جامعة حماة – كلية الطب البشري

مادة التخدير وطب الطوارىء

د. غسان المنيّر – المحاضرة الأولى

توازن السوائل Fluids Balance

تعاريف :

التناضح (الحلول) Osmosis :

هو حركة جزيئات الماء عبر غشاء نصف نفوذ من المنطقة ذات التركيز الأدنى من الذوائب إلى المنطقة ذات التركيز الأعلى .

الأوزمول Osmole:

هو عدد الجزيئات (moles) الفعالة حلولياً ضمن المحلول .
أو بمعنى آخر هو عدد الجزيئات التي تساهم في الضغط الحلولي للمحلول.

الأوزمولاليتي (الحلولية) Osmolality :

هي عدد الأوزمولات من المادة المذابة في كيلو غرام من المحلول .

الأوزمولاريتي (التناضحية) 0smolarity :

هي عدد الأوزمولات من المادة المذابة في ليتر واحد من المحلول .

وتبلغ قيمة حلولية البلازما بين (280-320) ميلي اوزمول/ كغ .

التوترية (الضغط الحلولي الفعال) Tonicity :

هي فرق الضغط الأوزمولي الفعال بين محلولين يفصل بينهما غشاء نصف نفوذ .
أو بمعنى آخر هي التركيز النسبي للمحلول الذي يحدد الاتجاه و مدى الإنتشار .

يكون الفرق بين الحلولية و التوترية بأن جميع الذوائب تساهم في إحداث الحلولية بينما فقط الذوائب التي لا تعبر الغشاء نصف النفوذ (الغشاء الخلوي) تساهم في إحداث التوترية .

مقدمة :

لمعرفة كمية الماء الموجودة في جسم الإنسان تم الاعتماد على طريقة (تمديد العناصر المشعة) حيث يعطى الشخص مادة مشعة تتوزع في كل أوساط الجسم و تمر بحرية عبر الأغشية الخلوية حيث يتساوى تركيزها في كل سوائل الجسم .
بعد ذلك نقيس درجة تمدد المادة المشعة في أحياز الجسم و نحسب حجم الماء .

توزع ماء الجسم :

يشكل الماء حوالي 60 % من وزن الجسم عند شخص ذكر بالغ بينما يشكل حوالي 55 % من وزن الجسم عند أنثى بالغة لأن المناطق الدهنية في الجسم تحوي كمية أقل من الماء .

و ينخفض مقدار الماء في جسم المسنين إلى 50 % من وزن أجسامهم .

و يتوزع ماء الجسم (حوالي 42 ليتر) ضمن **نطاقين رئيسيين :**

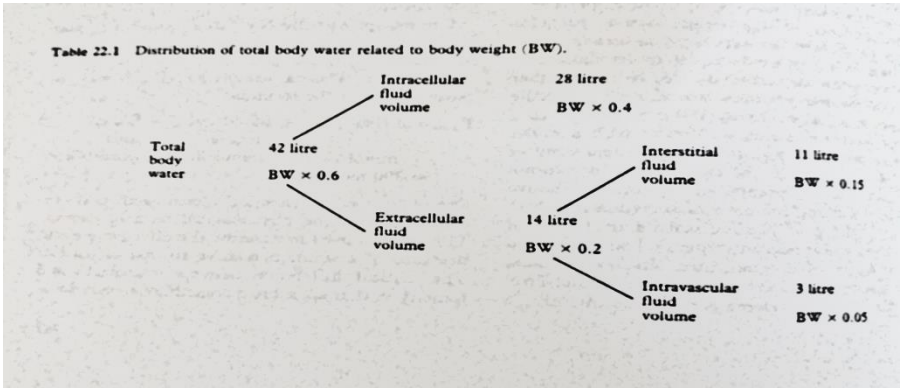
أولاً : السائل خارج الخلوي :(ECF) Extra Cellular Fluid

ويشكل حوالي 1/3 ماء الجسم الكلي (14 ليتر) ويقسم الى :

١. السائل الخلالي : ويشكل حوالي 3/4 السائل خارج الخلوي (11 ليتر) .
٢. السائل داخل الاوعية : ويشكل حوالي 1/4 السائل خارج الخلوي (3 ليتر) .

ثانياً : السائل داخل الخلوي :(ICF)

ويشكل 2/3 ماء الجسم الكلي (28 ليتر) .



تركيب ذوائب أحياز الجسم :

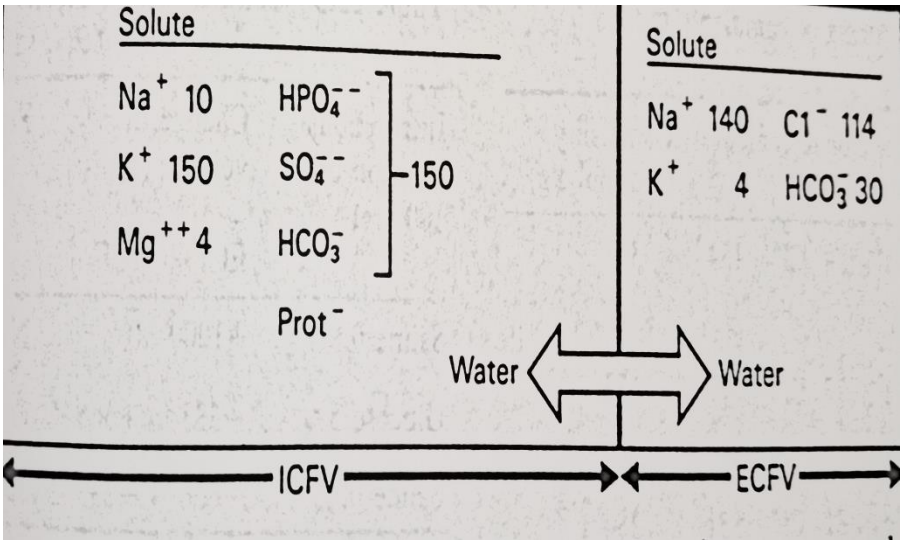
أولاً : السائل خارج الخلوي : ECF

إن الضغط الأوزمولي للسائل داخل و خارج الوعائي متساويان في حالة التوازن لأن الماء يتحرك بسهولة بين هذين الحيزين ولأنه لا يوجد فرق في تركيز مختلف الشوارد بين الحيزين داخل الوعائي (البلازما) و الخلالي لأن البطانة الوعائية نفوذة بشكل كامل لعبور الماء والكاتيونات (+Na) و الأنيونات (-cl) والعديد من المواد المذابة مثل الغلوكوز و البولة باستثناء البروتين الذي يتصرف كأنيون غير قابل للانتشار .

ثانياً : السائل داخل الخلوي : ICF

- إن الكاتيون الرئيسي هنا هو (k+) والأنيون الرئيسي هو (HPO4--) .
- و إن الغشاء الخلوي نصف نفوذ بشكل إنتخابي لمختلف الشوارد و نفوذ بشكل كامل للماء .
- إن الضغط الأوزمولي للسائل داخل و خارج الخلوي متساويان في حالة التوازن لأن الماء يتحرك بسهولة بين هذين الحيزين .

وهذا الجدول يوضح تركيز ذوائب أحياز الجسم السائلة الرئيسية (بالممول /ل)



ملاحظات :

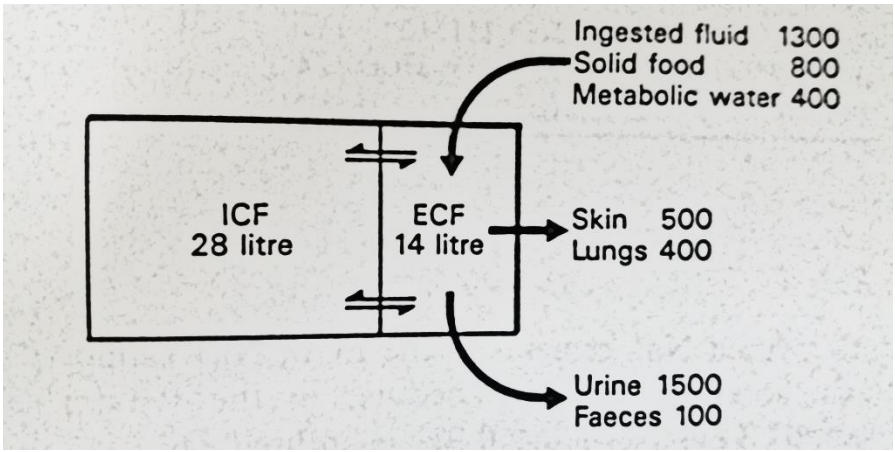
- الحلولية متساوية بالطرفين داخل وخارج الخلية وهذا مهم جداً للحفاظ على حياة الخلية .
- الحلولية متساوية بالرغم من اختلاف نوع وعدد الجزيئات والشوارد بالطرفين و ذلك لأن عدد الجزيئات والشوارد الفعالة حلولياً (أوزمولياً) هي نفسها بالطرفين .
- إن الماء بشكل عام ينتقل بين أحياز الجسم بسهولة و يسر حسب الحاجة و حسب الفروق الحلولية و الضغط بين مختلف الأحياز .

توازن الماء :

- إن التغيرات اليومية الطارئة على ماء الجسم هي تغيرات ضئيلة جدا بسبب التوازن الواقع بين :
  - الوارد المضبوط بآليات العطش
  - الصادر المضبوط بنظام الكلية والهرمون المضاد للإدرار (ADH) .
- إن التغيرات التي تطرأ على سوائل الجسم أول ما تظهرعلى السائل خارج الخلوي و إذا استمرت المشكلة أو المرض فيمكن أن تشمل التغيرات السائل داخل الخلوي فيما بعد .

- إن المصادر الرئيسية لماء الجسم هي السوائل المتناولة و ماء الطعام الصلب و الماء الذي ينتج كحصيلة نهائية لعمليات الاستقلاب كذلك فإن السوائل الوريدية تعد مصدراً آخر للماء لدى مرضى المشافي .
- أما ضياع الماء فيكون على شكل إما ضياعات محسوسة من الكليتين و الجهاز الهضمي أو ضياعات غير محسوسة من الجلد و الرئتين .
- تفرز يوميا حوالي (5) ليترات من السوائل إلى الأمعاء على شكل لعاب و صفراء وعصارات هاضمة ولا يخرج منها سوى / 100 / مل من السائل مع البراز .
- عندما يحدث تبدل على أي من الأحياز الثلاثة فأول ما يظهر هذا التبدل على الحيز الدوراني ثم الحيز الخلالي واخيراً الحيز داخل الخلوي .

وهذا الرسم يبين توازن السوائل :



التبدلات اليومية للسوائل :

- كما ذكرنا سابقا فإن التغيرات اليومية في ماء الجسم تحدث على حساب ECF وإن المحدد الرئيسي لحجم ECF هو شوارد الصوديوم .
- تعمل آليات توازن الماء معاً من أجل الحفاظ على تركيز الصوديوم خارج الخلوي و حجم السوائل خارج الخلوية بشكل طبيعي .
- إن الكمية الكلية للصوديوم (وليس تركيز الصوديوم) هي المحدد النهائي لحجم الحيز خارج الخلوي بمعنى إذا كان الصوديوم الكلي منخفض فيكون حجم السائل خارج الخلوي منخفضا والعكس بالعكس ، فقد يكون تركيز الصوديوم مرتفعاً أو منخفضاً دون تغير في الكمية الكلية للصوديوم و ذلك عندما يكون هناك تغير في حجم السائل خارج الخلوي زيادة او نقصانا .
- إذا يمكننا الاستنتاج بأن وجود تغير في حجم الحيز خارج الخلوي يكون ناجم عن مشكلة في آليات تنظيم الصوديوم .
ووجود تغير في تركيز الصوديوم خارج الخلوي يكون ناجم عن مشكلة في آليات تنظيم الماء .
- **هناك جهازين رئيسيين يقومان بتنظيم صوديوم الجسم الكلي و بالتالي حجم الحيز خارج الخلوي :**

أولاً : جهاز الرينين أنجيوتنسين - الدوستيرون :

حيث يمارس تأثيره على الأنبوب البعيد في الكلية فيعيد إمتصاص معظم الصوديوم والماء .

ثانياً : البيتيد الأذيني المدر للصوديوم :

و الذي يفرز من جدار الأذينة اليمنى للقلب بسبب تمددها الناجم عن زيادة الحمل الدوراني .

تركيب السيرومات البلورانية :

Table 22.2 Electrolyte contents of commonly used intravenous fluids

Solution	Electrolyte content (mmol/litre)	Osmolality (mosmol/kg)
Saline 0.9% ('normal saline')	Na^+ 154 Cl^- 154	308
Saline 0.45% ('half-normal saline')	Na^+ 77 Cl^- 77	154
Glucose 4%/saline 0.18% (glucose–saline)	Na^+ 31 Cl^- 31	284
Glucose 5%	nil	278
Compound sodium lactate (Hartmann's solution)	Na^+ 131 Cl^- 112 K^+ 5 HCO_3^- 29 Ca^{2+} 4 (as lactate)	281

ملاحظة :

لاحظنا أن حلولية (محلول الغلوكوز 5%) هي 278 ميلي أوزمول / كغ وهو لايحوي أي شوارد ، لذلك عند نقل هذا المحلول إلى مريض ما فإن الغلوكوز يدخل إلى داخل الخلايا حيث يستقلب هناك .

