياع الحيز الثالث، ونقوم بتعويضه خلال أول 24 ساعة مع مراعاة أن هذا السائل المحتجز يعاد امتصاصه بعد 48 - 72 ساعة، أي يجب الانتباه إلى حجم السائل الذي يعاد امتصاصه والوقاية من "فرط حمل" محتمل الحدوث.

في فترة ما حول العمل الجراحي:

1. حاجة الاستمرارية الطبيعية من الماء.
2. حاجة الصيام حسب وزن المريض وساعات الصيام.
3. تعويض الضياع الدموي.
4. ضياع السائل خارج الخلوي ضمن الحيز الثالث.
5. ضياع الماء من الجلد والرئتين.
6. ضياع غير طبيعي للسوائل.

كيف نقدر حاجة الصيام؟

- **بالنسبة للصغار:** أول 10كيلو من وزن المريض نعطيه 4مل/كغ لكل ساعة صيام، ثاني 10كيلو من وزن المريض نعطيه 2مل/كغ لكل ساعة صيام، والوزن الباقي نعطيه 1مل/كغ لكل ساعة صيام.
- **بالنسبة للكبار:** فتطبق قاعدة 1-2 مل/كغ لكل ساعة صيام.

إنّ ضياع الدم بما يزيد عن 15% من حجم الدم الأصلي عند البالغ يجب أن يعوض بتسريب الدم المحفوظ إذاً كان الخضاب طبيعيا بالأساس.
نقل الدم له اختلاطات خطيرة قد تسبب موت المريض، لذلك نحاول بشتى الوسائل ألا ننقل دم إلا إذا وصلنا لمرحلة يصبح الفقد خطر على حياة المريض.

- بينما يمكن تعويض ضياع كميات الدم الأقل باستخدام محاليل الشوارد البلورانية كمركب لاكتات الصوديوم، وذلك بتسريب **3 أمثال** حجم الدم الضائع على الأقل من المحاليل البلورانية.
- وبشكل بديل يمكن استخدام المحاليل الغروانية كمحلول الألبومين البشري والمحاليل الصنعية وذلك بكميات مساوية لكميات الدم الضائعة.
- ويعوض ضياع الحيز الثالث عادة باستخدام **مركب لاكتات الصوديوم** (مهمة).
- عندما ينزف المريض في البداية نعوض وكقاعدة عامة بالمحاليل البلورانية.
- إذا كان المريض ينزف وبحاجة لنقل الدم، لا ننتظر بل نعوض له الدم المفقود بالمحاليل البلورانية والغروانية ريثما نتمكن من نقل الدم.

بعد العمل الجراحي

☒ يجب إعطاء سوائل الاستمرارية الطبيعية لأن المريض لا يأكل ولا يشرب، وقد نضطر لإعطاء سوائل إضافية في بعض الظروف مثل:

❶ استمرار ضياع الدم أو المصل من المفجرات الجراحية.
❷ استمرار ضياع السوائل من الجهاز الهضمي.
❸ بعد الجراحات الكبرى.
❹ خلال فترة تدفئة المريض.

يمكن تقييم حاجة المريض من السوائل والشوارد بواسطة قياس الضغط الوريدي المركزي ومعايرة تركيز شوارد البلازما.

يتضمن رد الفعل الإستقلابي للعمل الجراحي ما يلي: سؤال دورة مكرر

✓ انحباس الصوديوم وانحباس الماء وزيادة في طرح البوتاسيوم، وذلك بسبب:

إفراز الـ ACTH ← يحرض قشر الكظر لإفراز الكورتيزول والألدوسترون، وزيادة تحرر الـ ADH.

✓ ونتيجة لما تقدم:

1. تمدد في البلازما وينخفض تركيز الصوديوم.
2. نقص في النتاج البولي مع ارتفاع تركيز البوتاسيوم في البول وارتفاع في أوسموليته.

✓ تستمر استجابة الشدة الجراحية حوالي 24-72 ساعة، وإن الإدرار الجيد هو علامة الشفاء وانتهاء فترة الشدة.

✓ يتطلب مرضى القصور الكلوي تعويضاً دقيقاً للسوائل والشوارد حيث أننا دائما نعطيهم نصف الكمية المطلوبة.

