

# التخدير في الجراحة العصبية

د.علي محمد أسعد

# مبادئ عامة الضغط داخل القحف

- قيمته 5-12 ملمز تتغير بتغير حجم المحتويات داخل القحف:
- الدماغ (1200-1600 مل) والدم (100-150 مل) وس.د.ش 100-150 مل, والسائل خارج الخلوي أقل من 75 مل
- آليات المعاوضة: إزاحة س.د.ش للناحية القطنية - زيادة امتصاص س.د.ش - إنقاص حجم الدم داخل القحف
- بالنهاية تُغلب هذه الآليات فأية زيادة صغيرة أخرى في محتويات القحف يؤدي لارتفاع حاد في الضغط داخل القحف

# تابع: الضغط داخل القحف.. أسباب ارتفاعه

- زيادة مادة الدماغ : ورم - خراج - ورم دموي
- زيادة حجم س.د.ش: استسقاء - ارتفاع حميد في ض.د.ق - انسداد الشنت (التحويلة)
- زيادة حجم الدم : زيادة الجريان الدماغى بسبب نقص الأكسجة أو فرط فحمية الدم أو المخدرات الانشاقية - زيادة حجم الدم الوريدي الدماغى بسبب زيادة الضغط داخل الصدر أو انسداد وريدي في العنق أو انخفاض مستوى الرأس أو السعال
- زيادة السائل خارج الخلوي بسبب الوذمة الدماغية
- ضغط التروية الدماغية = الضغط الشرياني الوسطي - (ض.د.ق + الضغط الوريدي)
- $CPP = MAP - (ICP + VP)$

## تابع : الضغط داخل القحف.. جريان الدم الدماغي

- يتميز بتنظيم ذاتي حيث يبقى هذا الجريان ثابتاً حتى لو تغير الضغط الشرياني الوسطي بين 50-150 ملمز و خارج هذه الحدود ينخفض الجريان بانخفاض الضغط الوسطي دون 50 ملمز و يزداد بارتفاع الضغط الوسطي فوق 150 ملمز
- عند مرضى ارتفاع الضغط الشرياني تكون حدود التنظيم الذاتي أعلى وتكون وظيفة الدماغ متكيفة مع هذه الحدود العليا لذلك يحدث أذية دماغية دون هذه الحدود العليا
- التنظيم الذاتي يتأذى أو يزول بسرعة بوجود حماض نسيجي في الدماغ ( نقص اكسجة - فرط الفحمية - إصابة حادة داخل الدماغ - رض رأس )

# العوامل المؤثرة على جريان الدم الدماغي

- الاستقلاب : يتأثر الجريان أساساً بالمتطلبات الاستقلابية لخلايا الدماغ فهي تزيد مع الصرع و الألم و القلق. تنقص في السبات و هبوط الحرارة و تناول المسكنات
- توتر غاز الفحم: نقص الفحمية يُقبّض الأوعية الدماغية و ينقص الجريان. يكون تأثيره في الذروة عندما يكون (( $PaCO_2$ ) طبيعياً فأي تغير بمقدار 1 كيلو باسكال يؤدي إلى تغير 30% في جريان الدم الدماغي . تتأثر العلاقة بين توتر غاز الفحم والجريان الدموي كثيراً بقيم الضغط الشرياني  
(قد يزول تأثير فرط التهوية على الجريان بارتفاع أو انخفاض الضغط الشرياني)

# تابع : العوامل المؤثرة على جريان الدم الدماغي

- تؤثر الأوكسجين الشرياني عامل غير هام بتحديد جريان الدم الدماغي وإذا لم ينخفض دون 7 كيلو باسكال فلن يحدث توسع أوعية دماغية أي لا يزداد الجريان
- درجة الحرارة: انخفاضها ينقص الاستقلاب الدماغي بنسبة 5% لكل درجة حرارة فينخفض الجريان .
- اللزوجة: لا تؤثر على الجريان إذا بقيت الرسابة بين 30-50% يزداد الجريان إذا نقصت اللزوجة عن 30%
- المواد المخدرة: ستذكر لاحقاً

