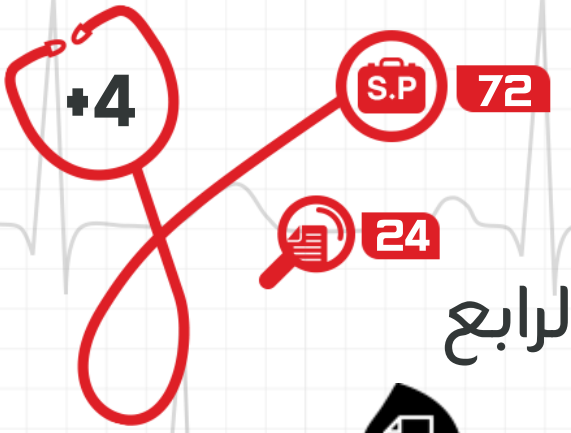


ملخص التخدير الرابع

د. مُنى عباس

ملحق

RB Medicine

طب الطوارئ والتخدير والإنعاش | Anesthesiology

فريق الكريات الحمراء التطوعي

السلام عليكم...

- نضع بين أيديكم زملاءنا الأعزّاء ملخص التخدير الرابع، والذي سيكون مخصصاً لقسم الدكتورة مُنى، آملين أن يكون معيناً لكم في دراسة هذا القسم..
- الملخص مبوب حسب المحاضرات وسيشمل كافة فقرات الدورات بإذن اللّه.. فلنبدأ..

❶ المرخيات العضلية

فيزيولوجيا النقل العصبي

⇦ يعد الأستيل كولين هو الناقل في الوصل العصبي العضلي ((فهو مكبر ومضخم كيماوي)).

⇦ اللوحة المحركة في حالة الراحة تكون مستقطبة بفرق كمون 90 ميلي فولط (Na في الخارج وK في الداخل).

⇦ وصول السيالة وتحرر الأستيل كولين يولد نزع استقطاب وتيار شدته(40) ميلي فولط يضاف إلى الـ 90 السابقة.

الأستيل كولين

- **تركيبه:** يتم في سيتوبلاسما العصب (من الكولين وأستيل كوأنزيم A) بإشراف أنزيم كولين أستيل ترانسفيراز.
- **تخزينه:** بالحويصلات (200-300 حويصل) والقليل منه يبقى حراً بنهاية العصب.
- **تحرره:** مباشرة من السيتوبلاسما أو من الحويصلات.
- **المستقبل:** بروتين موجود في منطقة الوصل، يتغير شكله عند ارتباط الأستيل كولين فيه ويفتح قناة (مدة ميلي ثانية) تسمح بدخول الصوديوم وخروج البوتاسيوم ⬅ نزع استقطاب.
- **تخربه:** بخميرة الأستيل كولين استيراز ضمن شق الوصل.

آليات الإحصار العصبي:

- **التخدير العميق بالإيتر ((لم يعد يُستخدم)):**

يعطى بتراكيز عالية← شلل عضلي، تراكيزه المرتفعة ←تثبيط قلبي وتنفس.

- **عزل العصب المحرك عن العضلة بحقن مادة مخدرة كالبروكائين:**

أساس التخدير الموضعي، وتستخدم في التخدير الشوكي، يُحدث حصار حسي وحركي.

- **منع السيالة العصبية من اجتياز اللوحة المحركة باستخدام مادة دوائية:**

المانعة لنزع الاستقطاب/ النازع للاستقطاب.

الأدوية المانعة لنزع الاستقطاب

⇦ تنافس الأستيل على مستقبلاته وتأخذ مكانه، ولكنها لاتنزع الاستقطاب، ودرجة الشلل ومدته تعتمد على الجرعة، وتقسم إلى (قصيرة-متوسطة-طويلة) فترة التأثير.

⇦ في العمليات الطويلة، نعطي جرعة استمرارية=25٪ من الجرعة الابتدائية.

الكورار (لم يعد يستخدم) دورة متكرر	- نباتي، أول من استخدمه الهنود بوضعه على سهامهم، فهو يسبب شلل عضلات التنفس. - اول مرخي عضلي استخدم. - يسبب حصار عقد ذاتية ← انخفاض في الضغط.. وصفاته: - متوسط الشدة (تعتمد شدته على الجرعة). - يزداد باستعمال مخدرات مثبطة للقلب (هالوتان). - يفيد في تقليل نزف جراحي بآلية خفض الضغط، مع الانتباه انه لا يُخفض دون الـ 70 حتى لا يحدث قصور كلوي. - خطر عند المسنين (ميّالين لنقص التروية) والذين يعانون من نقص تروية قلبية. - يحرر الهيستامين (لا يستخدم عند مرضى الربو). - الجرعة 0.5 ملغ/كغ تحدث شلل عميق خلال 3د، ومدة تأثيرها 30-60 د.
الغالامين (لم يعد يستخدم)	- تركيبي. - فترة تأثيره قصيرة، مقارنة مع الكورار. - يمنع استعماله بـ: القيصرية (يعبر المشيمة بسرعة) وبقصور القلب ونقص التروية أو تسرع القلب (حصار مبهمي←يسرع القلب، وربما يفعل مستقبلات B) وبمرضى القصور الكلوي (لأنه يطرح 80٪ عن طريقها، والباقي يتم استقلابه في الكبد).

الكورونيوم (الأكرونيوم، الألوفيرين) (لم يعد يستخدم)	- مشتق من قلويد التوكسيفرين. - تأثيره أسرع من الكورار ولكن لمدة أقصر. - انخفاض بسيط في الضغط. - يتخرب بالضوء والتعرض للهواء، لذا يحفظ في عبوات ملونة. - يرتبط مع ألبومين الدم (فنخفض الجرعة بحال نقص الألبومين). - يحرر الهيستامين.
بانكورونيوم	- ستيروئيد أميني رباعي مضاعف (ليس له فعالية هرمونية). - فترة تأثيره طويلة نسبياً. - 30٪ منه يطرح عن طريق الكلية. - يرتبط بقوة مع غلوبولين الدم. - يحرر النورأدرينالين (الوحيد المسبب لرفع الضغط في حال هبوطه).
الأتراكوريوم ((هام))	- عمره النصفي قصير 20د. - يتحطم بآلية: التحطم الذاتي (هوفمان)، وبواسطة أنزيم الفالين (المحلمه للأستيراز) ويتأثر تدركه بـ: درجة الحرارة وPHالدم. - لايتأثر بالكلية ولا بالكبد ولا يؤثر على القلب والضغط. - فهو المفضل لدى: ICU (مرضى العناية المشددة) والمرضى القلبيين ومرضى الاضطرابات الكبدية والكلوية. - يحرر الهيستامين عند الجرعات الكبيرة (لايُعطى للربويين). - ينقل ويحفظ بالبراد.
السيس أتراكوريوم	- تأثيره أقوى ومدة تأثيره أطول من سابقه (للجراحات الطويلة). - أقل المرخيات تحريراً للهيستامين (يستخدم عند الربويين). - أفضل استعمالاً من سابقه.
روكورونيوم	- أمينو ستيروئيد. - سريع التأثير بعد 1 دقيقة (أخذ محل السوكسينيل كولين بالتنبيب السريع). - له مضاد سريع التأثير أيضاً.