قواعد يجب اتباعها عند تعويض السوائل :

القاعدة الأولى : **كل الصوديوم المسرب يبقى في الحيز خارج الخلوي .**

- محلول سالين 0.9 % مساوي الحلولية (يدعى بالمحلول النظامي) :

لا يحدث أي تغير في حلولية (أوزمولية) السائل خارج الخلوي و بالتالي لايحدث تبادل بين داخل و خارج الخلية و يبقى كل السائل المضاف في الحيز خارج الخلوي .

إذاً السالين 0.9% يمدد فقط الحيز خارج الخلوي لذلك نستخدمه لتعويض مريض النزف في مراحله الأولى حيث يهمنا تعويض الحجم .

- محلول سالين 0.45 % ناقص الحلولية (يدعى بالمحلول نصف النظامي) :

ينقص حلولية السائل خارج خلوي و بالتالي يحدث هجرة الماء من الحيز خارج الخلوي إلى الحيز داخل الخلوي .
لذلك يفيد في معالجة حالات التجفاف الخلوي .

- محلول سالين 1.8 % مرتفع الحلولية :

يبقى الصوديوم في الحيز خارج الخلوي و بالتالي يرفع حلولية السائل خارج الخلوي و بالتالي هجرة الماء من الحيز داخل الخلوي إلى الحيز خارج الخلوي .
يفيد هذا المحلول في حالات الوذمة الخلوية .

القاعدة الثانية : **إعطاء الماء بدون صوديوم يحدد ماء الجسم الكلي .**

وبالتالي اعطاء محلول الغلوكوز 5 % يؤدي لدخول الغلوكوز مع 2/3 حجم الماء إلى داخل الخلايا فيستقلب الغلوكوز هناك ويبقى 1/3 الماء في السائل خارج الخلوي .

المتطلبات اليومية من السوائل :

إن تحديد المتطلبات اليومية من السوائل يقسم إلى ثلاث فئات :

1 . المتطلبات اليومية العادية .

2. تعويض الضياع غير الطبيعي بسبب المرض .

3. إصلاح النقص المرافق أو السابق للعمل الجراحي .

- *باستثناء الحالات المرضية فإن **الضياع الطبيعي للماء والشوارد** يكون بشكل أساسي عن طريق البول و بالضياع التبخري من الجلد و الرئتين .*
- *يحدث ضياع كبير للسوائل أثناء العمل الجراحي بالإضافة إلى فترة الصيام قبل العمل الجراحي (5-6) ساعات على الأقل لذلك لابد من تعويض هذه السوائل للمريض .*
- *تستعمل عادة المواد المخدرة الاستنشاقية دون ترطيب لذلك يقع على عاتق الرئة وظيفة ترطيب الغازات المخدرة و بالتالي تستهلك كمية كبيرة من السوائل لذلك يجب تعويض هذه الكمية للمريض .*

أولاً : المتطلبات اليومية العادية :

 # الماء : الحاجة اليومية 1 مل/ كغ/ الساعة عند البالغين .

 # الصوديوم : الحاجة اليومية 1 ميلي مول/ كغ عند البالغين .

 # البوتاسيوم : الحاجة اليومية 1 ميلي مول/ كغ عند البالغين .

 # الحاجة اليومية لبالغ وزنه 70 كغ هي : (1500-2000) مل ماء + 70 ميلي مول لكل من الصوديوم والبوتاسيوم .

وإن هذه الحاجة اليومية يمكن تأمينها في الحالات المرضية على الشكل التالي :

- *اعطاء 1500 مل محلول غلوكوز 5% + ٥٠٠ مل محلول سالين0.9% + بوتاسيوم. او*
- *اعطاء 2000 مل محلول غلوكوز 4% / محلول سالين 0.18 % + بوتاسيوم .*

ويعطى البوتاسيوم على شكل كلورالبوتاسيوم بمعدل 1غ (13 ميلي مول) لكل 500 مل محلول .

وإذا كان المريض مصاب بالسكري نقوم بتعديل مقدار السكر بالأنسولين .

ثانياً : الضياعات غير الطبيعية للماء :

إن هذه الضياعات شائعة عند المرضى الجراحيين و قد تكون هذه الضياعات محسوسة أو غير محسوسة ،علنية واضحة أوخفية .

- إن الضياع من الجهاز الهضمي أمر شائع كحالة النزح من الأنبوب الأنفي المعدي أو الإسهال أو الإقياء أو احتجاز السوائل ضمن لمعة الأمعاء كما في انسداد الأمعاء .
- وعلى الرغم من أن تركيب المفرزات الهضمية متغير فإنه من الممكن الإعاضة عنها باستخدام محلول سالين 0.9% مع إعاضة البوتاسيوم على شكل KCl .
- أما إذا كانت الضياعات الهضمية ملحوظة وفائضة (أكثر من 1000 مل يومياً) فيجب عندها إرسال عينات من هذه المفرزات لدراسة تركيبها الكيماوي والحيوي بحيث يمكن إعاضة الشوارد المفقودة بشكل جيد و دقيق .
- يزداد الضياع غيرالمحسوس من الجلدوالرئتين في حال وجود الحمى وفرط التهوية وإن الضياع غيرالمحسوس الطبيعي الذي يعادل 0.5 مل/كغ/ساعة يزداد بنسبة 10-12%لكل إرتفاع درجة مئوية واحدة في حرارة المريض .
- يعد احتجاز السائل عند موقع الرض الجراحي شكلاً من أشكال ضياع السوائل و هو أمر شائع عند المرضى الجراحيين، و إن السائل المشابه للبلازما يحتجز في أية بقعة تصيبها أذية نسيجية ما و إن حجمه يتناسب مع اتساع رقعة و شدة الرض و من المفضل تسمية هذا السائل (الحيز الثالث) وليس من السهل قياسه ، وإن هذا السائل يعاد امتصاصه بعد (24 - 48) ساعة و يجب الانتباه إلى حجم السائل الذي يعاد امتصاصه للوقاية من (فرط الحمل) محتمل الحدوث .

ثالثاً : إصلاح النقص في السوائل السابق أو المرافق للعمل الجراحي :

تشمل حاجة المريض للسوائل في فترة العمل الجراحي كل ما يلي :

1. حاجة الاستمرارية الطبيعية من الماء .
2. حاجة الصيام .
3. تعويض الضياع الدموي :

- إن نقل الدم أثناء العمل الجراحي يعتمد على مقدار خضاب المريض قبل العمل الجراحي وعلى كمية الدم المسموح فقده (أكثر من 25% من حجم الدم المتوقع عند المريض) الذي يمكن قياسه بشكل تقريبي بقياس كمية الدم الموجودة في زجاجة الجهازالماص وعدد الشانات والشاشات المبلولة بالدم .

وعند عدم إستطاعتنا معرفة مقدار الدم المفقود فيمكننا تقديره من خلال الأعراض والعلامات الظاهرة على المريض ،

ويمكن تقدير حجم الدم الواجب نقله الى إلمريض بالمعادلة التالية :

(الهيماتوكريت المرغوب به – الهيماتوكريت الحالي) × حجم الدم عند المريض ÷ هيماتوكريت الدم المنقول .

- إن كمية الدم عند إنسان سليم تقدربـ 60 مل/كغ عند الأنثى البالغة .
  70 مل/كغ عند الذكر البالغ .
  80 مل/كغ عند الاطفال .
  90 مل/كغ عند الرضع .
- يمكن تعويض حجم الدم المفقودعندما تكون نسبته اقل من 25% من حجم دم المريض المتوقع باستخدام المحاليل البلورانية كمحلول سالين النظامي وذلك بتسريب 3-4 أمثال حجم الدم المفقود من المحاليل البلورانية .
- و بشكل بديل يمكن إستخدام المحاليل الغروانية كمحلول الألبومين البشري و المحاليل الصنعية بكميات مساوية لكميات الدم الضائعة .

4. ضياع السائل خارج الخلوي ضمن الحيز الثالث :

يعوض ضياع الحيز الثالث عادة بإعطاء مركب لاكتات الصوديوم .

5. ضياع الماء من الجلد و الرئتين :

يعوض كما ذكرنا في الفقرة السابقة .

أما الفترة ما بعد العمل الجراحي :

فيجب إعطاء سوائل الإستمرارية الطبيعية ، وقد نضطر لاستخدام سوائل إضافية كمحلول سالين 0.9% أو مركب لاكتات الصوديوم **في الظروف التالية :**

عند استمرار ضياع الدم أو المصل من النازحات الجراحية .
عند استمرار ضياع السوائل من الجهاز الهضمي كما في حالة النزح عبر الأنبوب الأنفي المعدي أو بسبب النواسير .
بعد الجراحات الكبرى كإستئصال المعدة الكلي أوإصلاح أم الدم الأبهرية حيث تتطلب الحالة إعطاء المزيد من الماء والشوارد لمدة (24-48) ساعة لإعاضة ضياع الحيز الثالث المستمر .
خلال فترة إعادة تدفئة المريض إذا كان قد تعرض للبرد الشديد أثناء العملية .

رد الفعل الإستقلابي للعمل الجراحي :

1. انحباس الصوديوم الذي قد يستمر لمدة (24-48) ساعة .
2. انحباس الماء ويبدو على شكل انخفاض في مقدار البول لعدة أيام .
3. زيادة في طرح البوتاسيوم .

و التفسير الوظيفي لهذه التغيرات الاستقلابية يقوم على أساس عصبي هرموني :

يفرز الفص الامامي للغدة النخامية هرمون ACTH الذي يحرض قشر الكظر على إفراز المزيد من هرمون الكورتيزول وهرمون الألدوستيرون المسؤول عن عودة امتصاص الصوديوم و طرح البوتاسيوم من الأنابيب الكلوية .
اما الفص الخلفي فيزيد من تحرر الهرمون المضاد للإدرار ADH بتأثير تنبيهات الألم من مكان الجراحة .

نتيجة لما تقدم :
فإنه يحدث تمدد في البلازما و بالتالي ينخفض تركيز الصوديوم كما يحدث نقص في إنتاج البول مع زيادة تركيز البوتاسيوم في البول و ارتفاع حلوليته .

- تستمر الإستجابة للشدة الجراحية حوالي 24-72 ساعة وإن الإدرار الجيد هو من علامات الشفاء وانتهاء فترة الشدة .
- يحتاج مرضى القصور الكلوي تعويضاً دقيقاً ومحدداً للسوائل بالإعتماد على النتاج البولي .
- بصورة عامة يعطى المريض سوائل بمقدار (1.5-2) ليتر منها نصف ليتر سائل ملحي نظامي والباقي سائل سكري 5% .

تقدير وتقييم التجفاف :

التقييم السريري :

يرتكز على الزمن الذي مضى على إصابة المريض بضياع السوائل غير الطبيعي وعلى الفحص الذي يظهر مظاهر خاصة بالتجفاف :

- كالعطش .
- جفاف الأغشية المخاطية و الجلد وغؤور العينين .
- هبوط الضغط و تسرع القلب الإنتصابيين .
- إنخفاض الضغط الوريدي المركزي .
- قلة النتاج البولي حيث أنه في حال وجود وظيفة كلوية جيدة فإن التجفاف عادةً ما يترافق مع نتاج بولي أقل من 0.35 مل /كغ/ساعة .

التقييم المخبري :

- زيادة درجة التركيز الدموي (ارتفاع قيمة الهيماتوكريت) .
- زيادة تركيز الألبومين في الدم .
- زيادة حلولية البول .
- زيادة تركيز البولة الدموية في الدم .

درجات التجفاف :

إن درجة التجفاف قد توصف سريرياً بأنها (خفيفة – متوسطة – شديدة) حيث تترافق كل درجة مع نسبة معينة من فقد الماء قياساً لوزن الجسم .

خفيفة :

يكون الضياع بنسبة 4% من وزن الجسم (حوالي 3 ليتر لبالغ وزنه70 كغ) وتترافق مع جفاف الأغشية المخاطية ونقص قي ليونة الجلد وغؤور العينين .

متوسطة :

يكون الضياع بنسبة (5-8)% من وزن الجسم (4-6) ليتر وهنا تظهر بالإضافة للعلامات السابقة علامات أخرى كهبوط الضغط و تسرع النبض الإنتصابيين و شح البول .

شديدة :

ضياع (8-10)% من وزن الجسم (حوالي 7 ليتر) والمظاهر الإضافية تشمل شح بول شديد وتأذي الوظيفة القلبية الوعائية (وهط دوراني) .

حالات إنحباس الماء في الجسم (التسمم بالماء Water intoxication):

و تكون نتيجة زيادة إفراز الهرمون المضاد للإدرار ADH و/أو تناول كميات كبيرة من الماء أوإعطاء مقاديركبيرة من السوائل الوريدية السكرية .

و تبدأ أعراض التسمم بالماءعندما ينخفض تركيز الصوديوم دون 120 ميلي مول/ ليتر في البلازما .
والأعراض السريرية تنتج عن نقص الصوديوم ونقص حلولية البلازما (وذمة دماغية – صداع - غثيان وإقياء- تغيم في الوعي- تخليط ذهني - فقدان التلاؤم مع المحيط – اختلاجات – سبات - وذمة رئوية) .