# مبادئ عامة تخديرية بوجود ارتفاع ض.د.ق

## أعراض و علامات ارتفاع الضغط داخل القحف

- 1- مبكرة: صداع , إقياء , اختلاج , علامات بؤرية , وذمة الحليمة
- 2- متأخرة: ارتفاع الضغط مع بطء القلب , هياج , دوخة , سبات , تنفس شاين ستوكس , توسع حدقة وحيد ثم ثنائي الجانب , وضعية فصل القشر ثم فصل المخ .
- 3- الاستقصاءات اللازمة: طبقي محوري ومرنان لكشف وذمة معمة أو انحراف عن الخط المتوسط أو استسقاء حاد أو آفة كبيرة الحجم أو كتلة ذات توضع خاص .

# الأهداف التخديرية

- لا ترفع ض.د.ق أكثر مما هو عليه. الإجراءات الوقائية :
  - 1- تجنب زيادة الجريان الدماغي بتجنب فرط الفحمية و نقص الأكسجة وارتفاع الضغط وارتفاع الحرارة. استعمل نظام التنفس الموجه بالحجم لضبط غاز الفحم الشرياني و تأمين أكسجة جيدة و تسكين مناسب و عمق تخدير جراحي
  - 2- تجنب زيادة الضغط الوريدي بتجنب السعال والشد وخفض الرأس وانسداد أوردة العنق ( برباط الأنبوب الرغامي مثلاً )
  - 3- تجنب المزيد من وذمة الدماغ حيث يجب تحديد السوائل لكن ليس على حساب الحجم داخل الأوعية أو ضغط التروية الدماغية. لا تستعمل المحاليل منخفضة التوتر فتدفع السائل عبر الحاجز الدموي الدماغي يقرره الضغط الحلولي و ليس الجرمي. حافظ على مصورة عالية الحلولية

## تابع : الأهداف التخديرية

- 4- حافظ على ضغط التروية الدماغية: تجنب هبوط الضغط بوجود ارتفاع ض.د.ق. يمكن استعمال السوائل و المقبضات حسب الضرورة للتحكم بالضغط الشرياني و الحفاظ على ضغط تروية دماغي أعلى من 70 ملمز
- 5- تجنب المخدرات التي ترفع الضغط داخل القحف.

إجراءات نوعية علاجية لتخفيض ض.د.ق ( ICP )

# إجراءات نوعية لتخفيض ض.د.ق

1- إنقاص وذمة الدماغ باستعمال **المدرات** الحلولية أو مدرات العروة أو كليهما . مانيتول 0.25-1 غ\كغ خلال 15 دقيقة أو فروسيميد 0.25-1 مغ\كغ . القثطرة البولية ضرورية .

2- **فرط تهوية** معتدل للحفاظ على غاز الفحم الشرياني بين 4-4.5 كيلو باسكال و هذا يخفض ض.د.ق لمدة 24 ساعة . فرط التهوية الشديد يسبب نقص تروية دماغي و خسارة التنظيم الذاتي . لا تنسى أن غاز الفحم بنهاية الجريان أقل من الشرياني .

3- **القشرانيات** تخفف الوذمة المحيطة بالأورام والخراجات لكن ليس لها دور في رضوض الرأس . تحتاج لعدة ساعات حتى تعمل . ديكساميثازون 4مغ كل 6 ساعات تعطى قبل العملية .

## تابع : إجراءات نوعية لتخفيض ض.د.ق

4- يمكن سحب كمية من السائل الدماغي الشوكي بواسطة منزاح ( مفجر قطني أو بطيني )

5- وضع المريض و رأسه مرتفع 30 درجة لتخفيض الضغط الوريدي المركزي

6- تحقق دوماً ان الضغط الشرياني الوسطي غير منخفض كثيراً لكي لا ينقص ضغط التروية الدماغي .

## تابع : إجراءات نوعية لتخفيض ض.د.ق

- المخدرات الانشاقية تفك اقتران الاستقلاب مع الجريان فهي تنقص الاستقلاب الدماغي لكنها تزيد الجريان الدموي و بالتالي ض.د.ق . **تجهض التنظيم الذاتي** إذا أعطيت بجرعة فعالة. الهالوتان يسبب أعلى زيادة في الضغط داخل القحف بينما إيزوفلورين اقلها. لا يتأثر ض.د.ق بجرعة أقل من 1 ماك من إيزو و سيفو و ديسفلورين . يسبب إنفلورين الاختلاج و خاصة مع فرط الفحمية فليس له مكان في التخدير العصبي.
- **غاز النايتروس** موسع وعائي دماغي ضعيف لذلك يرفع ض.د.ق لكنه لا يزيد معدل الاستقلاب الدماغي .