الأدوية النازعة للاستقطاب

السوكسونيل كولين (السوكساميتينيوم)

- مشابه للأستيل كولين، يثبط النقل بتنبيه عابر ⟵ زوال استقطاب عابر (تقلص) يتلوه ارتخاء.
- يستخدم بالإسعاف (المعدة الممتلئة) والعمليات القصيرة.
- **جرعته:** 1ملغ/كغ (وريدياً)، يعطى عضلياً بمضاعفة الجرعة (تفيد عند المريض المصدوم)، لكن سرعة تأثيره أقل من الوريدي.
- الإرخاء عميق وسريع الحدوث وسريع الزوال(5-15د)، هام للتنبيب السريع (توقف تنفس خلال5د).
- **استقلابه:** بخميرة الكولين إستيراز المتواجدة في البلاسما. (في حال عوزها نعطي خميرة جاهزة أو دم طازج أو نضع المريض على التنفس الاصطناعي حتى يطرح الدواء).
- **التأثيرات غير المرغوبة:** فرط حرارة خبيث، فرط بوتاسيوم الدم (خاصة عند مرضى الحروق / الأذيات العصبية / الاضطرابات العضلية / القصور الكلوي)، اللانظميات (بطء قلب عند الأطفال)، الآلام العضلية، ارتفاع ضغط العين وداخل القحف (مضاد استطباب للزرق)، التقلص الطويل لعضلات العين، التفاعلات التأقية، الميوتونيا.

مضادات الكولين استيراز ومعاكسة الحصار

- تُعطى بعد العمل الجراحي بعد انتهاء فترة تأثير المرخي، ومنها: نيوستغمين- بريدوستغمين- فيزوستغمين- ايدروفونيوم.

نيوستغمين (الأقوى):

- ينبه كل المشابك الكولينرجية (حتى العقد الذاتية والنهايات العصبية نظيرة الودية).
- تأثيره الأعظمي يظهر خلال 3-5د، ويستمر ل20-30د.
- استخدامه يسمح بسيطرة التأثيرات نظيرة الودية (بطء قلب-زيادة مفرزات) التي تعاكس باستخدم الأتروبين (15-20مكغ/كغ)، أوالغليكوبيرولات 10مكغ/كغ (تعطى قبل النيوستغمين أو معه).
- 50٪منه يطرح عن طريق الكلية ويُعطى بجرعة 30-50 ملغ/كغ.

ملاحظة هامة:

- المرخيات المانعة لنزع الاستقطاب: تنافس الأستيل كولين على مستقبلاته فمعاكستها تكون بزيادة الأستيل كولين وذلك بإيقاف استقلابه أي بمثبطات أنزيم الكولين أستيراز(النيوستغمين).
- المرخيات النازعة للاستقطاب (السوكسينيل كولين): معاكستها تتم بنقل دم طازج حاوي على خميرة الكولين أستيراز البلاسمية ولايفيد إعطاء مضادات الكولين أستيراز.

تقييم الحصار العصبي العضلي

♥ بعض الأدوية كالكورار يسبب "عود الكورار" أي عودة توقف التنفس، أما المرخيات الحديثة لا تسبب ذلك، فعلينا التأكد من زوال تأثير المرخي قبل ترك المريض، وذلك بـ :

التقييم السريري:

- نتأكد من زوال التأثير بقدرة المريض على: 1- إبقاء الرأس مرفوعاً 5ثا على الأقل 2- إحكام قبضة اليد 3- مد اللسان وفتح الفم والعيون (آخر العضلات التي تستقلب فيها المرخيات).
- ونقدر عمق الحصار العصبي العضلي بقياس: 1- الحجم الجاري 2- التهوية بالدقيقة 3- الأكسجة النبضية 4- السعة الحيوية 5- نموذج التنفس.

منبهات الأعصاب:

- باستخدام منبه الأعصاب الكهربائية فنتأكد من درجة صحو المريض، فنعطي نبضة أو سلسلة نبضات كهربائية ← زوال استقطاب الألياف الحركية بالعصب المحيطي ← تحرر الأستيل كولين ← زوال استقطاب أعظمي بالوصل العصبي العضلي (ترى الاستجابة عيانياً أو تجس باليد أو تسجل كفعالية).

فوائد المرخيات العضلية:

- في التخدير: فهو ينقص التوتر العضلي الذي يعيق عمل الجراح.
- يمنع تقلص العضلات الهيكلية الذي يحصل ارتكاساً للألم.

✓ المرخيات العضلية التي تستخدم في حالة التشنج (مضاد تشنج)، ليست نفسها التي تستخدم في العمليات الجراحية، فالأولى لا تؤثر على منطقة الوصل العصبي العضلي.

✓ المرخيات العضلية لا تسكن الألم ولا تنوم، فقط ترخي.

✓ ليست كل مادة مرخية للعضلات حاصرة للنقل العصبي العضلي (البنزوديازبين).

❷ المسكنات المركزية

- تقسم المسكنات إلى:
  - المسكنات المركزية← تؤثر في الجملة العصبية المركزية (الأفيونات).
  - مسكنات محيطية← تسكن الألم بشكل محيطي (NSAIDs).

المسكنات المركزية:

- الأفيونات: هي أدوية تؤثر على مستقبلات نوعية موجودة في الCNS.
- لا تظهر الاعتماد الفيزيائي ← هي ليست مخدرات.
- قديماً اشتقت من نبات الأفيون، حديثاً بعضها تركيبي والآخر نصف تركيبي.
- شاد أو مفعل أفيوني: أدوية ترتبط بالمستقبلات الأفيونية، وتولد تأثيرات شادة تعتمد على الجرعة.
- معاكس أو مضاد أفيوني: أدوية ترتبط بالمستقبلات الأفيونية، تعاكس تأثير المورفين ((نالوكسون)) {لا يعاكس التأثيرات المسكنة للأفيون ولكنه يعاكس التأثير المثبط للتنفس}.
- شاد مثبط أفيوني: أدوية تملك خواص مفعلة عند جزء من المستقبلات وخواص مثبطة عند جزء آخر ((نالبوفين)).