الاقتراحات العملية لتعويض السوائل في فترة ما حول العمل الجراحي: سؤال مكرر

1. يجب اختيار نوع المحاليل المستخدمة حسب حالة المريض، ونوع العمل الجراحي.
2. ابدأ بتسريب المحلول الفيزيولوجي أو محلول رنجر لاكتات إن لم يوجد أي مضاد استطباب، أي مريض يأتي للإسعاف نفتح له ورید ونعطيه محلول فيزيولوجي كبداية ثم ممكن أن نغير.
3. انتقل لتسريب محلول رنجر لاكتات **إلا** في:

a) ارتفاع البوتاسيوم: لأنه يحوي بوتاسيوم.

b) في الجراحة العصبية: لأن أوزموليته منخفضة بالنسبة للأوزمولية الفيزيولوجية، وبالتالي تحدث وذمة دماغية.

c) حافظ على ما يلي:

✓نتاج بولي > 0.5 مل/كغ /سا (أي مريض إدراره > 0.5مل /كغ/ساعة لديه بداية شح بول).

✓علامات حيوية جيدة ومستقرة.

4. انتقل إلى المحاليل الغروانية في حال استمرار الضغط رغم التسريب الكافي من البللورانية.

- عند وجود وذمة رئوية نعطي مدرات.

❸ توازن الشوارد

أولاً: الصوديوم

- التركيز الطبيعي للصوديوم في المصل 135-145ميللي مول/ليتر.
- الحاجة اليومية 1-2ميلي مول/كغ/ليتر.
- ضياع الصوديوم يكون عن طريق: البول "بشكل أساسي"، العرق، البراز.
- تركيز الصوديوم الكلي في الجسم يتناسب طرداً مع حجم السائل خارج الخلوي، بينما تركيزه في البلازما يتناسب عكساً مع كمية الماء في الجسم.
- 0.5٪ من الصوديوم التي يعاد امتصاصها من النبيب البعيد هي الأساس في الحفاظ على توازن الصوديوم.
- جملة رينين أنجيوتنسين، ADH تزيد امتصاص الصوديوم.
- ANP ببتيد الإبالة الصودية الأذيني يزيد طرح الصوديوم.

الكمية الكلية (الإجمالية) للصوديوم هي المحدد الرئيسي لحجم السائل خارج خلوي.

أولاً: فرط صوديوم الدم: (تركيزه > 145 ميلي مول\ليتر)

أسبابه:

ضياع الماء خارج الكلوي	ضياع الماء الكلوي	علاجي المنشأ
▪ العجز عن تناول الماء (مسن-سبات). ▪ ضياع جلدي مخاطي (حمى). ▪ ضياع هضمي (إسهال، إقياء).	▪ البيلة التفهة. ▪ الإدرار الحلولي.	▪ تناول الملح "نادرة". ▪ إعطاء سالين مفرط التوتر. ▪ إعطاء NaHco3 مفرط لعلاج الحماض. ▪ العلاج المفرط بالستيروئيدات.

- إن قياس أوسمولية البلازما ومعايرة النتاج البولي وقياس أوسموليته تساهم أيضاً في تشخيص حالة فرط الصوديوم كالتالي: ارتفاع في صوديوم الدم +..... إما:

1. نتاج بولي منخفض وأسموليته مرتفعة (>300ميلي مول \ل) >>ضياع ماء وسوائل خارج كلوي.
2. نتاج بولي مرتفع وأسموليته مرتفعة >>إدرار حلولي (ضياع كلوي).
3. نتاج بولي مرتفع وأسموليته منخفضة >>بيلة تفهة (ضياع كلوي) أو إعطاء مدرات عروة بكمية كبيرة.

- الشذوذ المرافق لكل حالات فرط الصوديوم بالدم هو: **التجفاف داخل خلوي**.

أعراض فرط صوديوم الدم:

- ✓ تعتمد الأعراض على سرعة فرط الأوسمولية.
- ✓ الخلل الرئيسي هو **التجفاف الخلوي** والذي ينعكس بشكل أساسي على الجهاز العصبي (الانحلال النخاعيني) و حدوث تمزقات ونزوف تحت عنكبوتية، فتظهر أعراض (حمى، غثيان، إقياء، اختلاج، غياب وعي..)