## تابع : إجراءات نوعية لتخفيض ض.د.ق

- المخدرات الوريدية كلها تنقص الاستقلاب الدماغي و الجريان الدموي و ضغط التروية باستثناء الكتامين فهو يرفع ض.د.ق و يجب تجنبه. المخدرات الوريدية مثل بربوفول و ثيوبنتال لا تؤثر على التنظيم الذاتي و لا على الاستجابة لتغيرات غاز الفحم .
- سكسونيل كولين يرفع ض.د.ق قليلاً و لا يجوز استبعاده في حال استدعت الضرورة للتنبيب السريع كما هو عند مرضى المعدة الممتلئة مثلاً. الأفيونيات تأثيرها محدود على الجريان و ض.د.ق إذا تجنبنا فرط الفحمية.
- الأفيونيات تحافظ على الاستجابة لتغيرات غاز الفحم .

# فتح الجمجمة (القحف)

- يجري لاستئصال تام أو جزئي للورم, أو الحصول على خزعة أو تفريغ خراج دماغي
- المدة تتراوح بين 1-12 ساعة
- الوضعية: أفقية أو جلوس أو جانبية
- حجم النزف من 0-2 لتر و يجب توفير وحدتين من الدم قبل العملية
- هذه العملية تتطلب تنبيب رغامي و تنفس موجه بالحجم و مناظرة باضعة ( قثطرة مركزية و شريانية و بولية طبعاً )

# قبل العمل الجراحي

- تقييم أعراض و علامات ارتفاع ض.د.ق و توثيق وجود أي أذية عصبية و تقييم منعكس الإقياء
- قد يكون ورم الدماغ انتقالياً و الورم البدئي قد يكون في الرئة أو الثدي أو الدرق أو الأمعاء
- انظر للطبقي و المرنان لأن مدة العمل الجراحي و صعوبته تتعلقان بحجم و موقع و نوعية الورم
- تأكد من شوارد الدم (مدرات - إقياءات) و سكر الدم (ديكساميتازون)
- حدد السوائل الوريدية (30مل\كغ\اليوم) بوجود وذمة الدماغ .
- لا تعطي محاليل سكرية (السكر يسبب أذية دماغية - نقص الحلوية تزيد الوذمة)

# تابع : قبل العمل الجراحي

- تجنب المهدئات في التحضير الدوائي بوجود ارتفاع ض.د.ق
- الجوارب الضاغطة لمنع الخثار الوريدي ضرورية
- قد تتطلب الحالة فينيتوئين وقائي أو علاجي (15ملغ\كغ جرعة تحميل خلال 10 دقائق ثم 3-4ملغ\كغ\اليوم كجرعة يومية وحيدة)
- اسأل الجراح عن المدة المتوقعة للعملية فالزمن شديد التغير

# أثناء العمل الجراحي

- في الجراحات الكبرى يجب وضع كافة وسائل المناظرة **البأضعة** المذكورة أعلاه ومناظرة الإرخاء العضلي والحرارة المركزية
- المباشرة: ثيوبنتون 3-5 ملغ\كغ أو بروبو فول 2-3 ملغ\كغ بالتشارك مع تسريب ريميڤنتانيل (0.2-0.5 مكغ\كغ\د) . يجب أن تكون المباشرة **بطيئة** لتجنب هبوط الضغط و ضغط التروية الدماغية . يعطى مرخي غير نازع للاستقطاب مثل فيكوروبونيوم أو روكوروبونيوم. ريميڤنتانيل يخفف ارتفاع الضغط الناجم عن التنبيب فإذا لم يستعمل يجب إضافة ليدوكائين 1.5 ملغ\كغ أو لابيتالول 5 ملغ كدفعات متكررة. الأنبوب الرغامي مسلح و يجب الانتباه ألا يسبب رباط الأنبوب انضغاطاً في أوردة العنق