المستقبلات الأفيونية:

- مستقبلات نوعية تتوضع في الـ CNS، تتأثر بالعديد من عديدات الببتيد داخلية المنشأ (الإندروفينات-الإنكيفالينات)، وهذه المركبات تملك تأثيرات تسكينية مشابهة للأفيونات الخارجية.
- الإنكفالينات تتركز في المادة الرمادية لجذع الدماغ، ومناطق من النخاع الشوكي.
- هناك العديد من المستقبلات الأفيونية، وتم التعرف على 6 منها:

ε	δ	φ	κ	μ2	μ1
ابسليون	دلتا	سيغما	كابا	ميو2	ميو1

- يرتبط توزع الأفيونات في الجملة العصبية المركزية بـ:
  1. درجة تشرد الدواء بالدم.
  2. درجة انحلال الجزء غير المتشرد في الدسم، (انحلال أسرع بالدسم←تأثير أقوى و أسرع).
  3. وجود أو عدم وجود مستقبلات فعالة للمسكن ((مورفين 6غلوكورنيد يفعل μ أكثر من المورفين)).

لابد من الانتباه لمجموعة من العوامل لتقليل خطر تثبيط التهوية في الفترة التالية للعمل الجراحي بعد استخدام الأفيون:

1) السن: طرفي العمر يبدون حساسية للأفيونات بسبب عدم كفاية الكبد في نزع السمية.
2) فترة العمل الجراحي: الفعالية المتوقعة للأفيون مساوية لفترة العمل الجراحي.
3) الأدوية المثبطة الأخرى: المخدرات والمهدئات تآزر الأفيونات في تأثيراتها.
4) الأمراض الرئوية:
- مرضى الـCOPD← قصور تنفسي ((نخفف الجرعة- مسكن مع مراقبة- مسكن مناسب للحالة المرضية)).
- عجز عن طرح المفرزات القصبية بعد العمل الجراحي، بسبب التأثير المثبط للسعال.
- مرضى آفات الرئة الحاصرة، والبدينيين←قصور تنفسي ((يفضل عدم استخدامه)).
5) الشذوذات الغدية الصماوية: زيادة الحساسية لفعل الأفيونات عند مرضى قصور درق، ومرضى داء أديسون.
6) أمراض الكبد: زيادة حساسية لبعض الأفيونات، بسبب نقص الاستقلاب.
7) الأمراض داخل القحف: تشوش تقييم الوعي، ↑ ضغط داخل القحف تالي لفرط الكربمة.
8) حالات متنوعة: حساسية زائدة عند كل مما يلي : المرضى الواهنين (ناقصي الوزن)، خباثات شديدة، إنتان مزمن.

المورفين

- يُحضر من العصارة الجافة للخشخاش، وهو أمين ثلاثي قلوي ضعيف.
- مسكن جيد (يستخد للجراحات الكبرى، و الآلام المزمنة_اورام_)، تُقارن به بقية المسكنات.

التأثيرات المركزية		التأثيرات المحيطية
المثبطة	المهيجة	1-ينقص التمعجات المعوية.
1-تسكين 2-التهدئة.	1-مرح وإهلاس.	2-تشنج قصبي (لايعطى لمرضى الربو).
3-تثبيط منعكس التنفس والسعال.	2-اختلاج بالجراعات العالية.	3-طفح حمامي.
4-تثبيط معدلات الاستقلاب.	3-تحرير الـ ADH (لا يعطى لمرضى ضخامة بروستات).	4-تحرير الهيستامين ←↓ضغط وتوهج.
5-تثبيط المركز المحرك الوعائي.	4-تثبيط بقية هرمونات النخامى (FSH،LH،ACTH).	
	5-تقبض الحدقة (علامة مهمة).	

التسكين:

- ↑عتبة الألم، يؤثر في الألم الكليل المزمن المستمر أكثر من الحاد.
- يسبب النعاس والشعور بالمرح.

الجهاز القلبي الوعائي:

- بطء قلب لتنبيهه المبهم.
- هبوط ضغط (عند ناقص الحجم: لذلك يجب ملء السرير الوعائي قبل إعطائه – عند المشاركة مع موسع وعائي).

الاستقلاب:

↓الفعالية العضلية و↓معدل الاستقلاب

←↑ ضياع حرارة بسبب التوسع الوعائي

←↓انخفاض حرارة الجسم.

الجهاز الهضمي:

- الإقياء سببه:

1. تنبه منطقة الزناد في البطين الرابع.
2. نقص الحركات التمعجية وبالتالي بطء إفراغ.

- غثيان، أمساك أحياناً.
- المورفين↑ تقلص معصرة أودي و المعصرة الحالبية والمثانية ومعصرة الشرج.

تقبض الحدقة:

- بسبب تنبيه نواة إيدينجر-فيستفال في المركز المحرك العيني.

الجهاز التنفسي:

- تثبيط التهوية وتثبيط منعكس السعال.

إطراحه:

- الاستقلاب الأعظمي في الكبد: بإزالة جذر الألكيل وعمليات أكسدة، وارتباط مع حمض الغلوكورونيك.
- الإطراح عن طريق الكلية.
- يعبر المشيمة مسبباً تثبيط تنفس شديد عند الوليد، لذلك يعطى بعد إخراج الوليد في القيصريات.

التسمم بالمورفين:

تسمم حاد: بسبب جرعة زائدة عند مدمن أو مريض متألم بشدة، يتظاهر بـ:

1-تثبيط تنفس حاد. 2-الزرقة. 3-اضطراب في نظم القلب(بطء←توقف).

4-قصور دوراني. 5-اختلاجات من منشأ نخاعي.

العلاج: النالورفين أو النالوكسون/ في حال عدم توفره تهوية المريض بالضغط الإيجابي ووضعه على المنفسة حتى يطرح الدواء.

التسمم المزمن: الانقطاع عن تناوله يسبب: 1-هياج وقلق. 2-توسع حدقة. 3-الإسهال.

4-الوهط الدوراني.

العلاج: بالسحب التدريجي.

- **تحضيره و مقداره وطرق استعماله:**
  - حبابات 1سم مكعب، بتركيز 10ملغ/مل مورفين.
  - يستعمل عضلياً، وريدياً، وتحت الجلد.
- **استطباباته:**

1-مسكن مركزي للآلام صعبة التحمل (جراحات كبرى، وذمة الرئة الحادة، عمليات قلب مفتوح).

2- الكودئين (مشتق مورفيني) مضاد للسعال. 3- في التحضير الدوائي.

4- معالجة الإسهالات المعندة (نادراً).

- **مضادات الاستطباب:**

1- البدينين. 2- قصور الدرق. 3-قصور الكبد. 4-ضخامة البروستات. 5-قصورات التنفس.

6-جراحة الطرق الصفراوية. 7-الجراحة العصبية. 8-المرضى المعالجين بـMOAI.

9- الصدمة: صدمة نقص الحجم و الصدمة التأقية.