والعلاج يكون بإعطاء محلول ملحي مضاعف التركيز(1.8 – 2.7 %) بمقادير تتراوح بين (50-100) مل وريدياً .

انتهت المحاضرة

الصدمة SHOCK

تعريف الصدمة :

هو الإختناق النسيجي الناتج عن عدم التناسب بين ما يرد إلى الأنسجة من الأوكسجين و بين ما يحتاج إليه فعلياً مما يؤثر على وظيفة الخلية الفيزيولوجية فيتسبب بأذية الخلايا يتبعه فشل عضوي ثم فشل جهازي وقد تنتهي الحالة بالموت .

الفيزيولوجية المرضية للصدمة : Pathophysiology of shock

وتحدث الصدمة نتيجة أحد أو كلا السببين التاليين :

1. عجز الخلايا عن الإستفادة من الأوكسجين المتوفر لتأذي الخمائر المؤكسدة كما في حالة التسمم بالسيانيد .
2. قصور دوراني حاد و مستمر .

- ومن المهم أن نعرف أن كمية الأوكسجين المتوفرة في الدقيقة تساوي حاصل جداء النتاج القلبي (CO) بمحتوى الدم الشرياني من الأوكسجين .
- إن الضغط الشرياني الإنقباضي هو حاصل جداء حجم الضربة القلبية بالمقاومة الوعائية الجهازية ويعطى بالمعادلة : BP =SV x SVR ٠
  - ويحدث الضغط الإنقباضي أثناء الإنقباض ويعبرعن حجم كل دفقة قلبية و قوتها .
  - أما الضغط الإنبساطي فيحدث أثناء الإنبساط ويعبر عن المقاومة الوعائية الشريانية المحيطية .
  - و يعتبر الضغط الوسطي الأهم بين الضغوط لأنه يدل على مدى كفاية تروية الأعضاء والنسج و قيمته الطبيعية من (60- 100) ملم ز
    ويحسب من المعادلة التالية :
    الضغط الشرياني الوسطي MAP = الضغط الإنبساطي + 1/3 ضغط النبض .
    حيث ضغط النبض = الضغط الإنقباضي – الضغط الإنبساطي .
- ويعد الضغط الشرياني منخفضاً إذا كان الضغط الإنقباضي أقل من ٩٠ ملم ز والضغط الإنبساطي أقل من ٦٠ ملم ز .
- إن هبوط الضغط هو إحدى علامات الصدمة و سببه إما نقص حجم الدفقة القلبية أو نقص المقاومة الوعائية المحيطية أو كليهما .
- من الهام جداً معرفة الضغط الشرياني للمريض في الماضي إن أمكن ذلك لتمييز هبوط الضغط الشرياني الأساسي أو الأولي (مجهول السبب) عن إنخفاض الضغط الشرياني الثانوي أو العرضي (أحد أسباب الصدمة).
- إن**النتاج القلبي** CO (cardiac output) هو كمية الدم التي يضخها البطين الأيمن أو الأيسرفي دقيقة وتقدر بحوالي (5-6) ليتر/ دقيقة عند الإنسان الطبيعي البالغ ٠

و يمكن حساب النتاج القلبي من المعادلة التالية :

$$CO = HR \times SV$$

حيث Stroke Volume (SV) : حجم الضربة القلبية .

Heart Rate (HR) : عدد ضربات القلب بالدقيقة .

و لا ننسى أن **الصبيب الدموي** لأي عضو يساوي الضغط الشرياني /المقاومة الوعائية للعضو .

- إذاً نستنتج أن العوامل الفيزيولوجية الرئيسية المؤثرة في حدوث الصدمة هي : النتاج القلبي – المقاومة الوعائية الجهازية– محتوى الدم من الاوكسجين ٠
- وإن **المشعر القلبي** CI (Cardiac Index) أكثر دقة لتحديد مقدار كفاية التروية النسيجية عند شخص ما من النتاج القلبي و يعطى بالمعادلة التالية :

$$CI = Co/S$$

حيث S (Surface) : مساحة سطح الجسم .

وتقدر قيمته الطبيعية ب (2.2-4.2) ل/د/م٢ .

و إن عدم كفاية النتاج القلبي يعود لخلل في واحد أو أكثر من العوامل المؤثرة به و هي :

أولاً : الحمل القبلي : Preload

هوحجم الدم (الضغط) في البطين عند نهاية الإنبساط و بحسب قانون (ستارلنغ) : كلما تمدد البطين أكثر كلما زادت حجم الضربة القلبية .

و يتأثر الحمل القبلي بـ :

- حجم الدم (نزف – تجفاف .....) .
- المقوية الوعائية (التوسع الوعائي يؤدي لإنخفاض كمية الدم الواردة إلى القلب).
- التقلص الأذيني (كالرجفان الأذيني والرفرفة الأذينية) .
- الضغط داخل الصدر(عند المرضى الموضوعين على المنفسة يصبح الضغط ضمن الصدر إيجابي و بالتالي ينقص العود الوريدي).

ثانياً : الحمل البعدي : Afterload

وهو المقاومة التي يصادفها البطين عند قذف الدم في كل تقلصة منه .

فكلما زادت المقاومة (يرتفع التوتر الشرياني) ينقص الدفق القلبي و بالتالي ينخفض CO عند ثبات عدد دقات القلب ٠

ثالثاً : قلوصية العضلة القلبية : Contractibility

هي قدرة الألياف العضلية على التقاصروإعطاء الدفقة القلبية .وكلما كانت القلوصية أكبركان النتاج القلبي أكثر.

وتتأثر القلوصية بتروية العضلة القلبية (نقص تروية – إحتشاء .....) ، وبعض أنواع الأدوية (ديجوكسين ، دوبامين ..) .

رابعاً : معدل ضربات القلب : Heart Rate

إن CO يتناسب طرداً مع HR بينما يتناسب HR عكساً مع الحمل القبلي فكلما نقص الحمل القبلي يقوم القلب بالمعاوضة بزيادة HR والعكس بالعكس .

وأهم فوائد قياس النتاج القلبي :

- مشعر هام لعمل القلب و حالة الدوران بشكل عام .
- يعطي فكرة عن المشعر القلبي .
- يعطي فكرة عن وظيفة البطين الأيسر .

مراحل الصدمة :Stages of Shock

أولاً :المرحلة البدئية :Initial Stage

- ينخفض النتاج القلبي في هذه المرحلة فتنخفض تروية النسج لدرجة تجعل الخلايا تعاني من نقص أكسجة ٠
- هذا سيبدل الإستقلاب داخل الخلايا من الهوائي إلى اللاهوائي ٠
- وبالتالي سيتراكم حمض اللبن Lactic acid في الخلايا ثم ينتقل للدم فيحدث الحماض اللبني lactic acidosis ٠
- في هذه المرحلة من الصدمة تكون الأعراض والعلامات طفيفة جداً ٠

ثانياً : مرحلة المعاوضة : Compensatory Stage

- يحاول الجسم التغلب على عواقب الإستقلاب اللاهوائي والمحافظة على الإستقرار الدوراني ٠
- للتغلب على الإستقلاب اللاهوائي وبالتالي الحماض الإستقلابي يحدث فرط تهوية (سريع وسطحي) ٠
- تستجيب مستقبلات الضغط الموجودة في الجيب السباتي وفي الأبهر لإنخفاض الضغط بالحث على زيادة إفراز الأدرينالين والنورأدرينالين من أجل رفع الضغط والنتاج القلبي عن طريق تسرع النبض وزيادة قوة تقلص العضلة القلبية وإحداث تقبض وعائي في الجلد (شحوب) والكلية (شح بول) والقناة الهضمية (قرحات شدة) وبعض الأعضاء الأخرى من أجل توفير الدم للأعضاء الأكثر أهمية (القلب والدماغ) ٠
- إن الكلية شديدة الحساسية لنقص الجريان الدموي فيها فتتفعل جملة الرينين أنجيوتنسين ألدوستيرون التي تزيد من إعادة إمتصاص الماء والصوديوم وبالتالي زيادة العود الوريدي والنتاج القلبي والضغط الشرياني ٠
- إذا تم إصلاح الخلل في التروية الدموية في هذه المرحلة فإن المريض قد يشفى بدون عقابيل ٠
- أما عند استمرار الفشل الدوراني فإن المريض سينتقل إلى المرحلة التالية ٠

ثالثاً : المرحلة المتقدمة : Progressive Stage

- تبدأ هذه المرحلة عندما تفشل آليات المعاوضة في الجسم بإيقاف القصور الدوراني ٠
- تعتبر هذه المرحلة هي الفرصة الأخيرة للتداخل السريع والفعال من قبل الأطباء لإنقاذ حياة المريض ٠
- بسبب استمرار نقص تروية الخلايا تتخرب الآليات الفيزيولوجية التي تحافظ على حياة الخلايا فتبدأ شوارد الصوديوم بالدخول إلى داخل الخلايا وشوارد البوتاسيوم بالخروج ٠
- إن وجود الحماض الإستقلابي يؤدي لتقبض المعصرات الشرينية ومابعدالشعرية مما يؤدي لتراكم الدم في الشعريات الدموية وبالتالي إرتفاع الضغط السكوني الذي يساهم مع تحرر الهيستامين من الخلايا البدينة إلى خروج السوائل والبروتين إلى النسيج الخلالي ٠
- خروج السوائل يؤدي لزيادة نسبة الهيماتوكريت ولزوجة الدم وبالتالي حدوث انسدادات في الأوعية الدقيقة ٠
- أخيراً تختل وظيفة الأعضاء الحيوية الهامة بسبب نقص التروية المستمر ٠

رابعاً : المرحلة المعندة على العلاج : Refractory Stage

- كل الصدمات بمختلف أنواعها ستنتهي في حال لم تعالج ب MOF (Multiple Organs Failure) أي قصور الأعضاء المتعدد و إن أي صدمة تبدأ بقصور وظيفي و تنتهي بقصور عضوي ، ولكن هناك بعض أنواع الصدمة الشديدة تبدأ مباشرة ب MOF ٠
- تحدث الوفاة عند الوصول إلى هذه المرحلة خلال عدة ساعات ٠

ملاحظة عملية :

هذه المراحل قد تتداخل مع بعضها ولاتظهر بشكل منفصل في الصدمات الشديدة والسريعة الحدوث (تمزق أم دم أبهرية) وفي الصدمة الإنتانية ٠

تأثير الصدمة في أعضاء الجسم :

- تملك الأعضاء الحيوية (دماغ – قلب – كلية) آلية التنظيم الذاتي لدورانها ، ولكن هذه الآلية تتعطل عندما يصبح الضغط الشرياني الوسطي MAP أقل من 50 – 60 ملم ز أو أكثر من 100 – 110 ملم ز فيختل عملها وتتراجع وظيفتها وخاصة إذا استمر الوضع لفترة طويلة فتحدث تبدلات غير عكوسة ٠
- قد يتحرر العامل المثبط للعضلة القلبية MDF (Myocardial Depressante Factore) في الصدمات (النزفية والقلبية والإنتانية) ٠

- تزداد نسبة الوفيات من 35% إلى 80% في حال إصابة المريض بقصور كلوي حاد وغير قابل للتراجع نتيجة حدوث نخر إنبوبي حاد ٠
- يرتكس الجهاز التنفسي للصدمة بزيادة عدد مرات التنفس وحدوث الزلة التنفسية وإذا استمر الوضع يحدث قصور تنفسي نتيجة تعب ونقص تروية العضلات التنفسية ٠
قد يحدث بعد حوالي 24 ساعة من الصدمة تناذرخطير يسمى بتناذر الشدة التنفسية الحاد ARDS (تناذر الكرب التنفسي عند الكهول) ٠
- إن الغشاء المخاطي للجهاز الهضمي حساس جداً للتقبض الوعائي الذي يحدث في سياق الصدمة ٠
إن نقص تروية الغشاء المخاطي للقناة الهضمية قد يؤدي لحدوث تنخر في هذا الغشاء و حدوث نزف هضمي (قرحة الشدة) بسبب التوسع الوعائي التالي للنخر ٠
كذلك فإن نقص التروية وبالتالي التنخر يؤدي لإنتقال الجراثيم من القناة الهضمية إلى الدوران ٠
تضطرب وظائف الكبد المتعددة والهامة في سياق الصدمة مما يزيد الحالة سوءً ٠
- قد تؤدي الصدمة لحدوث التخثر المنتشر داخل الأوعية (DIC) نتيجة تفعيل سلسلة عوامل التخثر نتيجة لتحطم الفيبرين ٠
- من الشائع حدوث فرط سكر الدم أثناء الصدمة نتيجة نقص تحرر الأنسولين ومقاومة العضلات له وزيادة إفراز هرمونات الشدة ٠