## تابع : أثناء العمل الجراحي

- تجنب النايتروس (؟) و حافظ على التخدير بواسطة السيفو أو ايزو أقل من 1ماك أو تخدير وريدي (بروبوفول و ريميڤنتانيل) بالتسريب. قلما تحتاج لجرعات إضافية من المرخيات باستعمال ريميڤنتانيل. تسريب أڤنتانيل (25-50 مكغ\كغ\ساعة) بديل مناسب.
- أثناء الوضعية (أفقية-جانبية) يجب عدم المبالغة في **عطف الرأس** أو تدويره لكي لا نعيق العود الوريدي الدماغي ويجب رفع الرأس قليلاً والانتباه **لإسناد الكتف** لمنع تمطط أو انضغاط الأوردة والأعصاب
- قد يسبب تركيب المثبت المعدني للرأس ارتفاع ض.ش (تخدير موضعي)
- حافظ على ضغط **طبيعي** أثناء العملية و قد تحتاج لتخفيض ضغط معتدل أحياناً لتحسين ساحة الجراحة.

# تابع : أثناء العمل الجراحي

- حافظ على مستوى غاز الفحم الشرياني من 4-4.5 كيلو باسكال .
- استعمل السوائل الملحية لتعويض الحاجة من السوائل أما تعويض الدم فيتم بالغروانيات أو نقل الدم
- حافظ على حرارة طبيعية أو منخفضة جداً و طبق الجوارب الضاغطة
- مع بدء إغلاق الجافية و الشريحة العظمية يجب إعطاء مورفين وريدي مع إيقاف ريميفنتانيل
- يجب تجنب ارتفاع الضغط المفاجئ عند الصحو و ذلك باستعمال لايتالول

# بعد العمل الجراحي

- قد يلزم مزيد من جرعات المورفين الوريدي بعيد العمل الجراحي في قاعة الإنعاش
- يمكن تدبير بعض حالات فتح الجمجمة في الأجنحة دون دخول العناية المركزة إذا كان الكادر التمريضي و الطبي مدرب جيداً حيث يجب **مراقبة مستوى الوعي و الحالة العصبية** استمراراً.
- يجب التفكير بالتهوية الصناعية مع التهدئة إذا استمرت **وذمة الدماغ** أثناء العمل الجراحي أو إذا كان المريض **غير مرتكس** قبل العمل الجراحي
- قد يكفي التسكين بالكودئين في الأيام التالية مع أو بدون بآراسيتامول و إذا كان الألم شديداً يستعمل المورفين

# اعتبارات خاصة

- مضادات الالتهاب غير القشرانية تستعمل للتسكين بحذر. و برغم أنها تقلل المطلوب من الأفيونيات و تقوي تأثيرها, فإنها تزيد من النزف ما يجعل المريض تحت خطر الورم الدموي داخل الجمجمة. وبما أن هؤلاء المرضى يتناولون المدرات يتوقع أن يكون لديهم نقص حجم وهذا يزيد خطر هذه الأدوية على الوظيفة الكلوية
- القثطرة المركزية مستطبة في فتح الجمجمة الواسع من أجل قياس الضغط المركزي و تسريب الأدوية الوعائية و لسحب الهواء لو حصلت صمة هوائية. يفضل وضع القثطرة في الحفرة المرفقية مع استعمال خط تسريب طويل, وباليد الخبيرة يمكن وضعها في الوداجي الباطن ولن يؤثر على ض.د.ق

# الآفات الوعائية: أمهات الدم – التشوهات الشريانية الوريدية

- تحدث أمهات الدم في مناطق الاتصال و التفرعات الوعائية
- قد تترافق مع: تصلب الشرياني - كلى متعددة الكيسات - توسع الشعريات النزفي الوراثي - برزخ الأبهـر - داء مارفان و تنازر كلاينفلتر. أمهات الدم قد تحدث في الحمى الرثوية
- المواقع الأكثر شيوعاً لها: جملة السباتي الباطن – المخي الأمامي – المخي الأوسط
- أكثر شيوعاً عند النساء بعمر 40-60 سنة و قد تكون أمهات الدم متعددة . قد تُكشف صدفة في 6% من حالات التصوير الوعائي.
- لا تتمزق إلا إذا زاد قطرها عن 5 مم. تسبب نزف تحت العنكبوتية أو في سمك الدماغ (صداع شديد – فقد وعي قد يكون عابراً في بعض الحالات – علامات بؤرية)