علاج فرط صوديوم الدم:

- ✓ بما أن المشكلة غالباً نقص الماء يتم العلاج بتعويض السوائل حسب القاعدة التالية:
- ✓ نقص الماء = TBW × (Na^+ المقاس - Na^+ المرغوب) / Na^+ المرغوب
- ✓ سرعة إنقاص الصوديوم يجب أن تكون بمعدل (0.5-1) ميللي مول /ل/سا.
- ✓ يجب أن يتم الإصلاح تدريجياً خلال (48-72) سا خشية حدوث الوذمة الدماغية.
- ✓ في حال وجود "اضطراب دوراني " الأولوية لرفع الضغط أولاً باستخدام NS 0.9٪، ثم معالجة فرط الصوديوم والتي تتم باستخدام السوائل منخفضة الحلولية: دكستروز 5٪ أو NS 0.45٪.
- ✓ في حال فرط تحميل الملح يكون العلاج بمدرات العروة ومن ثم تعويض النتاج البولي بالديكستروز 5٪.

تطبيق سريري

↙ قُبل مريض عمره 79 سنة (60 كغ) بقصة حمى وحالة تغيم وعي، جفاف فم، طية جلدية، ضغط الدم 94/148، النبض 104 / د، الحرارة 39.2، تركيز الصوديوم 185 ميللي مول/ل.

↙ البول: بيلة قيحية + جراثيم، أوسمولية البول 640 ميللي أسمول/ل، حجم البول 0.6 ل/24 سا، ما التشخيص؟؟ وما التدبير؟؟

التشخيص:

- ✖ من الواضح أنها حالة إنتان بولي شديد، والمريض لديه ارتفاع بالصوديوم مع نتاج بولي منخفض وأسمولية مرتفعة، فمن الواضح أنه يعاني من **ضياع سوائل خارج كلوي**، ومن القصة يتضح لنا بأن هذا الضياع حدث نتيجة التعرق الزائد بعد ارتفاع الحرارة وعدم التعويض بشرب الماء والمريض قد بدأ الدخول في صدمة ولكن الضغط عالٍ بسبب المعاوضة، إذاً لدينا:

- ✓ فرط صوديوم ناجم عن ضياع سوائل خارج كلوي مع اضطراب بآلية العطش (خاصة أنه مسن).
- ✓ نقص الماء الكلي= 0.5 × 60 ×[(185-145) ÷ 145] = 8.2 ل وهو الحجم المطلوب تعويضه.

تذكر TBW لمسن 50% من وزن الجسم وليس 60%

التدبير:

- ✓ تخفيض الصوديوم **ببطء**: 0.5 – 1 ميلي مول /ل/سا.
- ✓ نحتاج 40 ساعة تقريباً (من 40 لـ 80 ساعة) لخفض الصوديوم من 185 إلى 145 ميلي مول/ل وبالتالي ☜ 8.2 ÷ 40 = 0.205 ل = 205 مل/ساعة (باعتبار 1ميللي مول/ل/سا).
- ✓ نوع السوائل: دكستروز 5٪ (D5W) (نباشر بالدكستروز باعتبار لا يوجد وهط دوراني).
- ✓ تعاد معايرة الصوديوم كل 2 – 4 ساعات لمراقبة العلاج، فقد لا يحتاج المريض لـ 8 ليتر.

- يجب الانتباه لتعويض الحاجة اليومية من السوائل إضافة لتعويض النقص في السوائل.
- الخمج حالة شائعة لفرط صوديوم الدم في المرضى المسنين المدنفين.
- قد نعتبر أن التعويض بالسيروم السكري هو مساعد على الخمج لكن التغيرات في الصوديوم أخطر في حالتنا وهي ما يستوجب منا العلاج أولا، كما أننا سنعطي الصادات.

ثانياً: نقص الصوديوم: (<135 ميلي مول\ليتر)

أسبابه:

نقص صوديوم كاذب (نادر)	نقص صوديوم مع حلولية مرتفعة	نقص صوديوم حقيقي
▪ يترافق مع: أوسمولية المصل المقاسة طبيعية، أما الأوسمولية المحسوبة منخفضة. ▪ تشاهد في حالات ارتفاع الشحوم والبروتينات.	▪ ارتفاع سكر الدم. ▪ إعطاء المانيتول.	▪ حلولية منخفضة. ▪ خلل طرح الماء من الجسم.

