# التخدير الإنشاقي

**م.د. رنا ابراهيم رعيدي**

**مقدمة**

لقد كان كلٌ من أول أكسيد الآزوت $N_2O$، الكلوروفورم، والإيتر مقبولاً عالمياً في التخدير العام. في الوقت الحالي يستعمل كلاً من أول أكسيد الآزوت، الهالوتان، الإيزوفلوران، الديسفلوران، والسيفوفلوران.

يمكن تقسيم مرحلة التخدير العام إلى ثلاثة أطوار: المباشرة، الاستمرارية، الصحو. يستخدم المخدر الإنشاقي في الطور الأول، لاسيما الهالوتان والسيفوفلوران لدى الأطفال الذين لديهم صعوبة في تأمين خط وريدي لديهم. كما يُستخدم المخدر الإنشاقي غالباً بهدف استمرارية التخدير. أما مرحلة الصحو فتعتمد بشكل أساسي على إعادة التوزع من الدماغ يليها إطراح رئوي.

**الحرائك الدوائية**

يعتمد تأثيرالمخدر الإنشاقي النهائي على محصلة التركيز العلاجي للنسج في الجهاز العصبي المركزي.

- **القبط (الأخذ) إلى الدم:** تؤخذ المخدرات الإنشاقية بشكل منفعل، عن طريق الانتشار، التي تعتمد على
  - انحلال المخدر في الدم
    - **معامل تقسيم دم-غاز Blood-gas partition coefficient :** هو نسبة تركيز المخدر في الدم إلى الحيز السنخي عندما تكون الضغوط الجزئية في المركبين متعادلة. كلما ازداد معامل المخدر الإنشاقي، تزداد انحلالية المادة في الدم.
  - التروية والجريان الدموي السنخي (زيادة نتاج القلب تؤدي لزيادة القبط وبالتالي تأخير في المباشرة).
  - الفرق في الضغط الجزئي ما بين الغاز السنخي والدم الوريدي.

**وللتوضيح أكثر:** الانحلال النسبي للمخدر في الدم، الغاز، والنسج ندعوها معاملات التقسيم. كلما كان معامل دم/غاز أعلى، كان انحلال المخدر أعلى، وكان قبطه من الدوران أعلى في الدوران الرئوي، وبالتالي ترتفع الضغوط الجزئية السنخية لمستوى ثابت بشكل أبطأ.

- **التوزع والقبط إلى الدماغ:** يعتمد النقل والقبط إلى الدماغ على التروية الدماغية وقابلية المادة المخدرة للانحلال في الدسم.

- **معامل تقسيم دماغ-دم Brain-blood partition coefficient:** نسبة تركيز المخدر مابين الدم والنسج الدماغية عندما تتعادل الضغوط الجزئية، كلما كان المعامل أعلى، كان انحلال المادة في النسج الدماغية أعلى.

- **بدء التأثير:** كلما كان معامل تقسيم دم-غاز أقل، كان بدء تأثير المادة أسرع وكانت المباشرة أسرع.
- **الإطراح:**
  - تطرح المخدرات الإنشاقية عن طريق الرئتين.
    - كلما كان معامل تقسيم دم-غاز للمخدر الإنشاقي أقل، كانت سرعة توقف التأثير أسرع (وقت صحو أسرع).
  - تستقلب المخدرات الإنشاقية بدرجة بسيطة فقط
    - الهالوتان مستثنى لأنه يستقلب في الكبد.
  - في حالة تخدير المرضى البدينين لفترة طويلة، يمكن للمخدرات عالية الانحلال بالدسم أن تتكدس في النسج الشحمية فتبطئ من الصحو من التخدير.

**مبادئ التأثير الدوائي**

**قياس قوة المخدرات الإنشاقية: التركيز السنخي الأصغري( minimal alveolar concentration MAC)**

- MAC هو تركيزالمخدر الإنشاقي الموجود في الأسناخ، الذي يؤدي إلى منع حركة 50% من المرضى، بعد تنبيه مؤلم محدد، كشق الجلد الجراحي.
  - المخدر الإنشاقي ذو الفعالية الأعلى له MAC أقل.
- كلما كانت قيمة MAC أقل، كان انحلال المخدر في الدسم أعلى وكانت فعاليته أعلى.
- يعد ال MAC مهماً لمقارنة فعالية العوامل المخدرة الإنشاقية المختلفة.

| | معامل تقسيم دم-غاز | معامل تقسيم دماغ-دم | التركيز السنخي الأصغري MAC |
|---|---|---|---|
| **أول أكسيد الآزوت** | 0.47 | 1.1 | 105% |
| **الديسفلوران** | 0.42 | 1.3 | 6% |
| **السيفوفلوران** | 0.65 | 1.7 | 2% |
| **الإيزوفلوران** | 1.40 | 2.6 | 1.2% |
| **الهالوتان** | 2.40 | 2.9 | 0.75% |

**الحرائك والتأثيرات الدوائية للمخدرات الإنشاقية الشائعة**

**أمثلة**

**أول أكسيد الآزوت**

- انحلال أقل في الدم ← معامل تقسيم دم/غاز منخفض← سرعة في المباشرة والصحو.
- انحلال قليل في الدسم← فعالية قليلة← MAC عالي.