# تابع : الآفات الوعائية

- التشوهات الشريانية الوريدية :
  - 1- توسعات شريانية و وريدية بدون شعريات متداخلة
  - 2- قد تتظاهر سريراً بنزف تحت العنكبوتية أو اختلاجات
  - 3- قد يؤدي الجريان الدموي العالي فيها لسرقة الدم من النسيج الدماغية المحيطة فتصاب بنقص التروية

# مضاعفات تمزق أم الدم تحت العنكبوتية

- المضاعفات العصبية :
  - 1- النزف الراجع : سبب رئيسي للوفات - 24% - الهدف الرئيسي للتدبير هو منع النزف ( ربط أو أشعة تداخلية ) - لم تعد الجراحة تؤخر عشر أيام ، و ذلك بفضل استعمال نيموديپين الذي يعاكس تشنج الأوعية الناجم عن النزف
  - 2- قصور عصبي لاحق : منتشر أو بؤري - يترافق بتشنج أوعية نتيجة تحرر مواد من انحلال الدم النازف و خاصة الخضاب المؤكسد - تشنج الأوعية يحدث في 75% من الحالات لكنه يسبب قصور عصبي في 50% منها فقط
  - 3- استسقاء الدماغ : انسداد مصارف س.د.ش
  - 4- اختلاجات و وذمة الدماغ

# معالجة المضاعفات العصبية

- حاصرات الكلس: نيموديبين حاصر انتقائي وعابر للحاجز الدموي الدماغي. يستعمل 3 أسابيع بجرعة 60مغ كل 4 ساعات عن طريق الفم أو أنبوب المعدة ويعطى وريدياً 1-2مغ\ساعة. قد يسبب هبوط ضغط يُعالج بالسوائل وقلما نحتاج نورأدرينالين
- ثلاثية (H) العلاجية: ارتفاع ضغط - زيادة الحجم - مع أو بدون تمديد الدم. هدفها معالجة أو تجنب تشنج الأوعية وتحسين جريان الدموي الدماغي عبر زيادة نتاج القلب ورفع ضغط التروية وإنقاص اللزوجة. يجب تحقيق ضغط وسطي طبيعي مع زيادة 15% وضغط وريدي مركزي أكثر من 12 ملمز ورسابة دموية 30-35%. يتم رفع الضغط الشرياني الوسطي باستعمال النورأدرينالين أو دوبيوتامين .
- بابافيرين داخل الشريان أو جراحة أوعية تصنعية.

# المضاعفات غير العصبية

- تحدث في 40% من الحالات و تكون مسؤولة عن ربع الوفيات. وهي في معظمها مضاعفات قلبية تنفسية
- سببها الرئيسي عاصفة ودية شديدة وإطلاق كمية كبيرة من كاتيكولامين.
- قصور بطين أيسر - صدمة قلبية مع نسبة انقذاف أقل من 50% و اضطراب حركية جدار القلب. العلاج ديبوتامين
- تغيرات في تخطيط القلب مثل انقلاب (T) و غيرها من علامات الإجهاد القلبي.
- وذمة رئة عصبية المنشأ: ارتفاع الضغط السكوني و أذية وعائية مجهرية ثم اضطراب النفوذية
- نقص الصوديوم مع نقص الحجم بسبب نقص البيبتيد الأذيني المدر للصوديوم.