البيتيدين= الدولوزال = الميبيريدين

- أفيون تركيبي، قوته التسكينية=1/10 من المورفين.
- مرخي للعضلات الملساء (مضاد تشنج)، تهدئة، مرح، يسبب الاعتماد الفيزيائي.
- لا يؤثر على منعكس السعال، قد يثبط التنفس.
- مثبط للمبهم، مسرع للقلب، خافض للضغط عند ناقصي الحجم فقط.
- يسبب غثيان وإقياء، تحريره للهيستامين أقل من المورفين، لا يقبض الحدقة.
- يعبر المشيمة ويثبط تنفس الوليد.
- معبأ في حبابات 2 سم^3 (100 ملغ) ، ويعطى عضلياً أو وريدياً.
- استطباباته: نفس المورفين، إضافة لإمكانية إعطائه عند مرضى الربو، ولا يستخدم إطلاقاً عند الذين يتناولون الـMAOI دورة.

ألفنتانيل

- مسكن مورفيني قوي، بداية تأثيره سريعة، مدة تأثيره قصيرة.
- يخفف الانعكاسات الهيموديناميكية الناتجة عن الجراحة والشدة، ويخفض المقوية الودية.
- يثبط التنفس ويخفض الضغط، ويعبر المشيمة، جرعته10-100مكغ/كغ.

فينتانيل

- أقوى من المورفين بـ75-125 مرة من المورفين.
- شديد الانحلال بالدسم ←يصل للمستقبلات بسرعة←بداية تأثيره بعد1-2د من الحقن.
- يسبب انخفاض بسيط في الضغط (يصحح بالسوائل الوريدية).
- قد ينقص النظم القلبي (تنبيه مبهمي).
- يثبط التنفس بشكل أقل من المورفين (النالوكسون هو العلاج)، يشنج الحنجرة أحياناً.
- يعبر الحاجز المشيمي، ويقوي تأثير المخدرات الموضعية على الأعصاب المحيطية.
- الغثيان والإقياء كغيره من الأفيونات.
- استطباباته: مسكن مركزي قوي خاصة في جراحة القلب، غرف العناية المشددة.
- جرعته0.1مغ/10كغ من الوزن.

السوفنتانيل

- أقوى من المورفين بـ600-700مرة.
- تأثيراته القلبية الوعائية مشابهة للفينتانيل، وهو يعبر المشيمة، ويُعاكس بالنالوكسون.
- جرعته2-10مكغ/كغ.

الريمي فنتانيل (الأفضل)

- ينبه المستقبلات μ .
- مسكن أساسي في العناية المشددة، وخلال مباشرة واستمرارية التخدير العام.
- بداية تأثيره وزواله سريعان.
- يستقلب بخميرة الاستيراز في الدم (يعطى لمرضى قصور الكلية وقصور الكبد).
- تكرار الجرعة لا يسبب تراكم الدواء.
- يعطى تسريب وريدي.

فينوبيريدين

- أقوى من المورفين بـ 10مرات، بداية تأثيره سريعة.
- يخفض الضغط بشدة.
- يستعمل فقط عند مرضىIPPV.

الضادات الأفيونية:

- معاكسة للمفعل المثبط للتنفس، ولا تعاكس الفعل المسكن (تعاكس بعض المستقبلات وتفعل بعضها الآخر).
- النالوكسون الدواء الوحيد الضاد الصافي: يعمل بعد 1د من الحقن الوريدي، مدة تأثيره 30د، الدواء المختار لمعاكسة تثبيط التهوية المحرض من الأفيونات الأخرى.

الأفيونات النخاعينية:

- إعطاء الأفيونات بالطريق فوق الجافية أو تحت العنكبوتية ينبه المستقبلات الأفيونية الموجودة في النخاع، وبالتالي يحدث تسكين بدون تأثيرات جانبية قلبية تنفسية...
- التأثيرات الجانبية: 1-تثبيط تهوية: عند المسن. 2-الاحتباس البولي: 90%الرجال. 3-الغثيان والإقياء. 4-الحكة: 70-80% المورفين أكثر من غيره.

❸ المخدرات الموضعية

المخدرات الموضعية:

مخدرات تسبب زوالاً عابراً في الحس والحركة والوظيفة الذاتية في ناحية محددة من الجسم.

نظريات عمل المخدرات الموضعية:

1- ترتبط معظم المخدرات الموضعية بقنوات الصوديوم، مما يمنع تفعيلها أو تدفق شوارد الـ Na، ومع ذلك هذا لا يغير من كمون الغشاء في حالة الراحة، بل يؤخر حدوث نزع الاستقطاب.

2- بعضهم اعتقد وجود مستقبلات خاصة بهذه المخدرات على الوجه الداخلي لقنوات الصوديوم.

3- نظرية الحجم الحرج: المخدرات تقوم بتمديد غشاء الخلية، وبالتالي هذا يشوه شكل مستقبلات Na.

4- نظرية الشحنة: دخول المخدرات الموضعية يغير من كمون الغشاء، ويرفع عتبة زوال الاستقطاب.

آلية عمل المخدرات الموضعية:

- كمون الخلية العصبية في حالة الرحة =-70 ميلي فولط، ويكون نتيجة الانتشار الفاعل والمنفعل لشوارد الـ Na وK، والذي يتم من خلال مضخة الصوديوم والبوتاسيوم.
- تعرض الخلية لتنبه ميكانيكي، كهربائي.. كفيل بإحداث نقل لشوارد الصوديوم للداخل والبوتاسيوم للخارج حتى نصل لكمون =+35 ميلي فولط، بعد زوال التنبيه يعود كمون الغشاء لكمون الراحة (وكل هذا يُعرف بكمون العمل).

علاقة الفعالية الدوائية بالبنية الكيماوية للمخدرات الموضعية:

- المخدرات الموضعية مكونة من مجموعة محبة للدسم غالباً هي حلقة البنزين، مفصولة عن مجموعة محبة للماء وهي أمين رباعي، يربط بين المجموعتين رابطة إستيرية أو أميدية (وتصنف المخدرات الموضعية حسب نوع الرابطة).
- هذه المخدرات هي أسس ضعيفة ذات شحنة موجبة محمولة على الأمين الرباعي (في الـ PHالفيزيولوجي).

ترتبط قوة المخدرات الموضعية بـ:

الحلولية بالدسم	التركيز الأصغري CM
- تزداد الحلولية بـ: 1- ↑عدد ذرات الكربون وتزداد أكثر بإضافة هالوجين للحلقة العطرية (كلوروبروكائين> البروكائين). 2- بإضافة رابط إستري: (بروكائين > البروكائين أميد). 3- إضافة مجموعات ألكيل كبيرة على نتروجين الأميد الرباعي (إيتيدوميد>الليدوكائين)	- أقل تركيز من المخدر الموضعي يوقف نقل السيالة العصبية. - يتأثر بالعوامل التالية: 1- قياس الليف ونوعه: الليف الأصغر يتخدر أسرع. 2- وجود النخاعين: الليف غير المغمد يتخدر أكثر من المغمد. 3- PHالوسط: الحامضي يعاكس الحصار. 4- تركيز الشوارد: ↓Kو↑caيعاكس الحصار.