التدابير التشخيصية للصدمة: Diagnostics Managemet of Shock

- الإنتباه للون الجلد والوقت اللازم لعود إمتلاء الشعريات الدموية ٠
- تحري واختبار الحالة الذهنية والعصبية للمريض لتقييم حالة الجملة العصبية المركزية ٠
- راقب الأمور التالية بشكل مستمر :
  - النبض والضغط الشرياني ٠
  - مشعر الصدمة (Allgower's index) = النبض \ الضغط الشرياني الإنقباضي ٠
يكون المشعر إيجابياً عندما يكون أكثر من 1 ويرجح إصابة المريض بالصدمة ، والطبيعي (0.4 – 0.7) ٠
  - نسبة إشباع الأوكسجين بواسطة مقياس الأكسجة النبضي pulse oximetry ٠
- يجب قثطرة المثانة لقياس مقدار النتاج البولي (حساب كمية البول كل ساعة) الذي يفيدنا ب :
1- النتاج البولي المنخفض (أقل من 0.35 مل / كغ/ الساعة) مع لون بول غامق يدل غلى إنخفاض نتاج القلب أو وجود تجفاف في حال كانت الكلية سليمة ٠
2- يمكننا بحساب كمية البول ولونه تحديد زمن إنهاء المعالجة السريعة المعيضة للسوائل (مع قياس CVP أو بدونه) ٠
- يجب إجراء الإستقصاءات التالية بشكل متكرر عند مريض الصدمة :
  - اختبارات وظائف الكلية : زيادة تركيز البولة والكرياتينين في الدم يؤشر لبدء حدوث القصور الكلوي ٠
  - تحليل غازات الدم الشرياني : (PH- HCO3- PaCO2- PO2) للتحري عن وجود الحماض الاستقلابي ودرجته ٠
  - معايرة بعض عوامل التخثر :(أنتي ترومبين 3↓ فيبرينوجين↓ الصفيحات↓) قد يعني إستهلاك عوامل التخثر(DIC) ٠
  - اختبارات وظائف الكبد : فرط بيليروبين الدم - الخمائرالكبدية↑ (AST/ALT) يشير لقصور كبدي حاد ٠
  - الشوارد وخاصة (الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم) ٠
- مراقبة الضغط الوريدي المركزي CVP : Central Venous Pressure
عن طريق وضع قثطرة وريد مركزي إما في الوريد الوداجي الباطن الأيمن أو الوريد تحت الترقوة الأيمن و بهذا نقيس ضغط الأذينة اليمنى .
  - يعتبر ال CVP من المشعرات الكبرى للصدمة .
  - القيمة الطبيعية ل CVP هي بين (5 - 15) سم ماء ونستخدمه لتقديركمية السوائل الواجب إعطاؤها و مدى فعالية إعاضة السوائل .

ومن مساوئ وإختلاطات تركيب ال CVP نذكر :

1- الإنتان و خاصة بالجراثيم العنقودية .
2- الدخول الخاطئ إلى الجنب و إحداث ريح صدرية قد تكون ضاغطة وخطيرة (يجب إجراء صورة صدر بسيطة لكل مريض يتم وضع قثطرة CVP له).
3- لا يقيس إلا ضغط الأذينة اليمنى لذلك يفضل قياس الضغط الإسفيني عبر قثطرة سوان غانز التي تقيس لنا الضغط في الأذينة اليمنى و اليسرى .

- تركيب قثطرة الشريان الرئوي (قثطرة سوان غانز) : لقياس الضغط الإسفيني الرئوي والنتاج القلبي ٠

تصنيف الصدمة : Classification of shock

1 . نقص حجم السوائل داخل الأوعية ← صدمة نقص الحجم

2 . عدم قدرة القلب على ضخ كمية كافية من الدم ← الصدمة القلبية ٠

3 . خلل في توزع سوائل الجسم ← الصدمة التوزعية ٠

- **إن الهدف الأساسي في تدبير الصدمة** هو المحافظة على ضغط الدم و الحجم الدوراني ضمن النطاق الطبيعي و ذلك بأن نجعل :
MAP (60 – 100) ملم ز و CVP (5 - 15) سم ماء وCI (2.2 – 4.2) ل/د/م٢ .
وبذلك نؤمن وصول الأوكسجين إلى الأنسجة ونمنع إضطراب وظيفة الأعضاء .
- من الهام دائماً عند إصابة المريض بالصدمة أن نلجأ **لقانون الأنابيب الثلاثة** :
1. وضع قنية أنفية للأوكسجين أو ماسك أوكسجين و أحيانا تنبيب الرغامى .
2. فتح خط وريدي كبير قدر الإمكان .
3. وضع قثطرة بولية دائمة .

وفي بعض الحالات قد نضيف وضع أنبوب أنفي معدي NG Tube

أولاً : صدمة نقص الحجم : Hypovolemic Shock

يمكن تصنيف الصدمة بنقص الحجم إلى صنفين :

الصدمة بخسارة الدم : بسبب النزف سواء داخلي أو خارجي .
الصدمة بخسارة السوائل :(داخل أو خارج الخلايا) كما في حالة التجفاف و فقدان السوائل من القناة المعدية المعوية و الإدرار البولي الشديد .

الفيزيولوجيا المرضية : Pathophysiology

صدمة بخسارة الدم
نقص الحجم الدوراني ← العود الوريدي ← النتاج القلبي ← التروية النسيجية ← تزويد الخلايا بالأوكسجين ← خلل الإستقلاب الخلوي ·
صدمة بخسارة السوائل

الملامح السريرية : Clinical features

- نبض ضعيف – تسرع قلب – تسرع تنفس – بطء عودة إمتلاء الشعريات الدموية (بسبب نقص النتاج القلبي) ·
- تعرق – أطراف باردة وشاحبة أو مزرقة (فرط نشاط الجهاز الودي وزيادة إفراز الأدرينالين والنورأدرينالين) ·
- هبوط ضغط – ضغط نبض ضيق (انخفاض الفارق بين الضغط الإنقباضي والإنبساطي) ·
- أعراض خاصة بكل سبب من أسباب الصدمة (نزف – إقياء – إسهال – بيلة تفهة - فرط سكر الدم .....) ·

تصنيف الصدمة النزفية Classification of hemorrhagic shock

درجة الصدمة	1	2	3	4
مقدار فقد الدم	أقل من 15 %	15% بسرعة أو 20 – 25 % ببطء	30-40%	أكثر من 40%
النبض / دقيقة	أقل من 100	100- 120	120-140	أكثر من 140وأحيانا اضطراب بنظم القلب
الضغط الشرياني (ملم ز)	عادي	عادي	↓	↓
ضغط النبض	عادي أو ↑	↓	↓	↓
عدد مرات التنفس / دقيقة	14- 20	20 - 30	30 - 40	أكثر من 40
النتاج البولي (مل /كغ / ساعة)	أكثر من 0.35	0.25 – 0.30	0.1 – 0.2	لاشيء
الحالة العقلية	قلق	قلق	قلق أومضطرب	مضطرب أو خمول

التشخيص : Diagnosis

- إذا توقعنا وجود نزف داخلي فيجب إجراء إيكوو(أو) تصوير طبقي محوري (CT scan) ·
- إجراء عيار الهيموغلوبين والهيماتوكريت (لايتغير مقدارهما في المرحلة الباكرة من الصدمة النزفية ولكن يبدأ بالإنخفاض في مرحلة المعاوضة وبعد حوالي 8 – 12ساعة من حدوث النزف حيث تبدأ السوائل بالإنتقال من الحيز خارج الوعائي إلى داخل الأوعية) ·

العلاج : Treatment

- في حال الصدمة بخسارة السوائل : إعطاء السوائل البلورانية أو الغرونية حسب الحاجة ·
- في حال الصدمة بخسارة الدم : - محاولة إيقاف وإرقاء الدم النازف ·

- نعطي السوائل البلورانية أو الغرونية عندما يكون حجم الدم المفقود أقل من 25% من حجم دم المريض المتوقع (3-4 أضعاف حجم الدم المفقود) ونعطي منتجات الدم (يفضل إعطاء مع كل وحدة دم وحدة صفيحات ووحدة بلازما طازجة) عندما يكون أكثر من 25% (الدرجة 3 و4 من تصنيف الصدمة النزفية)·

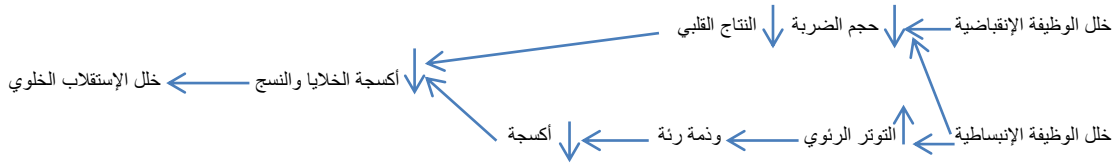
ثانياً : الصدمة القلبية : Cardiogenic Shock

تحدث الصدمة القلبية نتيجة خلل في الوظيفة الإنقباضية أوالإنبساطية للقلب أو كليهما وبالتالي عدم كفاية النتاج القلبي وحدوث الصدمة ·

ويمكن تصنيف الصدمة القلبية من حيث الإمراضية المسببة لها إلى :

- صدمة قلبية لاإنسدادية :
  - إحتشاء العضلة القلبية (تحدث غالباً عندما يتجاوز حجم الإحتشاء 40% من عضلة القلب) ·
  - إضطرابات النظم (تسارعية أو تباطؤية)
- صدمة قلبية إنسدادية : (استرواح الصدر– الصمة الرئوية – اندحاس القلب – التهاب التأمور العاصر – إعتلال العضلة القلبية المحدد) ·

الفيزيولوجيا المرضية : Pathophysiology



الملامح السريرية : Clinical features

- نبض ضعيف – تسرع نبض – تسرع تنفس ٠
- أطراف باردة ورطبة – بطء عودة إمتلاء الشعريات الدموية ٠
- إرتفاع الضغط الوريدي المركزي وتوسع أوردة العنق ٠
- إنخفاض الضغط الشرياني مع ضغط نبض ضيق ٠
- عسرة تنفس وخراخر ناعمة في قاعدة الرئتين (قد تظهر أيضاً في الصدمة الإنتانية وعند حدوث ال ARDS)٠
- أعراض وعلامات أخرى لها علاقة بالمرض المسبب (ألم صدري – صوت ثالث – صوت رابع – احتكاكات تأمورية .....)٠

التشخيص : Diagnosis

- تحديد السبب :
  - العلامات القلبية (مثل ↑ تروبونين I ، T) : لتشخيص تناذر نقص التروية القلبية لأي سبب كان (الصدمات بأنواعها ....) ٠
  - تخطيط القلب الكهربائي : لتشخيص إحتشاء العضلة القلبية وإضطرابات النظم ٠
  - إيكو القلب : لتشخيص الآفات الدسامية والإندحاس القلبي ٠
- قثطرة الشريان الرئوي : لمراقبة المشعرات الهيموديناميكية ولتقييم الإستجابة للمعالجة ٠
- بالإضافة لبعض الإجراءات التشخيصية الخاصة بكل حالة كما ذكرنا سابقاً ٠

العلاج : Treatment

نتوجه بالعلاج المناسب حسب السبب المؤدي لحدوث الصدمة :

- **إجراء الإنعاش القلبي الرئوي** إذا كانت حالة المريض تستدعي ذلك ٠
- **في حالة إحتشاء العضلة القلبية :**
  - الضغط الشرياني الإنقباضي < 70 ملم ز : تسريب نورأدرينالين ٠
  - الضغط الشرياني الإنقباضي 70-100 ملم ز : تسريب دوبامين بجرعات معتدلة ٠
  - إعادة التروية للعضلة القلبية (رأب الشرايين التاجية عبر اللمعة عن طريق الجلد PTCA – حالات الخثرة) ٠
  - في الإحتقان الرئوي أو بوذمة الرئة : إعطاء المدرات ٠
  - إعطاء الموسعات الوعائية بجرعات صغيرة وحسب الضغط الشرياني لإنقاص الحمل البعدي (هيدرالازين .....)٠
- **في حالة الإندحاس القلبي والتهاب التأمور العاصر :** إجراء نزح جراحي للسوائل أو الدم بأسرع وقت ممكن .
  - إن تجمع 150-200 مل فقط من الدم بشكل حاد وسريع في التأمور يمكن أن يؤدي لإندحاس حاد وصدمة ٠
  - ولكن إذا كان التجمع بطيئاً فإنه يتطلب 1-2 ليترمن السوائل أو الدم لكي تظهرعلامات الصدمة على المريض ٠
- **في الصمة الرئوية :** نعالج بحالات الخثرة أو سحب الصمة بالقثطار إن أمكن ذلك ٠
- **الريح الصدرية الموترة :** تخفيف الضغط بشكل إسعافي بوضع إبرة ثخينة في الجنب ثم إجراء تفجير صدر ٠

ملاحظة : بخلاف الأسباب الأخرى للصدمة فإن إعطاء السوائل الوريدية في معظم حالات الصدمة القلبية سيزيد حالة الوذمة الرئوية سوءً ويستثنى من ذلك إضطراب وظيفي مع حمل بعدي طبيعي للبطين الأيمن (مثل الإحتشاء السفلي..) ففي هذه الحالة يمكن تسريب السوائل الوريدية بحذر بحيث نجعل الضغط البطيني في نهاية الإنبساط ضمن الحدود الطبيعية (8-12 ملم ز) وبذلك نحافظ على نتاج قلبي جيد ٠