**الهالوتان**

- انحلال أعلى في الدم ← معامل تقسيم دم/غاز عالي ← بطء في المباشرة والصحو.
- انحلال عالي في الدسم ← فعالية عالية ← MAC منخفض.

المخدرات الإنشاقية هي غازية كأول أكسيد الآزوت، وسائلة طيارة أكثرها استخداماً الهالوتان، الإيزوفلوران، الديسفلوران، والسيفوفلوران.

**أول أكسيد الآزوت $N_2O$ Nitrous oxide**

**الخواص الفيزيائية:**

يدعى بالغاز الضاحك. ليس له لون ولا رائحة. غير قابل للإشتعال أو الانفجار.

يمكن حفظه على شكل سائل تحت الضغط. يوجد بشكل غازي في درجة حرارة الغرفة

تأثيره ضعيف لذلك غالباً ما يستعمل بإضافة أحد المخدرات السائلة الطيارة، يستخدم وحده بهدف التسكين والتسدير كما في حالة ألم الولادة وفي العيادات السنية.

الجرعة: يعطى مع الأكسجين بتركيز يصل ل70%. MAC=105%.

بدء التأثير: فوري بسبب انحلاله الضعيف في الدم

مدة التأثير: انتهاء تأثيره سريع بعد إيقافه

الإطراح: رئوي

**التأثيرات في أجهزة الجسم:**

**الجهاز القلبي الوعائي**

ذو تأثيرات مقلدة للودي بشكل معتدل، لكنه يسبب تثبيط مباشر للعضلة القلبية (مخبرياً أوin vitro). أما في جسم الإنسان فهو لايؤثر أو يُحدث ارتفاع معتدل في الضغط

الشرياني والنبض. زيادة انقباض الأوعية الأكليلية قد يؤدي لاحتشاء لدى المرضى المشتبهين. زيادة في المقاومة الوعائية الرئوية.

**الجهاز التنفسي**

يؤدي لزيادة عدد حركات التنفس، نقص الحجم الجاري وبالتالي تأثير أصغري على حجم التهوية في الدقيقة.

**الجهاز العصبي المركزي**

مسكن فعال، يزيد معدل الاستقلاب الدماغي، الجريان الدموي الدماغي، والضغط ضمن القحف، يزيد من استهلاك الأكسجين الدماغي.

**الوصل العصبي العضلي**

لايُحدث ارخاء عضلي مهم. قد يسبب صلابة عضلية هيكلية في التراكيز العالية. يقوي من حدوث الصلابة التالية للأفيونات.

**الكلية**

ينقص الجريان الدموي الكلوي بزيادة المقاومة الوعائية الكلوية، فينقص معدل الرشح الكبي والنتاج البولي.

**الكبد**

قد ينقص معدل الجريان الكبدي ولكن بدرجة أقل من المخدرات الطيارة.

**الجهاز الهضمي**

زيادة خطورة الغثيان والإقياء

**مضادات الاستطباب:**

يسبب تمدد حجم الغاز المحتوى ضمن حيز محدد، لأن $N_2O$ ينتشر عبر الأغشية بسهولة أكثر من النتروجين. وبالتالي سيزيد من حجم الريح الصدرية وفقاعة النفاخ الرئوي والصمة الوريدية أو الشريانية أو تمدد الأمعاء.

لا يستطب في حالات ارتفاع الضغط ضمن القحف، الريح الصدرية، انسداد الأمعاء. تستخدم بحذر لدى مرضى الداء الإكليلي والنفاخ الرئوي.

استعماله لفترة طويلة قد يؤدي لتثبيط النقي. يلوث جو قاعة العمليات.

# المخدرات الإنشاقية السائلة الطيارة

## الهالوتان Halothane

### الخواص الفيزيائية

سائل طيار لالون له ، منحل في الدسم، غير مخرش للطرق التنفسية، غير قابل للإشتعال والانفجار.