# تخدير الآفات الوعائية

- العملية هي ربط و قص أم الدم أو تلفيفها بنوابض وتستغرق 3-6 ساعات وتنزف 200-2000مل
- التقنية المطبقة : تنبيب- تنفس اصطناعي- قثطرة شريانية-قثطرة مركزية
- الوضعية استلقاء أو جانبية أو كب أو جلوس . و تستخدم وضعية الكب لأمهات الدم على الشريان الفقري أو القاعدي

# ما قبل العمل الجراحي

- تقييم تأثيرات النزف تحت العنكبوتية و البحث عن أمراض شريانية مرافقة أخرى في الدماغ و باقي الأعضاء
- ضمان كفاية تناول السوائل
- البدء بإعطاء نيموديبين
- ضمان فعالية الجوارب الضاغطة لمنع الخثار الوريدي
- فينيتوئين وقائي : تحميل 15مغ\كغ متبوعة بجرعة واحدة يوميا قدرها 3-4مغ\كغ
- سؤال الجراح إن كانت العملية طويلة وذلك لتطبيق تقنية تخفيض الحرارة بواسطة بارييتوريات وإجراءات أخرى لحماية الدماغ

# أثناء العمل الجراحي

- ينطبق هنا ما ذكر في تخدير فتح الجمجمة مع ملاحظة الآتي:
- مراقبة شريانية باضعة قبل مباشرة التخدير وليس بعدها.
- القثطرة المركزية بعد المباشرة وستكون ضرورية لما بعد العمل الجراحي أيضاً عند تطبيق المعالجة ثلاثية (H)
- قنطرة وريدية محيطية واسعة
- تجنب ارتفاع الضغط الشرياني لمنع تمزق أم الدم مع ضرورة الحفاظ على ضغط تروية دماغية كافي. يتحقق ذلك بالحفاظ على الضغط الشرياني السابق للمباشرة  $\pm 10\%$
- تخفيض فحمية الدم قد تسبب إقفاراً بوجود نزف تحت العنكبوتية سابق . حافظ على توتر غاز الفحم الطبيعي

# تابع : أثناء العمل الجراحي

- حافظ على درجة حرارة المريض بين 35-37 درجة مئوية
- حديثاً لم يعد هناك ضرورة لتخفيض الضغط الهادف و ذلك بتطبيق ملقط نابض مؤقت على الجزء الداني من أم الدم . و إن تطلبت الحالة تخفيض الضغط الهادف (المراقب) يجب الوصول لضغط شرياني انقباضي 60-80 ملمز باستعمال 1.5ماك ايزوفلورين أو لايتالول (دفعات من 5-10مغ) أو نيتروبروسيد الصوديوم . لا يجوز تطبيق تخفيض الضغط بوجود تشنج أوعية دماغية .

## تابع : أثناء العمل الجراحي

إذا تمزقت أم الدم :

1- اطلب المساعدة فوراً

2- سرّع تسريب السوائل وابدأ بنقل الدم

3- طبّق تخفيض الضغط المراقب

4- اضغط على السباتي الموافق

- يجب تطبيق إجراءات الحماية الدماغية انتقائياً و ذلك إما في حالة تطبيق ملقط مؤقت على الشريان المخي الرئيسي أو في حالة التمزق . من هذه الإجراءات إعطاء ثيوبنتون دفش وريدي 3-5مغ\كغ متبوعة بجرعة 3-5 مغ\كغ\سا . يستحسن استعمال تخطيط الدماغ أثناء ذلك . قد تحتاج مقبض وعائي للحفاظ على الضغط الشرياني الوسطي أثناء تسريب الثيوبنتون . تخفيض الحرارة بتبريد سطح الجسم و إعادة تدفئته لاحقاً

# بعد العمل الجراحي

- يحتاج عناية مركزة أو عناية متوسطة
- تسكين بالكودئين و باراسيتامول
- إذا هبط مقياس غلاسكو GCS فقد يشير لتشنج أوعية دماغية أو ورم دموي أو استسقاء دماغ فاطلب طبقي محوري عاجل

# اعتبارات خاصة

- أصبح من الشائع تدبير أمهات الدم داخل القحف بتقنية التلفييف (coiling) أي إدخال لفافات مرنة من البلاتينيوم تملأ جوف أم الدم و ذلك عبر قثطرة فخذية وتبين أنها أفضل من فتح الجمجمة
- يجري التلفييف في قسم التصوير الوعائي بوجود مخدر ماهر و بمناظرة مشابهة لفتح الجمجمة
- يجري تحت التخدير العام و تطبق نفس الخطة باستثناء القثطرة المركزية
- يجب الحفاظ على قيم طبيعية للضغط الوسطي و توتر غاز الفحم الشرياني
- قد تتمزق أم الدم و عندها تكون قاتلة . نسبة الوفيات في التلفييف 8% خلال عام