ثالثاً:الصدمة التوزعية : Distributive shock

- هي الصدمة الناجمة عن واحد أو كلا الآليتين التاليتين :
  - **التسرب من الأوعية الشعرية :** حيث يعاد توزع السوائل من الحيزداخل الأوعية إلى الحيز خارج الأوعية ٠
  - **التوسع الوعائي الجهازي :** الذي يؤدي لتجمع الدم في الأوعية وبالتالي نقص العود الوريدي ٠
- أنواع الصدمة التوزعية :
  - الصدمة الإنتانية (الأكثر شيوعاً) ٠
  - الصدمة التأقية ٠
  - الصدمة العصبية ٠
  - النوبة الكظرية أو النوبة الأديسونية (حالة قليلة الشيوع نسبياًنترك تفصيلها لمادة الغدد الصم)٠

الصدمة الإنتانية : Septic shock

تتسبب الجراثيم سواء كانت إيجابية أو سلبية الغرام أو لاهوائية بمعظم حالات الصدمة الإنتانية ولكن قد تحدث نتيجة الإصابة بالفطريات أو الطفيليات ونادراً بسبب الفيروسات ٠

الفيزيولوجيا المرضية : Pathophysiology

غزو العضويات للدم ← (إطلاق الوسائط الكيميائية – تحطم البطانة الوعائية – تثبيط العضلة القلبية) ← (توسع وعائي جهازي - تسرب شعري – ضعف القلوصية القلبية) ← نقص النتاج القلبي ← نقص أكسجة الخلايا والنسج ← خلل في وظيفة وإستقلاب الخلايا ← إضطراب حاد ومهدد لحياة الأعضاء الحيوية ٠

الملامح السريرية : Clinical features

- حمى شديدة في المراحل الأولى من الصدمة ، إنخفاض بحرارة جسم المريض في المراحل المتأخرة ٠
- جلد دافيء ومتوهج (flushed)٠
- نبض قافز ، تسرع النبض ٠
- إنخفاض التوتر الشرياني مع توسع ضغط النبض ٠

التشخيص : Diagnosis

- إرتفاع أو إنخفاض تعداد الكريات البيض ٠
- إرتفاع سرعة التثفل (↑ ESR) والبروتين التفاعلي C (CRP) ٠
- أحياناً إيجابية زرع الدم ٠
- بالإضافة لبعض الإجراءات التشخيصية المذكورة سابقاً ٠

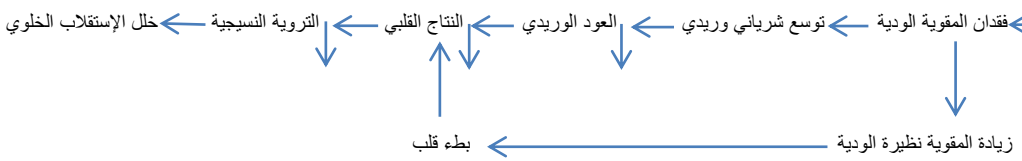
العلاج : Treatment

- إعطاء كميات كبيرة من السوائل (أحياناً قد يحتاج 6 - 10 ليتر من السوائل البلورانية و 2 – 4 ليتر من السوائل الغروانية) ٠
- المقبضات الوعائية (النورأدرينالين كخيار أول والأدرينالين كخيار ثاني) ٠
- إعطاء الصادات ذات الطيف الواسع بعد أخذ عينات من البؤرة الإنتانية ومن الدم لإجراء الزروعات اللازمة ٠
- التداخل الجراحي على البؤرالإنتانية المسببة للصدمة (تفجير الخراجات – تنضير الجلد المتموت والمصاب بالإنتان أو بتر الطرف المتموت...)٠

الصدمة العصبية : Neurogenic Shock

هي ظاهرة حركية دموية يمكن أن تحدث بعد حوالي 30 دقيقة من أذية الحبل الشوكي على مستوى الفقرة الصدرية الخامسة ومافوق وبعض أذيات الدماغ وقد تدوم لمدة 6 أسابيع ٠

الفيزيولوجيا المرضية : Pathophysiology



الإمراضية : Etiology

أذية الحبل الشوكي – إرتفاع مستوى التخدير الشوكي – أذيات الدماغ الرضية – النزف الدماغي – التسممات – الألم الشديد ٠

الملامح السريرية : Clinical features

- جلد دافيء ومتوهج ٠
- **نبض بطيء** ٠
- إنخفاض التوتر الشرياني مع ضغط نبض طبيعي أوواسع ٠
- الأعراض السريرية الناجمة عن السبب المحدث للصدمة (ضيق في التنفس في حال إرتفاع مستوى التخدير الشوكي) ٠

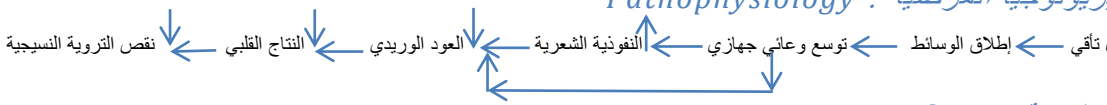
العلاج : Treatment

- إعطاء السوائل بكميات كافية حتى الوصول ل CVP طبيعي ٠
- إعطاء الأتروبين لعلاج بطيء النبض ٠
- إذا فشل إعطاء السوائل برفع ال MAP عن 60 ملم ز :
  - إذا كان مترافقاً مع بطيء نبض نعطي أدرينالين ٠
  - إذا كان النبض طبيعي نعطي فينيل إفرين ٠

الصدمة التأقية : Anaphylactic Shock

تفاعل فوري شديد الحساسية لأضداد Antibody موجودة على سطح الخلايا البدينة و الأسسات مع مستضدات Antigen مناسبة لها ممايؤدي لإطلاق الوسائط (هيستامين – سيروتونين – كينينات .....) منها وبالتالي حدوث توسع وعائي شديد وزيادة النفوذية الشعرية ٠

الفيزيولوجيا المرضية : Pathophysiology



الإمراضية : Etiology

لدغ بعض أنواع الحشرات ، بعض الأدوية (صادات ..)، نقل الدم ، غلوبولينات مناعية ،سيرومات ، بعض مواد التصوير الشعاعي ، ديكستران ، بعض أدوية التخدير، الأغذية ٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠

الملامح السريرية : Clinical features

- تسرع قلب – تسرع تنفس ٠
- إنخفاض التوتر الشرياني مع ضغط نبض واسع ٠
- جلد متوهج flushed ومتهيج (حاك بشدة) Itchy وغالباً وجود حطاطات شروية ٠
- (تشنج بالقصبات ، وذمة حنجرية) ⟵ وزيز ، صرير حنجري ، زرقة ٠
- وذمة عرقية ٠
- إقياء ، إسهال ٠

العلاج : Treatment

- إيقاف أو إزالة العامل المحرض ٠
- إعطاء الأدرينالين بالوريد أو بالعضل حسب شدة الحالة ٠
- إعطاء الأوكسجين وفتح الطريق الهوائي (موسعات القصبات ، تنبيب المريض ، خزع الرغامى .....)٠
- إعطاء الستيروئيدات القشرية ، إعطاء مضادات الهيستامين H1 و H2 ٠

التشخيص التفريقي بين الصدمات : Differential diagnoses of shock

نوع الصدمة	صدمة نقص الحجم	الصدمة القلبية	الصدمات التوزعية		
			الصدمة الإنتانية	الصدمة العصبية	الصدمة التأقية
النتاج القلبي _ المشعر القلبي	↓	↓	↑ بالمراحل الأولى	↓	↓
معدل نبض القلب	↑	↑	↑	↓	↑
الضغط الوريدي المركزي	↓ أو ↔	↑ أو ↔	↓ أو ↔	↓ أو ↔	↓ أو ↔
PCWP و LVEDP	↓	↑	↓	↓	↓
المقاومة الوعائية المحيطية	↑	↑	↓	↓	↓
نسبة إشباع الدم الوريدي بالأوكسجين (SVO2)	↓	↓	↑ بالمراحل الاولى	↓	↓

ملاحظات عملية :

- ينبغي عدم تعريض المريض للبرودة الشديدة نتيجة إعطاء السوائل أو وحدات الدم ومشتقاته الباردة لأن إنخفاض حرارة المريض الشديدة تؤدي إلى :
  1- إنزياح منحنى تفكك الاوكسجين نحو اليسار وبالتالي نقص تحرر الأوكسجين من الخضاب إلى النسج ٠
  2- يزيد تفاقم حالة الحماض الإستقلابي المرافقة لحالة الصدمة ٠
  3- قد يؤدي لظهور إظطرابات نظم خطيرة (كالرجفان البطيني)عند إنخفاض حرارة جسم المريض الشديدة جداً (حوالي 30 درجة مئوية) ٠
  4- قد يؤدي لحدوث إنخفاض ضغط شديد عند تدفئة المريض بعد تعرضه للبرد الشديد ٠
- يجب تغذية المريض عند الحاجة لوضعه في وحدة العناية المركزة بشكل جيد بأن يعطى حوالي 30 جريرة / كغ / اليوم مع الإنتباه إلى التوازن بين السكريات والبروتينات (كل غرام منهما يعطي 4 حريرات) والدهون (كل غرام يعطي 9 حريرات) ٠

جامعة حماة – كلية الطب البشري

مادة التخدير وطب الطوارىء

د. غسان المنيّر – المحاضرة الثالثة

Blood Transfusion نقل الدم

تعريف نقل الدم:

هو عملية نقل الدم أو أحد مكوناته من الشخص المانح إلى الشخص المتلقي ، والغرض من هذا الإجراء هو تعويض الدم المفقود و/أوتحسين عملية التخثر ، وبذلك نحسن قدرة الدم على إيصال الأوكسجين إلى أنسجة الجسم ونقلل من فقدان الدم .

تاريخ نقل الدم:

أول عملية نقل دم ناجحة مدونة في التاريخ كانت عام 1667م في فرنسا إلى طفل مصاب بالحمى عمره 15 عام ،حيث قام الأطباء بإجراء عدة فصادات له فخسر كمية كبيرة من دمه فقام الطبيب جان باتيست دينيس طبيب الملك لويس الرابع عشر بنقل دم خروف إلى هذا الطفل لمحاولة إنقاذه فنجح في ذلك .
أول عملية نقل دم ناجحة من إنسان إلى إنسان كانت في القرن التاسع عشر على يد طبيب نمساوي .

الزمر الدموية : Blood Groups

يعتقد أن أغشية الكريات الحمر البشرية تحوي على الأقل 300 عنصر مستضدي مختلف ،موزعة على ما يعادل 20 نظاماً مستضدياً متمايزاً عائداً للزمر الدموية .
ولحسن الحظ فإن نظام الزمر ABO والنظام RH هما الأكثر أهمية .

أولاً: نظام ABO :

بشكل مبسط نعلم أنه يوجد 4 زمر دموية أساسية هي : O - A – B – AB .

وهذه الزمر صنفت على أساس المستضدات (مولدات الضد) الموجودة على سطح الكريات الحمر .

ونعلم أيضاً أن الشخص ذو الزمرة A يملك أضداد B .

الزمرة B يملك أضداد A .

الزمرة O يملك أضداد A وB .

الزمرة AB لايملك اي أضداد .

وهذه الأضداد ينتجها الإنسان خلال السنة الأولى من عمره .

ثانياً: نظام RH :

هونظام معقد ، وللتبسيط فإن الأشخاص إيجابيي الريزوس (RH+) يملكون المستضد D على سطح كرياتهم الحمراء وهم يشكلون حوالي 85% من البشر.
أما الأشخاص الذين يفتقدون لهذا المستضد ونسبتهم حوالي 15% من البشر يسمون سلبيي الريزوس (RH-) وهؤلاء ينتجون أضداداً موجهة للمستضد D فقط بعد تعرضهم السابق لدم إيجابي RH أو بعد الحمل (عندما تلد إمرأة سلبية RH مولوداً إيجابي الRH) .

الهدف من نقل الدم ومكوناته:

قد يحتاج الشخص إلى نقل الدم أو أحد مكوناته لعدد من الأسباب أهمها :

- للتعويض عن الدم المفقود خلال الجراحات الكبيرة أو الولادة أو الحوادث الشديدة .
- لمعالجة فقر الدم Anemia الذي لم يستجب لعلاجات أخرى .
- لمعالجة أمراض الدم الوراثية مثل التالاسيميا وفقر الدم المنجلي .
- لتعويض أو تصحيح النقص أو الخلل في واحد أو أكثر من عوامل التخثر والصفيحات الدموية .
-

المبادئ الأساسية لنقل الدم:

المبدأ الأول : لاننقل الدم أو أحد مكوناته إلا عند الضرورة .

المبدأ الثاني : لم يعد هناك إستطباب لنقل الدم الكامل إلا في بعض الحالات القليلة .

المبدأ الثالث : نعوض العنصر أو المكون الناقص فقط .