### التأثيرات في أجهزة الجسم

### الجهاز القلبي الوعائي

يسبب نقص معتمد على الجرعة في الضغط الشرياني بسبب التثبيط القلبي المباشر، وذلك يؤدي لنقص الجريان الدموي الإكليلي . قد يؤدي إبطاء النقل في العقدة الجيبية الأذينية لنظم وصلي أو بطء قلب. يحسس الهالوتان القلب عند استخدام الأدرينالين فيُحدث اضطراب نظم.

### الجهاز التنفسي

يُحدث تنفس سريع وسطحي. يزيد $P_aCO_2$ ، ويحد من زيادة حجم التهوية في الدقيقة الذي عادةً ما يزداد بنتيجة ارتفاع $P_aCO_2$ .

يعتبر موسع قصبي فعال بسبب إرخاء العضلات القصبية . لكنه يثبط إزالة المفرزات من الطريق التنفسي، وقد يؤدي لنقص أكسجة وانخماص رئوي ما بعد العمل الجراحي.

### الجهاز العصبي المركزي

تأثيره ضعيف في تسكين الألم. يوسع الأوعية الدماغية فيسبب إنقاص المقاومة الوعائية الدماغية، زيادة الجريان الدموي الدماغي، و زيادة الضغط ضمن القحف.

### الوصل العصبي العضلي

يرخي العضلات الهيكلية، ويفعل المرخيات العضلية غيرالنازعة للاستقطاب. قد يسبب فرط الحرارة الخبيث.

### الكلية

ينقص الجريان الدموي الكلوي، معدل الرشح الكبي، والنتاج البولي. الإماهة قبل العمل الجراحي يحد من هذه التأثيرات.

**الكبد**

نقص الجريان الدموي الكبدي بسبب نقص النتاج القلبي. اضطراب وظيفة الخلية الكبدية. نادراً التهاب الكبد التالي للهالوتان.

**مضادات الاستطباب**

يجب الحذر عند استخدام الهالوتان في حالة ارتفاع الضغط ضمن القحف، المرضى ناقصي الحجم ضمن الأوعية، وعند إضافة الأدرينالين للمخدر الموضعي.

## الإيزوفلوران Isoflurane

**الخواص الفيزيائية**

غير قابل للإشتعال مع رائحة إيترية مخرشة

**التأثيرات في أجهزة الجسم**

**الجهاز القلبي الوعائي**

يزيد تنبيه مستقبلات β الأدرنيرجية. يزيد الجريان الدموي في العضلات الهيكلية، ينقص المقاومة الوعائية الجهازية وبالتالي الضغط الدموي الشرياني.

**الجهاز التنفسي**

ينقص حجم التهوية في الدقيقة، موسع قصبي بدرجة أقل من الهالوتان. مخرش للطرق التنفسية العلوية.

**الجهاز العصبي المركزي**

بتركيز أعلى من 1MAC يزيد الجريان الدموي الدماغي والضغط ضمن القحف. ينقص حاجة الدماغ الاستقلابية للأكسجين.

**الوصل العصبي العضلي**

يرخي العضلات الهيكلية

**الكلية**

نقص الجريان الدموي الكلوي، معدل الرشح الكبي، والنتاج البولي.

**الكبد**

قد ينقص الجريان الدموي الكبدي لكن تبقى التروية الشريانية للكبد مصانة وبالتالي التزويد بالأكسجين . عادة لا تتأثر وظائف الكبد.

**مضادات الاستطباب**

الحذر في حالة نقص الحجم ضمن الأوعية. قد يحرض حدوث فرط الحرارة الخبيث.

## الديسفلوران Desflurane

**الخواص الفيزيائية**

يشابه الإيزوفلوران في تركيبه. انحلاله قليل في الدم (معامل تقسيم دم/غاز 0.42) ونسج الجسم لذلك فهو يؤدي لسرعة المباشرة والصحو ، فزمن الصحو أقل 50% منه عند استخدام الإيزوفلوران.

**التأثيرات في أجهزة الجسم**

**الجهازالقلبي الوعائي**

تسبب زيادة التركيز نقصاً في المقاومة الوعائية الجهازية.

لايتغير النتاج القلبي أو ينخفض بشكل بسيط مع MAC = 1 إلى2 .

يحدث زيادة معتدلة في النبض، في الضغط الوريدي المركزي، وفي ضغط الشريان الرئوي.

**الجهاز التنفسي**

يسبب نقصاً في الحجم الجاري وزيادة في معدل التنفس.

لايفضل المباشرة بالديسفلوران لأنه يخرش الطريق الهوائي، ليتظاهرعلى شكل إلعاب، حبس النفس، سعال، وتشنج حنجري.

**الجهاز العصبي المركزي**

يوسع الأوعية الدماغية بشكل مباشر، يزيد الجريان الدموي الدماغي، حجم الدم الدماغي، والضغط ضمن القحف. نقص استهلاك الأكسجين الدماغي.