# الصمة الهوائية

- قد تحدث كلما كانت ساحة العمل الجراحي أعلى من الأذينة اليمنى و نسبة حدوثها عالية في جراحة القحف بوضعية الجلوس حيث تنفتح الأوردة أثناء التسليخ و يكون الضغط داخلها سلبياً .
- تسبب الصمة الهوائية انسداد الشعريات الرئوية فيزداد الحجم الميت الفيزيولوجي و قد يترافق مع تشنج قسبي .  
قد يسبب دخول الصمة إلى الأذينة اليمنى انسداد مخرج البطين الأيمن و بالتالي نقص الحصيل القلبي
- علاماتها : هبوط ضغط - لا نظميات - ارتفاع الضغط الرئوي - نقص غاز الفحم الزفيري - نقص أكسجة
- النايتروس لا يزيد خطر الصمة الهوائية لكن يسبب للإنذار .

# كشف الصمّة الهوائية

- مناظرة غاز الفحم الزفيرى هي الأكثر فائدة و ذلك لأنها متوفرة وعالية الحساسية و لكن إذا توفرت مناظرة غاز الآزوت الزفيرى تكون هي العلامة النوعية الأولى. تؤدي الصمّة لنقص مفاجئ في غاز الفحم الزفيرى. هناك أسباب أخرى لنقصه مثل: فرط التهوية - نقص الحصيل القلبي - أنواع الأخرى من الصمّات .
- تصوير صدى دوبلر هو المناظرة غير الباضعة الأكثر حساسية . يعطي دوبلر صوتاً عالي التردد عندما يلحظ تغيراً في سرعة و كثافة جريان الدم. لكن دوبلر لا يعطي تقييماً كمياً للهواء في الدوران
- الصدى المريئي يسمح بتقدير كمية الهواء المشفوط لكنه باضع و تموضعه صعب و يحتاج لخبير في قراءة نتائجه .
- المناظرة الأقل حساسية هي سماعة الصدر أو سماعة المريء (نفخة حجر الطاحون).

# الوقاية من الصمة الهوائية

- تجنب وضعية الجلوس ما لم تكون ضرورية
- رفع الرأس فقط للمستوى الضروري دون زيادة
- ضمان كفاية حجم الدم للحفاظ على ضغط مركزي إيجابي
- مقادير صغيرة من الضغط الإيجابي بنهاية الزفير (5-10 سم\ماء) قد تقلل خطر شفط الهواء
- الأكامم الضاغطة التي ترفع الضغط المركزي تساعد في الوقاية منها أثناء وضعية الجلوس

# المعالجة

- معالجة عرضية داعمة : إبلاغ الجراح فوراً ليقوم بإغراق الساحة الجراحية بالسائل و ذلك لتقليل شفط الهواء و السماح بكشف الوريد المفتوح (يغلق بلاصق عظمي إن كان الوريد ضمن العظم) .
- إيقاف النايتروس و إنشاق الأكسجين 100% .
- وضع المريض بحيث تكون الساحة الجراحية أخفض من مستوى القلب لزيادة العود الوريدي و تقليل شفط الهواء .
- سحب الهواء عبر قثطرة الوريد المركزي . يجب أن تكون ذروة القثطرة حذاء اتصال الأجوف العلوي مع الأذينة اليمنى .
- رفع الضغط الشرياني بالسوائل و المقبضات الوعائية .

# تابع المعالجة

- إذا كان حجم الصمّة كبيراً يوضع المريض على جنبه الأيسر و الرأس منخفض لكي يبقى الهواء في الأذينة اليمنى فيسهل سحبه .
- استعد للإنعاش القلبي الرئوي و لا تنسى طلب المساعدة .

## الصمّة الهوائية العجائبية

- قد تدخل الصمّة إلى الدوران الجهازي عبر أوردة ثبسيان و القصبات أو عبر الثقبة البيضية
- الحجوم الصغيرة من الصمّات الهوائية في الدوران الجهازي قد تسبب عواقب كارثية
- الفتحات داخل القلبية هي مضادات استطباب مطلقة للجراحة في وضعية الجلوس