مفتاح تشخيص سبب نقص الصوديوم هو معرفة سبب عجز الكلية عن طرح الماء

نقص الصوديوم الحقيقي

❖ خلل في طرح الماء من الجسم (اضطراب إفراغ الكلية للماء)، وذلك في الحالات التالية:

القصور الكلوي، إقياء شديد مع الاستمرار بشرب الماء، قصور كظر، قصور قلب احتقاني، تشمع كبد، الحميات غير المناسبة، المدرات التيازيدية، SIADH، قصور درق، العلاج الوريدي غير المناسب.

أعراض نقص الصوديوم:

- تعتمد شدة الأعراض على سرعة الفقد.
- المسؤول الأساسي عن الأعراض العصبية هو **الوذمة الدماغية** الحاصلة نتيجة دخول الماء للخلايا.

علاج نقص الصوديوم:

- يتم تعويض الصوديوم وفق القاعدة التالية:
  كمية Na^+ اللازمة= ماء الجسم الكلي × (Na^+ المرغوب – Na^+ المقاس)
- يكون الإصلاح بمعدل 1ميلي مول /ل /اسا.
- يجب أن يتم التعويض ببطء (لا تقل عن 12 سا) خشية حدوث متلازمة زوال النخاعين التناضحية.
- يعالج النقص الحاد العرضي بالمعادلة السابقة، والنقص المتوسط والخفيف بإعطاء سالين 0.9٪
- أما النقص التمديدي فيعالج **بتحريض الإدرار**.
- في حال كان لدينا وذمات مع نقص تركيز الصوديوم في المصل يعني أن← فرط حجم (السائل الخارج خلوي) ECFV بدليل وجود وذمات ←زيادة صوديوم الجسم **الكلي** ←نعالجه بمدرات العروة وحمية الصوديوم.
- **لكن** نقص تركيز صويوم **الدم** سببه فرط الماء نسبة للصوديوم بسبب الاستمرار بشرب الماء رغم ضعف الإفراغ الكلوي ←حمية عن الماء ومعالجة نقص الصوديوم في البداية (في حال وجود أعراض عصبية).

توضيح: أي إذا جاء المريض بأعراض عصبية ناجمة عن نقص تركيز الصوديوم بالدم (وعادة لا تظهر الأعراض إلا إذا كان تركيز الصوديوم أقل من 125 ممول/ل) عندها أبدأ بتعويض نقص الصوديوم ليصبح تركيزه 135 ممول/ل باستعمال محلول مرتفع الحلولية أو ملحي ثم أعالج فرط الحجم الأساسي أما في حال عدم وجود أعراض عصبية أبدأ فوراً بمعالجة فرط الحجم.

تطبيق سريري

في حال أتانا مريض 50 سنة (60 كغ) بأعراض عصبية شديدية ووذمة دماغية ونقص صوديوم حاد Na+= 115 ممول/ ل، ما الذي نتصرفه؟

- عندها أريد رفع الصوديوم من 115 حتى 125 حتى تزول الأعراض (والإصلاح يكون بسيروم مرتفع الحلولية) بمعدل 1 ممول /ل /اسا أي أحتاج لـ 10 ساعات وفق المعادلة التالية:
  كمية الـ Na+ اللازمة = 0.6×50 × (125 – 115) = 300 ميللي مول / ل.
- أي تقريباً أحتاج إلى نصف ليتر (أو أكثر بقليل) من السيروم مرتفع الحلولية أسربه على مدار 10 ساعات (لأننا نريد أن نرفع التركيز 10 ممول/ل بمعدل 1ممول/ل/اسا) ثم نرفع من 125 لـ 135 ببطء بما أن الأعراض العصبية تكون قد تحسنت حينها.

ثانياً: البوتاسيوم

- تركيز البوتاسيوم داخل الخلوي هو 140مك/ل ، أما في المصل فتركيزه 3.5 -4.5 مك/ل.
- الحاجة اليومية منه1ميلي مول/كغ/اليوم، وإطراحه:90 ٪ مع البول و10٪ مع البراز.
- كمية البوتاسيوم الكلية تتناسب مع الكتلة العضلية للجسم ونقصه قد يترافق مع نقص المغنزيوم.

العوامل المؤثرة في حركية البوتاسيوم:

✓ الأنسولين وتنبيه مستقبلات B الأدرينرجية >> تساعد على إدخاله لداخل الخلية.

✓ شوارد H^+ في حالة الحماض >> تقوم بإخراجه لخارج الخلايا.