العوامل التي تؤثر بالفعالية الدوائية للمخدرات الموضعية

➢ يعتمد بدء العمل على:

- ♦ التركيز النسبي: للشكل المتشرد (الحلول بالماء) والشكل غير المتشرد (الحلول بالدسم).
- ♦ ارتفاع رقم الـ Pka: و هو قيمة الـ PH الذي تتساوى عنده تراكيز الأشكال المتشردة و غير المتشردة، كما يتعلق بإضافة بيكربونات الصوديوم.
- ♦ ترتبط فترة تأثير المخدر الموضعي بالارتباط ببروتينات البلاسما (α1-acid glycoprotein).

الحرائك الدوائية السريرية للمخدرات الموضعية

1- **الامتصاص:** يمتص المخدر الموضعي بسرعة من الأغشية المخاطية، أما من الجلد يحتاج لتراكيز أعلى من الماء بالدواء، وإذا كان المخدر حلول بالدسم يحتاج لتراكيز أعلى من المخدر للتسكين (امتصاص الأغشية المخاطية > الجلد).

EMLA Cream: يحتوي تركيز 1:1 من ليدوكائين 5% وبريلوكائين 5% ضمن مستحلب ماء ضمن زيت، عمق النفوذ لهذا الكريم هو (3 – 5 مم) ومدة التأثير حوالي الساعتين، (يستخدم عند الأطفال على شكل لزقة توضع على يد الطفل قبل نصف ساعة من فتح الوريد قبل العملية، وبالتالي تصبح عملية فتح الوريد غير مؤلمة)، يجب ألا يستعمل هذا الكريم على الأغشية المخاطية أو الجلد المتسحج و الأطفال بعمر أقل من شهر.

- أما الامتصاص الجهازي للمخدرات الموضعية المحقونة يعتمد على جريان الدم و الذي يتحدد بالعوامل التالية:

a) موقع الحقن: فيتناسب مع التوعية كالتالي: الامتصاص الوريدي ← الرغامي ← المسافة الوريية ← المنطقة الذيلية ← فوق الجافية ← الضفيرة العضدية ← العصب الوركي ← تحت الجلد.

b) وجود مقبضات وعائية: ينقص الامتصاص الوريدي ويزيد من قبط الخلايا العصبية للمخدر.

c) المخدر الموضعي: شديد الارتباط بالأنسجة امتصاصه بطيء.

2- التوزع: يعتمد على معدل قبط العضو للمخدر، وهذا يتحدد بـ:

- تروية النسيج: يتناسب طردياً مع التوزع.
- معامل ارتباط نسيج/دم: الحلولية بالدسم تسهل قبط الأنسجة للمخدر بعكس الارتباط القوي ببروتينات البلاسما.
- كتلة النسيج: تتناسب طردياً، لذلك العضلات الأكثر تخزيناً للمخدر.

3- الاستقلاب والطرح: يعتمد على بنية المخدر الموضعي:

المخدر الإستيري	المخدر الأميدي
- تستقلب بخميرة الكولين إستيراز الكاذبة. - الحلمهة سريعة، وتعطي مستقلبات حلولة بالماء تطرح بالبول. - CSF: فقيرة بالخميرة لذلك يعتمد الاستقلاب على الامتصاص للدوران - أحد المستقلبات: p-aminobenzoic acid (تفاعلات تحسسية). - الكوكائين يستقلب في الكبد جزئياً، يطرح في البول بشكل غير متبدل.	- استقلابها أبطأ من الاستيرية وتعتمد على نوع المخدر. - تستقلب في الكبد لذلك، في التشمع وقصور القلب احتقاني ينقص استقلابها و تزداد فترة تأثيرها و سميتها. - تطرح المستقلبات في البول. - o-toluidine derivatives: أحد مستقلبات البريلوكائين، إذا تراكم حول الهيموغلوبولين←الميتهيوغلوبولين.

لا تحقن المخدر الموضعي في الوعاء تجنباً للوهط الدوراني، باستثناء الليدوكائين.

تأثيرات المخدرات الموضعية على أجهزة الجسم:

	الليدوكائين	الكوكائين	البوبيفاكائين
الجهاز القلبي الوعائي	▪ علاج بعض أنواع اللانظميات البطينية. ▪ وقاية من ارتفاع التوتر الشرياني.	▪ مقبض وعائي. ▪ ارتفاع الضغط والخوارج البطينية.	▪ هبوط الضغط وحصار قلب أذيني بطيني. ▪ لانظميات مثل الرجفان البطيني.
الجهاز العصبي	▪ سمية عصبية (متلازمة ذيل الفرس).	▪ يسبب الإحساس بالنشوة.	▪ سمية عصبية (متلازمة ذيل الفرس).
	▪ تظهر التأثيرات السمية مباشرة: خدر حول الفم، دوار وطنين، اضطراب في الرؤية، الوسن، غياب الوعي، اضطراب في الكلام. تثبيط تنفسي.		
الجهاز التنفسي	▪ تثبيط التقبض القصبي.		
الجهاز الدموي	▪ يخفض من تجمع الصفيحات. ▪ ويمنع التخثر، وينشط انحلال الفيبرين).		

التداخلات الدوائية:

- المرخيات العضلية غير نازعة للاستقطاب يزداد تأثيرها بوجود المخدرات الموضعية.
- السيميتدين والبروبرانولول ينقصان الاستقلاب الكبدي للمخدرات الأميدية.
- الأفيونات ومشابهات 2 β الأدرينيرجية تزيدان من الفعل التسكيني للمخدرات الموضعية.
- السوكسونيل كولين والمخدرات الاسترية عند استعمالهما سوية قد يقوي أحدهما تأثير الآخر.

❹ التخدير الناحي

نقاط هامة في تشريح العمود الفقري والنخاع الشوكي

- تبقى صفيحة الفقرة العجزية الخامسة دون التحام مع أخواتها لتشكل الفرجة العجزية.
- للعمود الفقري انحناءان طبيعيان أماميان في المنطقة الرقبية والقطنية.
- **أربطة العمود الفقري:** من الأمام الرباطان الطولانيان الأمامي والخلفي- من الخلف الرباط الأصفر (أهمها) والرباطان فوق الأشواك وبين الأشواك والرباط المعترض.
- **تحتوي القناة الشوكية:** الحبل الشوكي مع أغلفته (السحايا) والنسيج الشحمي والضفيرة الوريدية.
- يتوضع الـCSF في المسافة تحت العنكبوتية بين الأم الحنون والأم العنكبوتية.
- يمتد النخاع الشوكي من الثقبة الكبرى إلى مستوى L1عند البالغين، وL3عند الأطفال لذلك عندما نخدر الأطفال ندخل تحت L4 أو L5 أما عند الكبار تحت L2 أو L3.
- من C1 وحتى T7 تغادر الجذور العصبية النخاع الشوكي وتخرج من الثقبة الفقرية الموافقة بينما الجذور السفلية يجب أن تهاجر لمسافة أكبر لتشكل ما يدعى ذيل الفرس.
- يمتد كيس الجافية والمسافة تحت الجافية وتحت العنكبوت إلى مستوى S2.