طريقةوإجراءاتنقل الدم:

- يتم فتح قثطرتين وريديتين كبيرتين (أكبر مايمكن) قياس 18 أو أقل أو وضع قثطرة وريد مركزي ،لأن القثطرة الصغيرة لاتمرر الدم بكمية كافية وقد يتخثر الدم ضمنها .
- إخراج الدم من البراد الذي يجب أن يكون محفوظا بدرجة (2-6) درجة مئوية .
- التأكد من تاريخ قطف الدم الموجود على اللصاقة الموضوعة على كيس الدم بحيث لايتجاوز الوقت الذي مضى على القطاف 35 يوم عند حفظه بمحلول (CPDA1) الأشيع إستخداما، وهي الأحرف الأولى للسيترات C كمانع للتخثر والفوسفات P كداريء للحموضة والديكستروز D كمصدر للغذاء والأدنين A كطليعة لتركيب الأدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP .
- يجب معرفة الزمرة الدموية وعامل الريزوس للمريض ونختار كيس الدم الذي يحوي نفس الزمرة الدموية (ABO) وعامل الريزوس RH حيث أنه لم يعد يعتبر الدم من الزمرة (O سلبي) معطي عام بل صار يعتبر معطي عام خطر بسبب إمكانية وجود أضداد مناعية حالّة مسؤولة عن حوادث إنحلالية للكريات الحمر للمتلقي.
ولذلك فإننا لاننقل دم من زمرة (O سلبي) إلا في الحالات الحرجة عندما يكون النقل الفوري ضروري ولايوجد وقت كافي لتأمين دم محدد الزمرة ومصالب بشكل كامل .
- **إجراء إختبارات التوافق: Compatibility Testing**
إن الهدف من هذه الإختبارات هو منع حدوث تفاعلات ضدية – مستضدية أثناء نقل الدم وتحري وجود اجسام ضدية جانبية في دماء المعطي والمستقبل .
إن إجراء عملية التصالب تشبه عملية نقل الدم حيث تمزج الكريات الحمر للمتبرع مع مصل المستقبل وكريات حمر المستقبل مع مصل المتبرع ،
وهو يفيد في تحقيق ثلاث غايات :
1. يؤكد الزمرة ABO والزمرة RH في أقل من 5 دقائق .
2. يكشف الأجسام الضدية الموجهة لأنظمة الزمر الدموية الأخرى .
3. يكشف الأجسام الضدية الموجودة بعيارات منخفضة أو تلك التي لاتتلازن بسهولة .

وإن الإجرائين الأخيرين يدعيان باختبار (كومبس الغير مباشر) ويحتاجان لإجرائهما حوالي 45 دقيقة .
- يجب إستعمال الفلتر النظامي (170ميكرومتر) لكل حالات نقل الدم ماعدا بعض الحالات القليلة التي يستعمل فيها فلتر بقياس (20-40 ميكرومتر) .
- يجب تدفئة كيس الدم قبل نقله للمريض بحيث تصبح حرارته قريبة من 37 درجة مئوية لأن نقل الدم البارد وخاصة بكميات كبيرة تؤدي لإنحراف منحنى تفكك الأوكسجين إلى اليسار وقد تحدث إضطرابات نظم خطيرة وإضطرابات إستقلابية (حماض إستقلابي) .
وتتم التدفئة بوضع الكيس بمحمات خاصة أو وضعه تحت الإبط عند عدم توفر المحمات .
- يجب نقل كيس الدم بعد تدفئته خلال فترة 4 ساعات من إخراجه من البراد ويجب إتلاف الكيس أوماتبقى منه في حال عدم نقله بعد تدفئته .
- الاستفسار عن وجود اي إرتكاس سابق لنقل الدم .
- يجب مراقبة المريض بدقة أثناء نقل الدم وخاصة في الربع ساعة الأولى لتقصي أي إرتكاس إنحلالي أو تحسسي وذلك بقياس الضغط والنبض المتكرر وقياس درجة الحرارة ومراقبة الجلد ولون البول وكميته عند تركيب قثطرة بولية للمريض .
- إن المحلول الوحيد الذي يجوز تسريبه مع منتجات الدم وبنفس القثطرة هو المحلول الملحي النظامي .

نقل الدم ومكوناته :

أولاً : نقل الدم الكامل :

- كما ذكرنا سابقا لم يعد يستطب نقل الدم الكامل إلا في حال النزف الكتلي او في الفترة الأولى لنزف شديد تالي لإصابة مرضية أو رضية أو عمل جراحي .
- يعادل حجم وحدة واحدة من الدم الكامل مع المادة الحافظة له حوالي (450 - 550) مل ليتر ، وتتراوح قيمة الهيماتوكريت الخاصة به حوالي (35 - 40)% .
- إن الدم الكامل لايحوي على كريات الدم البيض المحببة Granulocytes أو الصفيحات بعد مرور 48 ساعة من قطفه وحفظه في البراد ، كما يتحطم عاملي التخثر الخامس والثامن خلال أقل من 12 ساعة فقط .

ثانياً : نقل مكونات الدم :

١ . مكونات الكريات الحمراء : Red Cells Component

 # الكريات الحمر المتراصة : تعد أشيع مكونة من مكونات الكريات الحمراء .
يبلغ حجم الوحدة منها حوالي 325 مل ليتر وتتراوح قيمة الهيماتوكريت الخاص بها بين (50 - 70)% وتحوي على الأقل 40 غرام خضاب .
وإن نقل وحدة واحدة منها سيرفع تركيزخضاب المريض المنقولة له 1غ/ 100 مللتر .
يستطب إعطاؤها في جميع الحالات التي يحتاج فيها المريض للكريات الحمراء ولايحتاج لتعويض حجمي .

 # الكريات الحمر الفقيرة بالكريات البيض : ويستطب إعطاؤها في الحالات التالية :

- لمرضى نقل الدم المتكرر .
- المرضى المرشحين لزرع الأرومة المولدة للدم أو زرع الكلية .
- الوقاية من تفاعلات الترفع الحروري والعرواءات التالية لنقل الدم .
- إنقاص خطر العدوى بالفيروس المضخم للخلايا CMV .

الكريات الحمر المزالة البلازما (المغسولة) : تحوي أقل من 0.5 غ بروتينات ويستطب إعطاؤها عند مرضى :

- البيلة الخضابية الإشتدادية الليلية .
- سوابق تحسسية أو تأقية شديدة أثناء أو بعد نقل الدم .

الكريات الحمر المنمطة : ويعطى هذا النوع للمرضى الذين يملكون نظماً دموية أخرى غير ABO مثل نظام Kell أو Kidd أو Duffy .....الخ .

الكريات الحمر المجمدة : تحفظ بدرجة (-90إلى -180) مئوية لمدة طويلة قد تصل إلى20 سنة .

ويستطب إعطاؤها لمرضى من زمر دموية نادرة .

٢ . نقل الصفيحات : Platelets Transfution

لوحدة الصفيحات نوعين هما :

وحدة صفيحات عادية :

يتم الحصول عليها بتثقيل وحدة الدم الكامل على مرحلتين ، وهي ترفع عادة تعداد الصفيحات عند المريض المنقولة له حوالي (5 - 10) آلاف / ملم٣ دم .

وحدة صفيحات مقطوفة بواسطة جهاز فصل الدم الآ لي :

وهذه ترفع تعداد الصفيحات حوالي 6 أضعاف النوع الأول .

- تعيش الصفيحات المنقولة للمريض من (1 - 7) أيام فقط .
- تحفظ الصفيحات بدرجة (20 - 24) مئوية (درجة حرارة الغرفة) مع الرج المستمر لمدة 7 ايام من تاريخ التبرع ، وهذه الطريقة بالحفظ قد تؤدي لنمو الجراثيم داخل الكيس .
- يستطب إعطاء الصفيحات للمرضى المصابين بنقص الصفيحات او بإضطراب وظيفتها بشرط وجود نزف مرافق ، ولكن يستطب نقلها وقائياً عند المرضى الذين يقل تعداد الصفيحات لديهم عن (10 - 20) ألف صفيحة/ملم٣ بسبب إرتفاع خطورة تعرضهم للنزف العفوي ، وعندما يتطاول زمن النزف على الأقل مرتين عن الزمن الطبيعي .
- ينبغي عدم إجراء عمل جراحي إنتخابي لمريض تعداد الصفيحات لديه أقل من 50 ألف / ملم٣ .
- إن الخطرين الرئيسيين لنقل الصفيحات هي التفاعلات التحسسية ونقل الأمراض الفيروسية والجرثومية .
- يفضل أن تكون الزمرة ABO متوافقة بين المتبرع والمتلقي وخاصة عند نقل عدد كبير من الوحدات .

٣ . نقل البلازما : Plasma Transfusion

البلازما الطازجة المجمدة : Fresh Frozen Plasma (FFP)

- تحوي FFP كل بروتينات البلازما بما فيها عوامل التخثرولكن لاتحوي على الصفيحات .
- يبلغ حجم الوحدة منها (200 - 250) سم٣ وتحفظ بدرجة -30 درجة مئوية لمدة عام وتسيخ بمحم مائي بدرجة 37 درجة مئوية قبل النقل ،ويجب أن تنقل خلال 6 ساعات بعد تذويبها ، ويجب ألا يعاد تجميدها بعد ذوبانها بل يجب إتلافها .
- تنقل من خلال فلتر نظامي (170 ميكرومتر) .
- يستطب نقلها لعلاج نزف ملحوظ سريرياً أو لمنع حدوث نزف أثناء الجراحة عند المرضى المصابين بعوز عوامل التخثر أو إعتلال التخثر المرافق لمرض كبدي ما ، أونزف تالي لإستخدام الهيبارين أو الوارفارين ، أو عند نقل الدم الكتلي ، أو عند الإصابة ب DIC ، أو عندما يزداد زمن PT وPTT أكثر من 1.5 مرة من الزمن الطبيعي .
- إن تسريب وحدة واحدة من FFP ترفع تركيز كل عامل تخثر بمقدار(2 - 3)% عند البالغين ، وتعطى بجرعة (10 - 15) سم٣ /كغ فيرتفع تركيز عوامل التخثر حتى 30% من قيمتها الطبيعية .
- يفضل دوماً نقل وحدة FFP تحمل زمرة ABO مطابقة لزمرة المريض المستقبل .
- إن مخاطر نقل FFP تكمن في نقل الأمراض الفيروسية والتفاعلات التحسسية وإحداث فرط حمل دوراني .

المرسبات القَريَة : Cryoprecipitates

- كل وحدة (10 - 15) سم٣ تحوي كمية كبيرة من الفيبرينوجين (العامل الأول) والعامل الثامن بجزئيه وكمية أقل من العامل الثالث عشر .
- يستطب نقل المرسبات القَريَة لمرضى الناعور ومرضى فون ويلبراند ومرضى نقص الفيبرينوجين الخلقي والمصابين بمتلازمة DIC ومرضى النزف الكتلي .
- يجب تدفئة المرسبات القَريَة كما ذكرنا مع FFP قبل نقلها .
- تشابه مخاطر نقل المرسبات القَريَة تلك المخاطر الناجمة عن نقل FFP .
- أيضاً يفضل نقل المرسبات القَريَة عبر جهاز فلتر نظامي وأن تكون زمرة الوحدة ABO متوافقة مع زمرة المضيف .

إختلاطات نقل الدم : Complications Of Blood Transfusion

أولاً : الإختلاطات المناعية : Immune Complications

1. الإرتكاسات الإنحلالية :

تتميز الإرتكاسات الإنحلالية بتخرب الكريات الحمر المنقولة تحت تأثير الاجسام الضدية للمتلقي وفي حالات أقل شيوعاً تنحل كريات حمر المتلقي نتيجة نقل أضداد الكريات الحمر للمعطي .
كما أن الوحدات غير المتوافقة من مركزات الصفيحات أو FFP أو مركزات عوامل التخثر أو المرسبات القَريَة قد تحوي كميات قليلة من البلازما التي تحوي أضداد A و/أو أضداد B وقد يؤدي نقل حجوم كبيرة من هذه الوحدات إلى حدوث إنحلال دموي داخل الأوعية .

الإرتكاسات الإنحلالية الحادة (داخل الأوعية) :

وتحدث عادةً نتيجة عدم توافق الزمر ABO بين المعطي والمستقبل ٠
وتنجم عن خطأ في تحديد زمرة المريض أو العينة الدموية أو الوحدة المنقولة .
تتظاهر هذه الإرتكاسات عند المريض الواعي :
قشعريرة – حمى – غثيان وإقياء – ألم صدري وألم في الخاصرتين – خفقان – زلة تنفسية .
أما في المريض المخدر فتتظاهر ب :
إرتفاع الحرارة – تسرع القلب – إنخفاض BP – بيلة خضابية – نز دموي من كامل سطح الجرح .
وقد تتطور الحالة في المريض الواعي والمخدر إلى DIC وصدمة وقصور كلوي .
يكون تدبير الإرتكاس الإنحلالي بإتباع الخطوات التالية :

- إيقاف نقل الدم فوراً .
- التأكد من أن وحدة الدم التي تنقل للمريض هي نفسها المخصصة له أصلاً .
- سحب عينة من الدم وإرسالها للمخبر لإعادة الفحوصات عليها .
- وضع قثطرة بولية وأخذ عينة من البول لتحري البيلة الخضابية .
- تحريض الإدرار التناضحي بإعطاء المانيتول والسوائل الوريدية .
- قد يساعد إعطاء الدوبامين بجرعة صغيرة في دعم التوتر الشرياني وتحسين وظيفة الكلية .
- يستطب نقل الصفيحات و FFP في حال تعرض المريض لنزف شديد .
- عند التأكد من وجود خطأ نستبدل كيس الدم مع الفلتر بكيس دم متأكدين من صحته وذلك عند خسارة المريض كمية كبيرة من دمه .