✓ الألدسترون يسبب حبس الصوديوم والماء ويطرح البوتاسيوم.

✓ الجريان الأنبوبي الكلوي ضمن الأنبوب البعيد يزيد من إطراح البوتاسيوم.

✓ أسمولية البلاسما أيضاً تؤثر عليه.

أولاً: نقص البوتاسيوم < (3,5 ميلي مول\ل):

أسبابه:

➢ نقص الوارد، عودة التوزع النسيجي: أنسولين، قلاء حاد، الشلل الدوري ناقص البوتاسيوم.

➢ زيادة الضياع:

- **هضمية:** إسهال، إقياء، ورم أنسولين، التهاب كولون قرحي، ناسور، كيتون سكري.
  وهنا يكون بوتاسيوم البول <20 مك \24 سا.
- **كلوية:** المدرات، قصور كلوي، فرط ألدوستيرونية أولي وثانوي، حماض أنبوبي كلوي، تضيق شريان كلوي، ارتفاع توتر خبيث، أما هنا فبوتاسيوم البول > 20 مك \24سا.

أعراض نقص البوتاسيوم:

✓ ضعف عام، تعب وإمساك، النخر العضلي، الشلل العضلي.

✓ تبدلات تخطيطية هام ((بطء عود الاستقطاب (تطاول PR)، زيادة عرض مركب QRS، انخفاض الوصلة ST، تدني ارتفاع الموجة T تسطح T، ظهور موجة U)). بالترتيب

علاج نقص البوتاسيوم:

➢ إعطاء بوتاسيوم فموياً (الأفضل)، وريدياً (حالة إسعافية).

- !!!!! يعطى البوتاسيوم دفعاً وريدياً لأنه يؤدي لتوقف القلب بحالة الانبساط.
- يجب ألا يزيد معدل التسريب الوريدي عن 10 ميلي مول/سا.

ثانياً: فرط البوتاسيوم > (5ميلي مول\ل) ((الأشيع والأخطر)):

أسبابه:

1. كاذب: انحلال بعينات الدم، استخدام التورنيكة، الجهد، فرط الخثار.
2. تأذي الإطراح: القصور الكلوي، المدرات الحافظة للبوتاسيوم.
3. عودة التوزع النسيجي: الحماض، الأذيات النسيجية (حروق- رضوض)، الانحلال العضلي، التنخر الورمي، السوكسونيل كولين، الانسمام بالديجوكسين.
4. زيادة الوارد كنقل الدم.

أعراض فرط البوتاسيوم:

K+ >5.5 .... تبدلات تخطيطية (تأنف T، تطاول PR) هام

K+ >6.5 .... ضعف عضلي وشلل رخو.

K+ >7-8 ....تبدلات تخطيطية (زيادة عرض QRS، غياب P، تراكب QRS على T، قد يحدث VF).

علاج فرط البوتاسيوم: هام

❖ المعالجة الإسعافية لمعاكسة التأثيرات القلبية لفرط البوتاسيوم تكون **بإعطاء الكالسيوم** وريدياً خلال 5-10 د.

❖ إدخاله لداخل الخلايا (أي قبط خلوي) بإعطاء (غلوكوز +أنسولين، بيكربونات).

❖ زيادة إطراحه عبر الكلية (مدرات عروة، Kayexalate، التحال الكلوي في الحالات المعندة).

❖ تحديد وإصلاح السبب المستبطن.

حالة سريرية 1

↙ امرأة، 60 سنة، 60 كغ، وهن، غثيان، نقص شهية، حكة حديثة البدء، هي مريضة قصور كلوي مزمن: الكرياتينين= 7.4 مغ\دل، الصوديوم= 143 ملك\ل، البوتاسيوم= 6.6 ملك\ل، البيكربونات 16ملك\ل، الخضاب= 10، PH= 7.32، PCo2= 32.

↙ ما هو سبب فرط البوتاسيوم؟ ما التدبير؟

السبب: قصور كلوي + حماض استقلابي.

التدبير: ECG. نرسل عينات متكررة. نعالج الحماض الاستقلابي. إعطاء Kayexalate.