التروية الدموية:

- تروية رئيسية من الشريان الشوكي الأمامي فرع الفقري (يغذي الثلثين الأماميين) ومن الشريانين الشوكيين الخلفيين فرعا المخيخيين الخلفيين السفليين (يغذيان الثلث الخلفي).
- تروية إضافية من الشرايين الوربية الصدرية والقطنية في البطن، أهمها الشريان الجذري الكبير (آدم كويكس) الذي يؤمن التروية للثلثين الأماميين السفليين من النخاع الشوكي.

اعتبارات هامة في التخدير الناحي:

- مكان التأثير على جذر العصب حيث يتم حقن المخدرات الموضعية ضمن الـCSF أو في المسافة فوق الجافية ←حصار النقل في ألياف جذري العصب الشوكي (خلفي حسي/ أمامي حركي ودي).
- حصار الألياف العصبية غير النخاعينية والصغيرة بشكل أسهل من الألياف النخاعينية والكبيرة.
- الحصار التفريقي: حصار ودي (حس الحرارة) أعلى بشدفتين من الحصار الحسي (الألم واللمس العميق) والذي يكون أعلى بشدفتين من الحصار الحركي.

- الحصار الذاتي: لدينا في النخاع مراكز ودية (صدري/ قطني من T 1 إلى L 2)، ونظيرة ودية (قحفية/ عجزية)، لذلك فحصار المحور العصبي يحدث حصار ودي ودرجة من الحصار نظير الودي لكنه لا يؤمن حصار العصب المبهم ← درجات متفاوتة من الحصار ودي.
- يجرى التخدير الناحي في مكان مجهز بجميع وسائل التعقيم والمراقبة (جهاز الأكسجة النبضي وجهاز لقياس الضغط الشرياني) لتدبير جميع الاختلاطات الآنية الممكنة الحدوث وشرح كيفية الإجراء للمريض إضافة لتسريب السوائل ووضع قناع الأكسجين.

تشريحياً

- الناتئ الشوكي لـ(C7) هو الأكثر بروزا، والخط الواصل بين زاويتي لوحي الكتف السفليتين بمستوى (T7).
- الخط الواصل بين العرفين الحرقفيين بمستوى (L4 أو بين L5 – L4)، أما الخط الواصل بين الناتئين الحرقفيين الخلفيين العلويين يمر بالثقبة الخلفية لـ(S2).

التأثيرات الجهازية:

- **القلبية:** BP↓/ النبض والقلوصية/CO↓/ توسع وعائي وريدي (المركز المحرك الوعائي يتحدد بألياف ودية بمستوى T5 إلى L1)/ توقف القلب في حال ارتفاع الحصار (T1 – T4)، ويتم تدبير هذه التبدلات بملء السرير الوعائي بـ10 – 20 مل/كغ سوائل البلورانية قبل بدء التخدير واستعمال رافعات الضغط الوريدية لعلاج BP↓.
- **الرئوية:** قليلة.
- **المعوية:** الحركات الحوية المعوية ← استعادة الوظيفة المعدية المعوية بوقت باكر.
- **البولية:** احتباس بولي والتدبير بتركيب قثطرة، ويزول خلال ساعات من زوال تأثير المخدرات الموضعية.
- **الغدية والاستقلابية:** تثبيط إفراز هرمونات الشدة بما فيها الكاتيكولامينات ← اللانظميات↓ ونقص التروية ما حول العمل الجراحي.

الاستطبابات:

- أي عمل جراحي تحت مستوى العنق (جراحة القلب بالتخدير فوق الجافية بمدخل صدري/ القيصرية الإسعافية) وخاصة البولية و العظمية.

مضادات الاستطباب:

المطلقة (الأهم)	النسبية	مختلف عليها
1. إنتان مكان الحقن. 2. رفض المريض. 3. اضطرابات التخثر والنزف على اختلاف أنواعها. 4. حجم الدم الشديد. 5. الـICP. 6. تضيق تاجي أو أبهري شديد.	1. تجرثم الدم. 2. مريض غير متعاون. 3. الآفات المزيلة للنخاعين. 4. تضيق صمامات القلب. 5. تشوه النخاع الشوكي.	1. جراحة سابقة مكان الحقن. 2. عدم القدرة على التواصل مع المريض. 3. عمليات مطولة. 4. عمليات نازفة بشدة. 5. عمليات تتطلب مناورات وإجراءات تعرض التنفس للخطر.

الوضعيات:

- **وضعية الجلوس:** عند البدينين، عطف الظهر بأقصى درجة ممكنة لتوسيع المسافات بين الفقرات (تتكلس عند المسنين).
- **وضعية الإستلقاء الجانبي:** عند مرضى كسور الطرفين السفليين/ العمليات النسائية/ الولادة دون ألم.
- **وضعية الإستلقاء البطني:** قليلة الاستخدام/ عند الأطفال وقت إجراء التخدير الذيلي.

قبل إجراء البزل يجب **التعقيم المنطقة ثلاث مرات** (من المركز باتجاه المحيط) ثم تنشيف مكان الدخول بالإبرة خوفاً من التهاب السحايا الكيماوي، وعند البزل يجب التأكد من أن السائل صافٍ/ دافئ/ لا يتخثر/ تدفقه حر، ويمكن إجرائه بالدخول على الخط الناصف أو جانب الناصف في أي وضعية.

التخدير الشوكي

- تمتد المسافة العنكبوتية من الثقبة الكبرى إلى S2 عند البالغين وS3 عند الأطفال.
- مكان الحقن تحت L1 عند البالغين وتحت L 3 عند الأطفال يجنبنا الأذية المباشرة للنخاع الشوكي.
- الطبقات التي تجتازها إبرة التخدير الشوكي: هام جداً وهي بقياس 25-26.

الأم الجافية ← الرباط الأصفر ← الرباط بين الأشواك ← الرباط فوق الأشواك ← النسيج تحت الجلد ← الجلد

العوامل المؤثرة في التخدير الشوكي : (هام)

العوامل الأكثر أهمية	عوامل أخرى
1- وضعية المريض خلال الحقن وبعده فوراً. 2- جرعة الدواء. 3- مكان الحقن. 4- الكثافة النوعية للمادة المخدرة.	1- العمر وطول المريض. 2- الـCSF وانحناء العمود الفقري. 3- حجم المخدر المحقون والضغط داخل البطن. 4- الحمل واتجاه إبرة الحقن.

الأدوية المستخدمة:

- الماركائين (بوبيفاكائين) تأثيره سريع في التخدير الشوكي ويتأخر ويطول تأثيره في التخدير فوق الجافية.
- الليدوكائين نحقن معه فنتالين (في التخدير الشوكي) أو الأدرينالين (في التخدير الناحي) لإطالة مدة تأثيره.