الإرتكاسات الإنحلالية المتأخرة (خارج الأوعية) :

وتكون هذه الإرتكاسات عادة طفيفة وتنجم عن وجود أجسام ضدية موجهة للمستضدات الخاصة بنظام RH عدا المستضد D أو موجهة لمستضدات زمرفرعية نادرة Kell أو Kidd أو Duffy ...الخ.
ومع مرور الوقت تتشكل كميات كبيرة من هذه الأضداد ولكن عندها تكون الكريات الحمر المنقولة قد ماتت ، ثم مع مرور الوقت يتناقص تركيز هذه الأضداد إلى أن تدخل نفس المستضدات مرة أخرى إلى الدوران فتتفعل إستجابة الأجسام الضديةالكامنة وبالتالي يتأخر الإرتكاس الإنحلالي مدة (2 - 21) يوم بعد نقل الدم .
يعاني المريض في هذه الحالة من أعراض خفيفة (تعب – يرقان – حمى) .
وتتميز هذه الحالة بعدم إرتفاع قيمة الهيماتوكريت رغم نقل الدم له ورغم عدم وجود نزف لديه ، كما يلاحظ إرتفاع تركيز بيليروبين المصل غير المرتبط نتيجة تخرب الكريات الحمر .
يمكن تشخيص الحالة بإجراء إختبار (كومبس المباشر) .
وعلاج هذه الحالة يكون بشكل رئيسي داعم .

2. الإرتكاسات المناعية اللاإنحلالية.

الإرتكاسات الحمية :

وتنجم عن تحساس المستقبل للكريات البيض أو الصفيحات الخاصة بالمتبرع .
وتتظاهر بالإرتكاس الحمي (إرتفاع درجة حرارة المريض بدون علامات إنحلالية) .
وإن المريض الذي في سوابقه إرتكاسات حمية يجب أن ينقل له فقط كريات حمر فقيرة بالكريات البيض .

الإرتكاسات الشروية :

وهي إرتكاسات شائعة نسبياً يعتقد أنها تنجم عن تحساس المريض للبروتينات البلازمية المنقولة إليه .
وتتظاهر هذه الإرتكاسات ب : الحمامى – الإندفاعات الشروية – حكة – دون وجود حمى مرافقة .
ويمكن تجنب حدوث هذه الإرتكاسات بنقل الكريات الحمر المغسولة بدلاً من نقل كامل الدم .
ويكون العلاج بمضادات الهيستامين .

الإرتكاسات التأقية :

وهي إرتكاسات نادرة تظهر بعد تسريب بضع ميلليمترات مكعبة من الدم .
وهي تحدث عند مرضى لديهم عوز ب IgA ولكن لديهم اضداد موجهة ل IgA وقد تلقوا دماً يحوي IgA .
تعالج هذه الحالة بإعطاء الأدرينالين تحت الجلد أو بالوريد والسوائل الوريدية والستيروئيدات القشرية ومضادات الهيستامين .
ويجب أن ينقل لهؤلاء المرضى الكريات الحمر المغسولة أو المجمدة أو الدم الخالي من IgA .

وذمة الرئة لاقلبية المنشأ :

وهي حالة نادرة ناجمة عن نقل أضداد الكريات البيض أو أضداد HLA التي تتفاعل مع الكريات البيض الخاصة بالمستقبل لتسبب تكدسها ضمن الشعريات الرئوية مما يؤدي لتأذي الغشاء السنخي الشعري وبالتالي تجمع السوائل ضمن الأسناخ .
وتعالج هذه الحالة بنفس أسلوب علاج ARDS (الدعم التنفسي لتحسين أكسجة المريض بوضعه على المنفسة وأحياناً إعطاء جرعات صغيرة من المدرات البولية)٠

داء الطعم مقابل المضيف : Graft Versus host Disease GVHD

قد يشاهد هذا الإختلاط عند المرضى مثبطي المناعة حيث أن المكونات الخلوية للدم المنقول تحوي خلايا لمفاوية قادرة على توليد إستجابة مناعية ضد المضيف (المستقبل) مثبط المناعة .
تظهر الأعراض خلال أسبوع من النقل وتشمل :
تثبط نقي العظم – إندفاعات جلدية – بقع حطاطية – حمى – أعراض هضمية (غثيان – إقياء – قهم – إسهال – إضطرابات كبدية) .
ويمكن تجنب هذا الإختلاط بتشعيع الكريات الحمر والصفيحات والمحببات المنقولة مما يؤدي لتثبيط فعالية الكريات البيض اللمفاوية دون تأثير على فعالية بقية المكونات .

ثانياً : الإختلاطات الإنتانية : Infections Complications

1. الإنتانات الفيروسية :

التهاب الكبد .
متلازمة عوز المناعة المكتسبة AIDS .
إنتانات فيروسية أخرى مثل الحمة المضخمة للخلايا وحمة إبشتاين بار .

2 . الإنتانات الطفيلية :

ذكر انتقال الملاريا وداء المقوسات وداء شاغاس عند نقل الدم .

3. الإنتانات الجرثومية :

يمكن للجراثيم الإيجابية الغرام (العنقوديات) وسلبية الغرام (الجراثيم الليمونية) أن تلوث الدم المنقول وبالتالي تنتقل إلى المتلقي ، ولتجنب ذلك يجب أن ينقل الدم للمريض خلال فترة 4 ساعات على الأكثر بعد إخراجه من البراد . كما تشمل الجراثيم التي يمكن أن تنتقل إلى المتلقي كل من الإفرنجي (السيفلس) والبروسيلا والسالمونيلا واليارسينيا وداء الريكتسيات٠

ثالثاً : نقل الدم الكتلي : Massive Blood Transfusion

يعرف نقل الدم الكتلي بأنه نقل مايعادل (1 - 2) حجم دم المريض خلال 24 ساعة أو أقل، وبالنسبة لمعظم البالغين فهو يعادل نقل(10 - 20) وحدة دم .

1. إعتلال التخثر :

يحدث بسبب نقص الصفيحات التمددي بشكل أساسي ونقص عوامل التخثر أحياناً .
وتعالج هذه الحالة بنقل الصفيحات وFFP بناء على نتائج إختبارات التخثر .

2. الإنسمام بالسيترات :

نعني بالإنسمام بالسيترات حدوث نقص بتركيز شوارد الكالسيوم في مصل الدم نتيجة إرتباط السيترات به ، ويحدث هذا النقص إذا زادت سرعة نقل الدم عن وحدة واحدة كل 5 دقائق ، لأن الكبد لم يعد قادراً على إستقلاب السيترات بهذه السرعة . وفي هذه الحالة يجب تعويض الكالسيوم تسريباً وريدياً ، كما يجب إعطاء الكالسيوم عند نقل الدم بشكل إعتيادي عند المرضى المصابين بداء كبدي أوبإضطراب الوظيفة الكبدية (أيضاً المصابين بإنخفاض الحرارة) .

3. إنخفاض الحرارة :

كما ذكرنا سابقاً يجب تدفئة جميع منتجات الدم والسوائل التي تعطى للمريض إلى درجة قريبة من حرارة الجسم الطبيعية وذلك لمنع حدوث لانظميات قلبية قد تتحول لرجفان بطيني خطير عندما تنخفض حرارة المريض إلى درجة تقارب 30 درجة مئوية بالإضافة لحدوث الحماض الإستقلابي وإنحراف منحنى تفكك الأوكسجين نحو اليسار .

4. التوازن الحامضي القلوي :

عند نقل الدم الكتلي قد يحدث في البداية حماض إستقلابي خفيف نتيجة إحتواء الدم المنقول على حمض السيتريك كمانع تخثر ونتيجة تراكم CO2 وحمض اللبن (مستقلبات الكريات الحمراء) ولكن بعد عودة الإرواء النسيجي لحالته الطبيعية يزول أي حماض إستقلابي مترق نتيجة إستقلاب السيترات في الكبد وتحولها إلى بيكربونات .

5. تركيز بوتاسيوم المصل :

قد يحدث إرتفاع بتركيز بوتاسيوم المصل بعد النقل الكتلي للدم (إرتفاع تركيز البوتاسيوم خارج الخلوي في الدم المحفوظ) ولكن من الشائع أن يوجد نقص بوتاسيوم بعد العمل الجراحي لدى هؤلاء المرضى لاسيما عند وجود قلاء إستقلابي مرافق .

ممدات حجم البلازما : Plasma Volume Expanders

- يستطب إعطاء ممدات حجم البلازما (معيضات الدم) في الحالات التالية :

A - عندما تكون كمية الدم النازفة أقل من 20 - 25% من حجم دم المريض .
B - لتعويض حجم الدم ريثما يتم تأمين الدم المناسب .
C - لتعويض الخسارة أوالنقص في سوائل الجسم .
D - لتعويض أحد مكونات الدم (ألبومين) أو الشوارد .

- يمكن تصنيف ممدات حجم البلازما إلى : الغروانيات – البلورانيات – المركبات الصنعية .

أولاً : الغروانيات : Colloids

1. الألبومين : Albumin

وهو متوفر بتركيزين :

محلول 5% ويستطب إستعماله للتمديد السريع لحجم السوائل داخل الأوعية .

محلول 25% ويستعمل لتعويض نقص الألبومين في الدم لسبب ما .

وكلا المحلولين يحويان بين (130 - 160) ممول/ل صوديوم وأقل من 2 ممول/ل بوتاسيوم بينما لايحويان أياً من عوامل التخثر بل على العكس فهما ينقصان من تركيز كل من عوامل التخثر والخضاب في الدم بسبب تمديدهما لحجم البلازما .
بسبب عدم وجود أي مكونات خلوية في المحلولين السابقين فهذا يمنع خطر حدوث التحسس عند تكرار إعطائها .
لايوجد ضرورة لإجراء التصالب أو توافق الزمر .

2. بروتين البلازما المجزأ : (Human) Plasma Protein Fraction

هو محلول 5% من بروتين البلازما (83 % ألبومين و 17% غاما غلوبولين) مع محلول ملحي ، حيث يكون تركيز كل من الصوديوم والبوتاسيوم فيه مماثلاً لتركيزهما في محلول الألبومين .

يستطب إستعماله كمعيض لحجم الدم المفقود بإحداثه زيادة سريعة بحجم السوائل داخل الأوعية .
كما في محلول الألبومين فهو لايحوي أي من عوامل التخثر ولايوجد خطر لحدوث التحسس ولاداعي لإجراء إختبارات توافق الزمر أو التصالب .

ثانياً : المركبات الصنعية : Synthetic Derivatives

1. الديكستران : Dextran

وهو مركب فرعي من الغلوكاكون وهوعديد السكاريد مصنوع من جزيئات متعددة من الغلوكوز ، وهو يحدث تمديد سريع لحجم السوائل داخل الأوعية ويستعمل لإنقاص تشكل الخثرات داخل الأوعية بإرتباطه بالكريات الحمر والصفيحات والبطانة الوعائية وهو متوفر بنوعين :

 # ديكستران ذو وزن جزيئي منخفض (40 ألف دالتون) :

يحدث زيادة مؤقتة في حجم السائل داخل الأوعية لأنه يخرج من السرير الوعائي خلال (2 - 4) ساعات ، كما يستعمل هذا المركب لإنقاص خطر تشكل الصمات الخثرية بإنقاصه لزوجة الدم ومنعه تجمع الصفيحات الدموية .

 # ديكستران ذو وزن جزيئي مرتفع (70 ألف دالتون) :

هذا المركب أكثر فعالية في زيادة حجم السوائل داخل الأوعية الدموية ، بينما لايملك سوى تأثير قليل في منع حوادث التخثر في الأوعية الدقيقة .
- إن إعطاء حجم كبيرمن الديكستران يخفض مقدارالهيماتوكريت وينقص تركيزعوامل التخثروالصفيحات في البلازما .
- لقد سجل حدوث إرتفاع في سكر الدم عند المرضى السكريين بعد إعطاء الديكستران .
- من التأثيرات الجانبية للديكستران حدوث فرط التحسس وصعوبة تحديد الزمرة الدموية وزيادة الحمل الدوراني (وذمة رئة – وذمة دماغ) وسوء وظيفة الصفيحات وفي حالات نادرة قد يسبب حدوث قصور كلوي حاد (تأثير سام على الكبيبات) .
- يطرح الديكستران بشكل رئيسي من الكليتين .