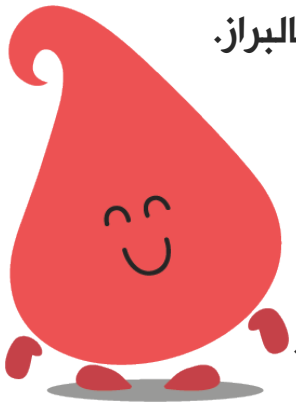
محاكمة سريعة لاحتمال وجود أسباب كامنة إضافية لفرط البوتاسيوم.

إعطاء الكالسيوم اسعافياً (في وريد مركزي لتجنب التكلس الوعائي) في حال ارتفاعه بشكل كبير.

حالة سريرية 2

- رجل 79 سنة، 60 كغ، احتشاءات دماغية عديدة، طريح الفراش ويحتاج للتغذية المعوية بالأنبوب، وجد بحالة تسرع تنفس ونشاط ضعيفن وكان لديه إسهال غزير.
- المخبريات: الصوديوم= 173 ملك\ل، البوتاسيوم= 2.8ملك\ل، البيكربونات 18ملك\ل.
- غازات الدم: PCo2 = 45 ، PH = 7.22 ، حجم البول= 600مل\24 ساعة مع اسمولية بول 670 ميلي أسمول\ل، و NaالبولNa=8ملك/ل، ما التدبير؟ وماذا بخصوص نقص البوتاسيوم؟

التدبير:



- التغذية بالأنبوب، إسهال (فقدان الماء + فقد بوتاسيوم + فقد بيكربونات) بالبراز.
- فرط صوديوم الدم + نقص النتاج البولي = نقص ماء الجسم .
- نقص الماء = 60 × 0.5 × (173 – 140) / 140 = 7.1 ليتر .
- خلال أول 12 ساعة يتم تصحيح الصوديوم إلى 163 فتكون
  كمية الماء الواجب تسريبها= (60 × 0.5) × (173- 163) ÷ 163= 1.8 ل.
- في حال استمرار الاسهال يجب تعويضه وتعويض الضياع غير المحسوس.
- نقص البوتاسيوم عند هذا المريض شديد جداً ويجب تعويض البوتاسيوم بحذر:

حماض شديد : PH = 7.22 كل انخفاض 0.1 يرفع البوتاسيوم بقدار 0.3 ملك\ل.

اختر المحلول الوريدي الأنسب لكل من الحالات التالية:

- **مريض بعمر الـ 35 سنة مصاب بصدمة إنتانية:**

✓ من المهم الانتباه إلى أن هذا المريض لا يعطى سوائل سكرية كي لا نهيئ للجراثيم وسطاً مناسباً للنمو لذلك أفضل محلول للتعويض عنده هو محلول ملحي 0.9٪ saline.

- **مريض نزف هضمي علوي يحتاج نقل دم:**

✓ أفضل سائل للتعويض لديه هو 0.9٪ saline.

- **مريض سكري، الغلكوز 130، الصوديوم 150، الضغط 40/60، النبض 120:**

✓ نلاحظ من الضغط أن المريض مصدوم، فيكون أول إجراء تدبير الصدمة.

✓ نعطي محلول ملحي نظامي (سالين) من أجل رفع الضغط ثم ننتقل إلى سوائل أخرى Saline (0.9٪) then saline (0.45٪)

- **مريض وذمة رئوية (المريض غير سكري):**

✓ هذا المريض الخطوة الأولى هي إدراره ونقل السوائل إليه بحذر لأنه أساساً لديه فرط في التحميل الحجمي داخل الأوعية.

✓ إذا أعطينا هذا المريض سائل ملحي سيرفع الأسمولية داخل الأوعية وستخف الوذمة الرئوية، ولكنه بالمقابل سيزيد الحجم داخل الأوعية مما يؤدي إلى فرط حمل حجمي على القلب الذي سيكون قاصراً باحتمال كبير لأن وذمة الرئة على الأغلب هي التظاهرة النهائية لقصور القلب، لذلك نعوض للمريض محلول سالين ضعف نظامي أو محلول غروي.

- **مريض 45سنة مع وذمة رئوية ووذمة محيطية، تركيز الصوديوم=120 ميلي مكافئ/ل**

✓ في كل حالات الوذمات يكون الصوديوم الكلي مرتفع، إذاً لدينا في هذه الحالة ارتفاع السائل خارج الخلوي مع ارتفاع الصوديوم الكلي وثبات تركيز الصوديوم في الدم، أي ارتفاع متناسب في الماء والصوديوم وهي حالة حماض أو قصور دوراني أو فرط ألدوسترية.