التخدير فوق الجافية

- **مكان التأثير:** (بين الرباط الأصفر والأم الجافية) / الضغط فيها سلبي/ يجرى بعدة مداخل.
- **الاستطبابات:** مباشرة العمليات الجراحية الطويلة/ تسكين الألم (بعد الجراحة/ الألم المزمن/ آلام المخاض).
- **بدء التأثير:** يحتاج 10 – 20د (أبطأ من التخدير الشوكي) ويحتاج لعشرة أضعاف جرعة التخدير الشوكي.
- يجرى بإبرة توهي وهي إبرة ثخينة معقوفة الرأس، لا تؤذي الأنسجة.
- الطبقات التي تجتازها إبرة توهي: هام جداً

ملاحظة: في التخدير الشوكي نحقن 2مل بينما في التخدير فوق الجافية 20مل.

- يجرى التخدير فوق الجافية بتقنيتين: (نقص الحساسية/ القطرة المعلقة).
- يتم التحقق من الوصول للمسافة فوق الجافية بإحدى طريقتين: (الجرعة التجريبية/ الجرعة المتزايدة).
- أكثر الأدوية استخداماً بالتخدير فوق الجافية الماركائين.

العوامل المؤثرة في التخدير فوق الجافية: (هام)

1) المريض (تنقص بتقدم بالعمر).

2) لا توجد علاقة بين وزن المريض والجرعة المطلوبة فكل 1 – 2 مل من المخدر الموضعي تحقن في المسافة فوق الجافية تحصر شدفة واحدة من النخاع الشوكي فوق مكان الدخول.

3) لا تؤثر الجاذبية ووضعية المريض على انتشار المخدر بالتخدير فوق الجافية عكس التخدير الشوكي.

التخدير الذيلي

- عند الأطفال/ نقطة الدخول الفرجة العجزية (مغطاة بالرباط العجزي العصعصي)/ يجرى في العمليات البسيطة كالفتوق والختان/ وسيلة تسكين بعد العمل الجراحي.
- يجرى بالوضعية الجانبية ونستعمل محقنة وريدية (18-22)G.
- نتأكد من الضغط السلبي قبل حقن المخدر خوفاً من الدخول في المسافة تحت الجافية أو ضمن وعاء دموي.
- الاختلاطات: التخدير الشوكي الكامل/ الحقن ضمن وريد/ توقف قلب/ نوبة صرع.
- الأدوية المستعملة: الليدوكائين والماركائين مع أو بدون مسكنات مركزية.

اختلاطات حصار المحور العصبي

- ☑ توقف قلب.
- ☑ التهاب سحايا.
- ☑ ورم دموي.
- ☑ خراج فوق الجافية.
- ☑ متلازمة ذيل الفرس.
- ☑ صداع.
- ☑ احتباس بولي.
- ☑ ألم الظهر.
- ☑ ارتفاع مستوى الحصار.

1) الصداع: يرتبط بثقب الأم الجافية وقطر الإبرة المستخدمة.

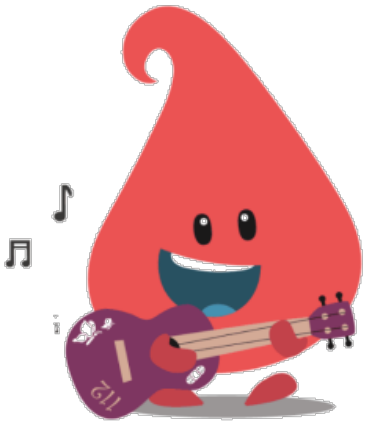
2) احتباس البول: يزول بزوال تأثير المخدر الموضعي.

3) ارتفاع مستوى الحصار: BP↓/ بطء قلب/ قصور تنفسي، التدبير بالسوائل ورافعات الضغط مع تدبير الطريق الهوائي.

4) متلازمة ذيل الفرس: استخدام الليدوكائين في التخدير الشوكي.

❺ أنظمة التنفس وجهاز التخدير

- الهدف من أنظمة التنفس هو إيصال المادة المخدرة من مصدرها في جهاز التخدير عبر دارة التخدير إلى رئتي المريض، ومن ثم الدم ثم المستقبلات الدماغية، وهو يعطي المخدر إنشاقاً فقط.
- تطورت أنظمة التنفس مع الزمن بالتسلسل الآتي:



- الإنشاق
- نظام القطرة المفتوحة
- طريقة السحب
- دارات مابلسون
- الدارات الحلقية

1. الإنشاق

- هو نفخ الغازات المخدرة في وجه المريض دون التماس المباشر معه أو مع طريقه الهوائي، وهو الأساسي عند الأطفال بينما يستخدم كمتمم عند الكبار.
- **ميزاتـه:** سهل التطبيق - لا يوجد عودة تنفس للغازات المزفورة.
- **مساوئه:** لا يؤمن تحكما كاملا بنسبة الغازات المنومة المستنشقة –لا يمكن ضبط التهوية بهذه الطريقة- التخدير غير ثابت- هواء العمليات يمتلئ بالمواد المخدرة المزفورة وقد تكون قابلة للاشتعال.

- عود التنفس: هو أن يقوم المريض بإعادة استنشاق الهواء المزفور والذي يحـوي نسبة أقل من O_2 ونسبة أكبر من CO_2، وذلك يعرض المريض لحماض ونقص أكسجة.

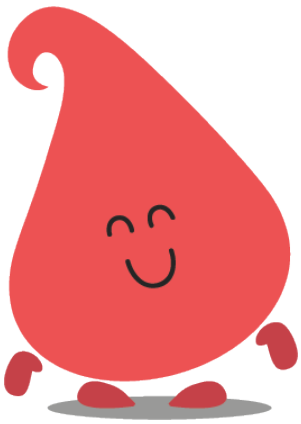
2. نظام القطرة المفتوحة

- يعتمد على غمس قطعة قماشية بالمادة المخدرة الطيارة ووضعها على قناع وجهي مؤلف من أسلاك معدنية (مثل المنخل) وتطبيقه على وجه المريض.
- فكلما تنفس المريض يمر الهواء عبر القطعة القماشية المشبعة بالمادة المنومة ويشبع الهواء بها ويدخل رئتي المريض.
- وهي طريقة غير عملية بسبب إشباع هواء غرفة العمليات بالمخدر.