**الوصل العصبي العضلي**

يحدث إرخاء عضلي معتمد على الجرعة.

**الكلية**

ليس له سمية كلوية، إلا أنه كبقية المخدرات الإنشاقية، قد يسبب نقص في الرشح الكبي والإدرار تالي لنقص في النتاج القلبي.

**الكبد**

تبقى التروية الكبدية طبيعية، لذلك لاتتأثر الوظيفة الكبدية.

**مضادات الاستطباب**

نقص الحجم ضمن الأوعية الشديد، فرط الحرارة الخبيث، فرط التوتر داخل القحف

## السيفوفلوران Sevoflurane

**الخواص الفيزيائية**

منحل في الدم أكثر قليلاً من الديسفلوران(معامل تقسيم دم/ غاز 0.65) ، يعتبر خياراً ممتازاً في مباشرة التخدير لبدء تأثيره السريع ولكونه غير مخرش للطرق الهوائية.

تتحقق المباشرة بتركيز 4%-8% مع تركيز50% أكسجين، خلال دقيقة واحدة.

**التأثيرات في أجهزة الجسم**

**الجهاز القلبي الوعائي**

يثبط القلوصية القلبية بشكل معتدل، يُنقص المقاومة الوعائية الجهازية والضغط الشرياني بدرجة أقل من الإيزوفلوران والديسفلوران.

قد يسبب طول فترة QT دون أن يعرف لها أهمية سريرية.

**الجهاز التنفسي**

يثبط التنفس ويعاكس التشنج القصبي لدرجة مشابهة للإيزوفلوران.

**الجهاز العصبي المركزي**

ارتفاع بسيط في الجريان الدموي الدماغي و الضغط ضمن القحف. تنقص حاجة الاستهلاك من الأكسجين الدماغي . لم تسجل أي حادثة اختلاج.

**الوصل العصبي العضلي**

يسبب ارخاء عضلي كافي لتنبيب المريض بعد المباشرة الإنشاقية.

**الكلية**

ينقص بشكل بسيط الجريان الدموي الكلوي، يستقلب إلى مواد قد تؤدي لأذية أنبوبية كلوية.

**الكبد**

يُنقص الجريان الدموي لوريد الباب، لكنه يزيد الجريان الدموي للشريان الكبدي، لذلك يحافظ على الجريان الدموي الكبدي الكلي ونقل الأكسجين.

**مضادات الاستطباب**

نقص الحجم ضمن الأوعية الشديد، فرط التوتر ضمن القحف، واحتمال فرط الحرارة الخبيث.

| | N2o | هالوتان | ايزوفلوران | ديسفلورن | سيفوفلوران |
|---|---|---|---|---|---|
| القلبي الوعائي<br>BP<br>HR<br>SVR<br>النتاج القلبي | <br>لاتغير<br>لاتغير<br>لاتغير<br>لاتغير | <br>↓↓<br>↓<br>لاتغير<br>↓ | <br>↓↓<br>↑<br>↓↓<br>لاتغير | <br>↓↓<br>لاتغير أو ↑<br>↓↓<br>لاتغير أو ↓ | <br>↓<br>لاتغير<br>↓<br>↓ |
| التنفسي<br>TV<br>RR | <br>↓<br>↑ | <br>↓↓<br>↑↑ | <br>↓↓<br>↑ | <br>↓<br>↑ | <br>↓<br>↑ |
| العصبي المركزي<br>الجريان الدموي<br>ICP<br>معدل الاستقلاب الدماغي | <br>↑<br>↑<br>↑ | <br>↑↑<br>↑↑<br>↓ | <br>↑<br>↑<br>↓↓ | <br>↑<br>↑<br>↓↓ | <br>↑<br>↑<br>↓↓ |
| الوصل العصبي العضلي<br>تأثير المرخيات غير النازعة للاستقطاب | ↑ | ↑↑ | ↑↑↑ | ↑↑↑ | ↑↑ |
| الكلية<br>الجريان الدموي الكلوي<br>معدل الرشح الكبي<br>النتاج البولي | <br>↓↓<br>↓↓<br>↓↓ | <br>↓↓<br>↓↓<br>↓↓ | <br>↓↓<br>↓↓<br>↓↓ | <br>↓<br>↓<br>↓ | <br>↓<br>↓<br>↓ |
| الكبد<br>الجريان الدموي | ↓ | ↓↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| الاستقلاب | 0.004% | 15-20% | 0.2% | <o.1% | 5% |

BP الضغط الشرياني- HR معدل النبض- SVR المقاومة الوعائية المحيطية.

TV الحجم الجاري – RR عدد مرات التنفس – ICP الضغط داخل القحف