✓ ما السوائل التي نعطيها لهذا المريض؟ طبعاً **لا نعطيه سوائل** بل نعطيه مدرات.

❹ التوازن الحمضي القلوي

★ المجال الطبيعي لقيمة PH الدم (7.35-7.45)، ويتم ضبطه بتنظيم شوارد:

الـ HCo_3^- بواسطة الكليتين وتركيز الـ PCo_2 بواسطة الرئتين، وفق المعادلة:

$$Co_2 + H_2o \rightarrow H_2Co_3 \rightarrow HCo_3^- + H^+$$

↑تركيز H^+ أي PH < 7.35 إما ↑ PCo_2 (حماض تنفسي) أو ↓ HCo_3^- (حماض استقلابي).

↓تركيز H^+ أي PH > 7.45 إما ↓ PCo2 (قلاء تنفسي) أو ↑ $HCo3^-$ (قلاء استقلابي).

★ تحدث الوفاة عندما (PH < 6.8 or PH > 8).

التأثيرات السلبية للحماض: سؤال مكرر

1- ↑قلوصية القلب و↓الاستجابة الوعائية للكاتيكولامينات. (↓ضغط لا يستجيب على الأدرينالين).

2- نقص فعالية بعض الأدوية كالصادات ومعاكسات الإرخاء العضلي.

التأثيرات السلبية للقلاء: سؤال مكرر

1- تحرر الأوكسجين للأنسجة + ولع الهيموغلوبين بالـ O_2. (عكس الحماض)

2- اضطراب الوظيفة العصبية العضلية.

➢ تتم معالجة هذه الاضطرابات ذاتياً عن طريق الجمل الدارئة في الجسم وتضم:

♥ أنظمة الخط الأول (دوارئ كيميائية): بيكربونات، الفوسفات (وغيرها من الشوارد داخل خلوية/ البروتينات كالهيموغلوبين (دارئ خارج خلوي).

♥ أنظمة الخط الثاني (دوارئ فيزيولوجية):

a) الجهاز التنفسي: بآلية إطراح الـ Co2 تبدأ قبل الكليتين لتصحيح الـ PH (خلال دقائق لساعات).

b) الجهاز الكلوي: بآلية إطراح الـ H^+ ويحتاج فترة أطول ليبدأ بالعمل (أيام)[1].

➢ ندرج لكم القيم الطبيعية لما نجده في تحليل غازات الدم الشرياني: هاااام

PH	PCO3	PO2	SaO2	HCo3-
7.45 - 7.35	35 - 45 mmHg	80 - 100 mmHg	95 - 100%	22 - 26 mEq/L

بعض الخطوات لقراءة غازات الدم الشريانية وتحديد الاضطراب الأولي وتمييزه عن المعاوضة >> ننظر إلى:

1- PH الدم الشرياني (حمضي أم قلوي).

2- تغير PH + $PaCo_2$ >> بنفس الاتجاه فالاضطراب الأولي **استقلابي** (معاوض تنفسياً) **أما** إذا كانا متعاكسان فالاضطراب الأولي **تنفسي**.

3- تغير PH + HCo_3^- >> بنفس الاتجاه فالاضطراب **استقلابي** (معاوضة تنفسية) **أما** إذا كانا متعاكسان فالاضطراب **تنفسي** (والمعاوضة استقلابية).

4- الـ PaO_2 والـ SaO_2 لتحري حالة الأكسجة.

5- تحديد درجة المعاوضة (جُزئية/ كُلية): بتحديد تغير $PaCo_2$ و HCo_3^- في الاضطراب الثانوي موافق للمتوقع أم لا.

فمثلاً: في الخلل التنفسي ننظر لـ HCO3- وحسب ارتفاعها أو انخفاضها نعلم إذا معاوضة أم لا ،أما في الخلل الاستقلابي ننظر لـ CO2 ونقاربها بنفس الأسلوب.
ومن الممكن أن نعلم درجة المعاوضة (كلية أو جزئية) بأن ننظر لقيم PH ونقارنها بالطبيعي.

[1] انتبه: لا علاقة لإعادة امتصاص البيكربونات بعمل الكلية كدارئ فيزيولوجي، الأمر يتعلق فقط بإطراح الهيدروجين.