3. طريقة السحب

- تعتمد على دارة تضمن عدم حدوث عودة التنفس للغازات المزفورة، ويكون الهواء الجوي هو الحامل للمادة المنومة مع إمكانية إعطاء أكسجين إضافي.
- **ميزاتها:** يمكن التحكم بتراكيز ونسب الأكسجين والغازات المنومة – يمكن تطبيق التهوية بالضغط الإيجابي- يمكن تطبيق ضغط الطريق الهوائي الإيجابي المستمرCPAP- يمكن تطبيق الضغط الإيجابي بنهاية الزفير PEEP، من أهم ميزاتها البساطة وسهولة الحمل.
- **سلبياتها:** لا يستخدم فيها النايتروز أكسيد (لعدم وجود مدخلين لها فلا نستطيع إعطاء نايتروز و أكسجين معاً)

أنظمة التنفس السابقة لها مساوئ مشتركة:



- التحكم الضعيف بنسب الغازات المستنشقة وبالتالي تحكم ضعيف بعمق التخدير.
- عدم القدرة أحياناً على المساعدة أو ضبط التنفس بالضغط الإيجابي.
- ضياع كمية كبيرة من الحرارة والرطوبة في الهواء المزفور دون إمكانية الاستفادة منها أو الحفاظ عليها .
- صعوبة الحفاظ على الطريق الهوائي خلال جراحة الرأس والعنق.
- يصعب وجود الدارة بكبرها في جراحة الفم والأذن.
- تلوث غرف العمليات بكميات كبيرة من الغاز الإنشاقي.

4. دارات مابلسون (هاااام)

- المكونات: أنابيب التنفس- مدخل الغازات- صمام الضغط القابل للضبط- بالون التنفس.
- **الميزات:**
  1. خفيفة الوزن.
  2. رخيصة الثمن.
  3. بسيطة التركيب.
  4. يحصل فيها عود تنفس ولكن يمكن التحكم بها، حيث نقوم بزيادة جريان الغازات (زيادة الحجم الجاري) لمنع عود تنفسCO_2.
  5. يمكن أن تستعمل للتنفس العفوي والتنفس بالضغط الإيجابي.
  6. لها أنواع متعددة يشار إليها بالأحرف (F للأطفال).
- **مساوئ دارات مابلسون:**
  - أرقام جريان كبيرة من الغازات لمنع عود التنفس.
  - ضياع كمية كبيرة من المنوم الإنشاقي حيث أن بعضها كالسيفوفلوران غالٍ جداً.
  - تلوث غرف العمليات بالغاز الإنشاقي.
  - ضياع حرارة ورطوبة المريض.

5. نظام الدارات الحلقية

- هواء الشهيق يحوي: •أكسجين. •نيتروجين (من الهواء الجوي). •منوم إنشاقي.
- هواء الزفير يحوي: •أكسجين. •نيتروجين. •منوم إنشاقي. •CO_2. •بخار الماء H_2O. •حرارة.
- ولكي نستفيد من الحرارة و بخار الماء نعيدهم للجسم مع الأكسجين والمنوم بعد امتصاص CO_2 من المزيج الغازي بتمريره ضمن وعاء يحتوي حبيبات الكلس الصودي.
- يتألف الكلس الصودي من حبيبات تتكون من:
- ماءات (هيدروكسيد) الكالسيوم وماءات الصوديوم. دورة
- بالإضافة إلى مشعر يتغير لونه حسب باهاء الوسط وإشباعه بالـ CO_2 حيث يتواجد في وعاء موجود في جهاز التخدير والتفاعل ينشر حرارة فاذا تحسسنا لحرارته وكان بارداً فذلك دليل على انه **لا** يعمل.

- إن الكلس الصودي SODA LIME قادر على امتصاص CO_2 بكفاءة عالية فكل 100غ منه تمتص 23 ليتر من CO_2 لذلك علينا دائما تبديل مادة الكلس الصودي الموجود على الجهاز.
- وهكذا نكون خلصنا الهواء الجوي من التلوث بالمخدرات الإنشاقية وخلصنا المريض من الـ CO_2 ووفرنا من التكلفة المادية لأن هذه المواد غالية الثمن (السيفوفلوران، الهالوتان).

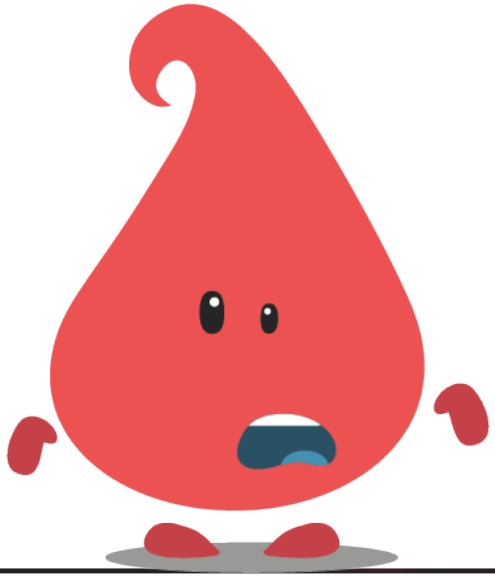
أشير في أحد الدورات إلى حبيبات هيدروكسيد الكاليوم باسم حبيبات بارالايم.

الصمامات وحيدة الاتجاه:

" إن تصميم الدارات الحلقية يفرض مرور الغازات باتجاه وحيد وتسلسل ثابت وهنا يأتي دور الصمامات وحيدة الاتجاه التي تسمح للغازات بالمرور بتسلسل ثابت من مخرج الغازات الطازجة إلى المريض إلى وعاء الكلس الصودي حيث يمتص الـ CO_2 ومنه إما إلى الخارج أو يعاد للمريض بعد تعويض الأكسجين والمنوم المستهلك.

محتويات جهاز التخدير

1. دارة الضغط المرتفع.
2. معدلات الضغط.
3. مقاييس الصبيب(الجريان).
4. المبخرات وهي نوعية بالنسبة للمخدر السائل الطيار.
5. أجهزة تحليل الغازات.
6. أجهزة قياس الحجوم التنفسية.
7. أجهزة قياس الضغوط.
8. صمام التحكم بالضغط القابل للضبط.
9. أجهزة الترطيب.
10. أجهزة التهوية الآلية.
11. أجهزة طرح الغازات الزائدة.
12. أجهزة قياس الحرارة.
13. أجهزة الإنذار.



- إن جهاز التخدير يتلقى الغازات من مصدرها (الأنابيب المركزية القادمة من مراكز خزن الغازات في المشفى أو الأسطوانات) ومع ذلك كل جهاز تخدير لديه اسطوانتين معلقتين خلف الجهاز تحسباً لأي خلل في الجهاز المركزي ريثما يتم رصد العطل المركزي لكيلا ينقطع الاكسجين عن المريض المخدر في العملية
- كما يتحكم الجهاز في جريان الأكسجين وينقص ضغطه لدرجة مناسبة وآمنة، ثم يمرر هذه الغازات عبر المبخرات فتشبع بالمادة المنومة لدرجة محددة وينتج لدينا المزيج الغازي المخدر الذي يوصل عبر دارة التخدير إلى المريض.

» **تصحيح:** محاضرة 28، صفحة 4، ميزات طريقة السحب تعديل التعداد الأول من "لا يمكن التحكم" إلى "يمكن التحكم".

...تم بعونه تعالى...

RBCs