➢ إليكم هذا الجدول للمقارنة بين التظاهرات السريرية لتغيرات PH في الجسم:

	حماض تنفسي	قلاء تنفسي	حماض استقلابي "الأكثر شيوعاً"	قلاء استقلابي "الأقل شيوعاً"
PH	7.35 > ↓	7.45 < ↑	7.35 > ↓	7.45 < ↑
$HCo3^-$	22-26 mEq/L ≤ (طبيعي أو معاوض جزئياً/ كلياً)	22-26 ≥ (ط أو معاوض جزئياً/ كلياً)	22 mEq/L > ↓	26 mEq/L < ↑
PaCo2	45 mmhg < ↑	35 mmhg > ↓	35-45 mmHg ≥ (طبيعي أو معاوض جزئياً/ كلياً)	35-45 mmHg ≤ (طبيعي أو معاوض جزئياً/ كلياً)
الأسباب	نقص التهوية[2] الذي يحدث في: تثبط تنفس مركزي "مورفين أو رض" أو تثبط عضلات التنفس، آفات رئوي، صمة رئوية، الألم بعد الجراحة ورضوض جدار الصدر انتفاخ البطن.	فرط تهوية: (نفسي/ حمى/ انتان دم/ حمل/ أدوية/ أذيات جملة عصبية مركزية).	نحن أمام حالتين فإما فجوة صواعد طبيعية أو عالية.	1- فقد الحموض (إقياءات متكررة/ مص مفرزات المعدة). 2- فرط الأسس: مبالغة بإعطاء الـ $HCo3^-$، زيادة استخدام اللاكتات في سوائل التحال 3- ألدوسترون، استخدام للمدرات.
العلاج	زيادة التهوية "وليس بإعطاء o2" ولا نعطي $HCo3^-$ كي لا نسبب قلاء استقلابي.	معالجة السبب.	1- حساب الـ Ag لمعرفة السبب. 2- علاج السبب أو إعطاء $HCo3^-$ في حال ضياعها فقط.	طرح الـ $HCo3^-$ عن طريق الكلية (acetazolamide).

مثال عملي

HCo3-	24	SaO2	95٪	Po2	50	PCo2	53	PH	7.27

PH حامضي، PCo2 حامضي، HCo3 طبيعية: أي أنه حماض تنفسي، غير معاوض (لأن البيكربونات ضمن الحدود الطبيعية) مع نقص أكسجة خفيف. التدبير: تهوية على المنفسة

[2] نقص تهوية وليس نقص أكسجة فالمشكلة الأساسية هنا هي نقص طرح CO_2 وبالتالي تراكمه.

لمعرفة أسباب الحماض استقلابي:

1. نحسب أولاً فجوة الصواعد Anion Gap من المعادلة: (Ag الطبيعية تساوي تقريباً 15)

$$Ag = [Na^{+} + k^{+}] - [Hco_3^{-} + cl^{-}]$$

2. في حالة حماض مع فجوة صواعد طبيعية أي لدينا (HCO_3^- ↓ + Cl^- ↑ "معاوض") ونجدها في: ضياع HCo_3^- لسبب هضمي [إسهالات، نواسير، تحويلة بولية أو لسبب كلوي (حماض أنبوبي، تناول الأسيتازولاميد لفترة طويلة)، فرط تحميل Cl^- (عبر تسريب السوائل الوريدية، أو التغذية الوريدية الغنية بالأحماض الأمينية الموجبة كالآرجنين)، قصور قشر كظر].

3. أما في حالة حماض مع فجوة صواعد مرتفعة أي لدينا (HCO_3^- ↓ + سوي الـ Cl^-) ← فالسبب وجود حموض إضافية:

داخلية المنشأ: اللاكتات (حمض اللبن)، كيتون (سكري غير مضبوط، كحولية)، فرط حمض البول

خارجية المنشأ (الانسمام بالساليسيلات، الميتانول (يعالج بالإيتانول)، الإيتلين غليكول.

➢ إذاً باختصار ☺: "الرمز ط أي أنه طبيعي"

	حماض تنفسي	قلاء تنفسي	حماض استقلابي	قلاء استقلابي
PH	↓	↑	↓	↑
$HCo3^-$	ط أو ↑ معاوض	ط أو ↓ معاوض	↓	↑
$PaCo_2$	↑	↓	ط أو ↓ معاوض	ط أو ↑معاوض

...تم بعونه تعالى...

RBCs