2. جيلاتين : Gelatin

- يصنع الجيلاتين بحلمهة المركبات الجيلاتينية ويوجد منه محضران تجاريان يختلفان عن بعضهما البعض بمحتواهما من الشوراد٠
- لا يجوز تسريب النوع الذي يحوي كالسيوم بنفس الجهاز الذي نقل به الدم الحاوي على السيترات٠
- يؤدي تسريب ٥٠٠ مل منه إلى زيادة الحجم داخل الأوعية بمقدار ٦٠٠ مل، ويجب عدم إعطاء أكثر من 1 - 1.5 ليتر ريثما يتم تأمين الدم المناسب٠
- قد يسبب ارتكاسات تحسسية مهددة للحياة ولكنه لا يؤثر على اختبارات تحديد الزمرة الدموية ولا على تفاعلات التصالب٠
- يستمر تأثيره الممدد للحجم البلازمي لمدة ساعتين تقريباً٠

3. الهيتاستارش : Hetastarch

- هومركب غرواني صنعي (هيدروكسيد إيتيل ستارش) له نفس قوة تأثيرالألبومين 5% في تمديد حجم السائل داخل الأوعية .
- كما في الديكستران فإن إعطاء جرعة كبيرة منه تنقص مقدار الهيماتوكريت وتمدد التركيز البلازمي للصفيحات وعوامل التخثر .
- إن التأثير الجانبي الأساسي للهيتاستارش يتمثل بزيادة الحجم الدموي وبالتالي زيادة العبء القلبي وإحتمال حدوث وذمة رئوية أو وذمة دماغية وخاصة عند مرضى القصور الكلوي بإعتبار أنه يطرح بشكل رئيسي من الكليتين .

ثالثاً : المحاليل البلورانية : Crystalloid

- كما ذكرنا في محاضرة سابقة فللمحاليل البلورانية أنواع عديدة وهي تعطى لتعويض النقص الحاد في حجم الدم وذلك بإعطاء (3 أو 4) أضعاف حجم الدم المفقود ، ولكن هذه الزيادة في حجم السوائل داخل الأوعية هي زيادة عابرة (حوالي نصف ساعة) لأن هذه السوائل تتسرب من الأوعية إلى الأنسجة الخلالية للأعضاء المختلفة .
- إن الخطر الأساسي لنقل كميات كبيرة من السوائل البلورانية هو حدوث وذمة الرئة .
- لازال الجدل حول أفضلية نقل السوائل البلورانية أو الغروانية قائماً حتى وقتنا هذا ولكن يفضل دائماً البدء بالبلورانيات ثم الغروانيات لأن الغروانيات تحتاج لبعض الوقت ليبدأ تأثيرها ٠

انتهت المحاضرة

جامعة حماة – كلية الطب البشري

مادة التخدير وطب الطوارىء

د. غسان المنيّر – المحاضرة الرابعة

المرخيات العضلية Muscle Relaxants

مقدمة :

يمكن تقسيم المرخيات العضلية إلى ثلاثة أنواع :

أولاً: المرخيات المركزية :

وتشمل مجموعة من الأدوية التي تتميز بقدرتها المضادة للتقلص العضلي الهيكلي و ذلك بإزالة التأثير المنشط للعصبونات المحركة من نوع a الموجودة في القرن الأمامي للنخاع الشوكي أو في نوى الأعصاب القحفية في الدماغ المتوسط و البصلة السيسائية و أحد الأمثلة لهذا النوع من المرخيات نذكر الكلوروسوكسازون (Chlorosuxazon) .

ثانياً : المرخيات الموجهة للعضل :

حيث تقوم بمنع تدفق الكالسيوم إلى هيولى الخلية العضلية فتمنع التقلص العضلي ، وأهم ممثل لهذه الفئة هو دواء (الدانترولين Dantrolen) وهو دواء نوعي لفرط الحرارة الخبيث .

ثالثاً : المرخيات العضلية المحيطية :

وتدعى أيضاً بحاصرات النقل العصبي العضلي و هي موضوع بحثنا اليوم حيث تعمل على منع النقل العصبي في منطقة الوصل العصبي العضلي .

- إن أدوية هذه الفئة ليس لها تأثيرات مخدرة أو مسكنة للألم ، فإذا قمنا بحقن مريض مابدواء من هذه الفئة بدون مشاركته بأي مادة مخدرة فإن المريض سيتألم و يشعر بما يحدث حوله دون أن يستطيع الحركة لأنه مشلول نتيجة التأثير المرخي للعضلات .
- **يستطب إعطاء حاصرات النقل العصبي العضلي في الحالات التالية:**
  - لإجرا ء التنبيب الرغامي .
  - في العمليات التي تجرى تحت التخدير العام و تحتاج لإرخاء العضلات و ذلك لمنع تشنج العضلات الذي يعيق عمل الجراح (وخاصة في العمليات التي تجرى على البطن) وتجعل التهوية الآلية صعبة للغاية .
  - في غرف العناية المركزة وذلك للمرضى الذين بحاجة لإرخاء من أجل وضعهم على المنفسة .

ملاحظة :

يمكن إحداث درجة معينة من الإرخاء العضلي الهيكلي عن طريق التخدير الإنشاقي العميق وخاصة عند الأطفال أو بحصار الأعصاب المحيطية بحقن المخدرات الموضعية .

فيزيولوجيا النقل العصبي العضلي :

تعرف المنطقة التي يحدث فيها تقارب شديد بين العصبون المحرك و الخلية العضلية باسم (الوصل العصبي العضلي) حيث ينفصل الغشاء الخلوي الخاص بالعصبون المحرك عن الليف العضلي بفجوة ضيقة (٢٠ نانومتر) تعرف بإسم (الفلع المشبكي).

حالما يصل زوال الإستقطاب إلى نهاية العصبون المحرك يحدث دخول لشوارد الكالسيوم إلى الشبكة الهيولية الخاصة بالخلية العصبية الأمر الذي يؤدي لإلتحام حويصلات الخزن مع الغشاء العصبي الإنتهائي و تحرير محتواها من الأستيل كولين الذي تنتشر جزيئاته عبر الفلع المشبكي لترتبط مع مستقبلات نيكوتينية كولينرجية موجودة على منطقة محددة من غشاء الخلية العضلية تعرف باسم (الصفيحة المحركة النهائية) .

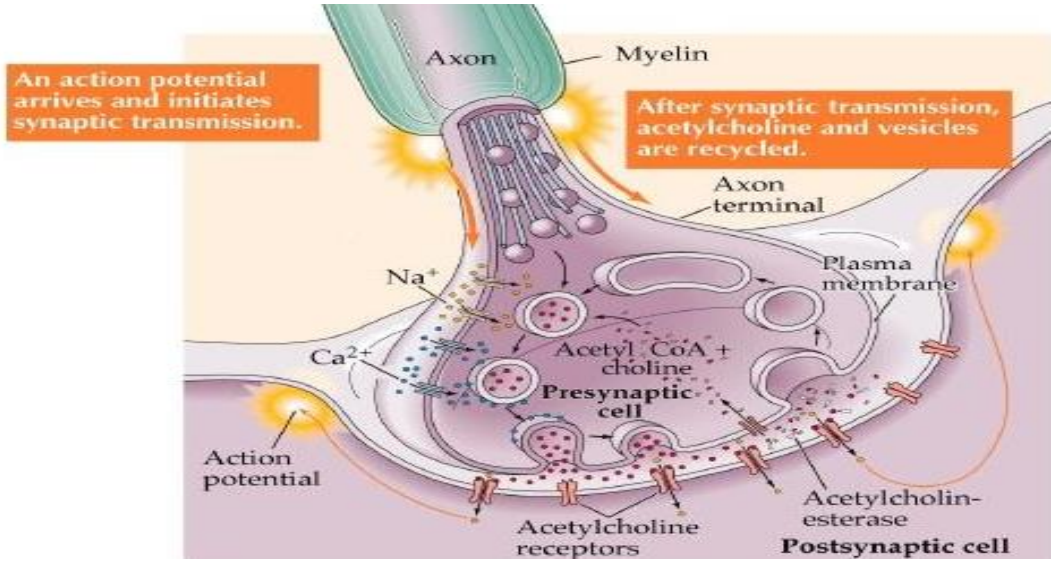
يتألف مستقبل الأستيل كولين من خمس جزيئات بروتينية إثنتان منهما متطابقتان وكل واحدة منهما قادرة على الإرتباط بجزيء من الأستيل كولين .

فإذا حدث هذا الإرتباط فانه يؤدي لحدوث تبدل شكلي في المستقبل يؤدي بدوره لإنفتاح القنوات الشاردية الموجودة في لب المستقبل فتجري الشوارد عبر القناة المفتوحة (الصوديوم والكالسيوم للداخل والبوتاسيوم للخارج) ثم يحدث نزع (عكس) للإستقطاب بانفتاح قنوات الصوديوم المجاورة مما يؤدي لتوليد كمون الصفيحة النهائية الأصغري.

إذا تم إحتلال عدد كاف من المستقبلات من قبل الأستيل كولين فإن كمون الصفيحة النهائية سيصل لشدة تمكنه من إزالة استقطاب الغشاء بعد المشبكي .

إن قنوات الصوديوم الموجودة في الغشاء العضلي المجاورتفتح عندمايتطورفولتاج كهربي عبرها بخلاف مستقبلات الصفيحة النهائية التي تفتح عند إرتباطها بالأستيل كولين .

بعد ذلك ينتشر كمون العمل على طول الغشاء العضلي مما يؤدي لإنفتاح قنوات الصوديوم في هذا الغشاء و تحرر الكالسيوم من الشبكة الهيولية العضلية الأمر الذي يؤدي لتشابك و تداخل بروتينات الآكتين و الميوزين و حدوث التقلص العضلي .



إن كمية الأستيل كولين التي تتحرر و عدد المستقبلات التي تتفعل يزيدان كثيراً عن الحد الأدنى المطلوب لتوليد كمون العمل .

و يلاحظ أن هامش الأمان الطبيعي هذا يفقد عند المريض المصاب بمتلازمة إيتون لامبرت الوهنية (نقص تحرر الأستيل كولين) و بالوهن العضلي الوبيل (نقص عدد مستقبلات الأستيل كولين الفعالة) .

في النهاية تغلق القنوات الشاردية للصوديوم الموجودة بجوار مستقبلات الأستيل كولين بعد حوالي ١ ميلي ثانية من انفتاحها فيتوقف كمون العمل ، وعندما يتوقف استحداث كمون العمل تغلق قنوات الصوديوم الموجودة ضمن غشاء الخلية العضلية ويعاد إنتشار شوارد الكالسيوم إلى داخل الشبكة الهيولية العضلية فترتخي الخلية العضلية٠

يتحلمه الأستيل كولين بسرعة متحولا إلى أسيتيك اسيد و كولين بواسطة خميرة نوعية تدعى أستيل كولين إستيراز (تعرف أيضا بإسم كولين إستيراز الحقيقية) وتكون موجودة ضمن الصفيحة المحركة النهائية بالقرب من مستقبلات الأستيل كولين تماما

وبعد حلمهة الاستيل كولين تغلق القنوات الشاردية ضمن المستقبل فيعود إستقطاب الصفيحة المحركة النهائية (بخروج شوارد البوتاسيوم من قنوات البوتاسيوم).

بعد ذلك يحدث مايسمى بكمون الراحة حيث تقوم مضخة الصوديوم بإعادة شوارد الصوديوم والبوتاسيوم لوضعها قبل حدوث نزع الإستقطاب التالي (حيث تقوم بإخراج 3 شوارد صوديوم وإدخال شاردتي بوتاسيوم)٠

تتكرر هذه الحوادث (نزع الإستقطاب – عود الإستقطاب – فترة الراحة)مرات عديدة خلال أي حركة نقوم بها٠

آلية تأثير المرخيات النازعة و غير النازعة للاستقطاب :

تشابه المرخيات النازعة للإستقطاب الأستيل كولين من الناحية الفيزيائية التركيبية ولذلك فهي ترتبط بمستقبلاته لتولد كمون عمل عضلي والذي قد يتظاهر عيانياً على شكل تقلصات عضلية على شكل حزم تعرف بالتقلصات الحزمية(Fasciculations) .

ولكنها خلافا له لاتستقلب بواسطة خميرة الأستيل كولين إستيراز و بالتالي فإن تراكيزها ضمن الفلع المشبكي لا ينخفض بسرعة مما يؤدي لتطاول زوال إستقطاب الصفيحة النهائية للخلية العضلية .

يسبب زوال إستقطاب الصفيحة النهائية المستمر الإرتخاء العضلي كما يلي :

كما ذكرنا فإن كمون الصفيحة النهائية ذا الشدة الكافية يؤدي لتوليد كمون عمل في الغشاء العضلي المجاور ، وإن انفتاح قنوات الصوديوم الموجودة بجوار مستقبل الأستيل كولين محدود بمدة زمنية معينة (حوالي 1 ميلي ثانية) حيث أنها بعد تفعلها وانفتاحها في البداية تعود لتغلق ولاتفتح مرة ثانية إلا بعد أن يعود استقطاب الصفيحة النهائية وهذا الأمر غير ممكن مادام الدواء المزيل للإستقطاب مستمراً بالإرتباط مع مستقبلات الأستيل كولين، وعندما تغلق هذه القنوات يختفي كمون العمل ويعود الغشاء العضلي لحالة الراحة فيحدث الإرخاء العضلي ٠
تسمى هذه الحالة بحصار الطور 1 ٠

أما المرخيات العضلية غير النازعة للإستقطاب فترتبط مع مستقبلات الأستيل كولين و لكنها لا تستطيع أن تحدث تبدلاً شكلياً فيها (الضروري لفتح القناة الشاردية) ، وبما أن هذه الأدوية تمنع الأستيل كولين من الإرتباط بمستقبلاته فإنه لا يتطور كمون خاص بالصفيحة النهائية .

مما سبق نستنتج أن المرخيات النازعة للإستقطاب تعمل " كشادات " لمستقبلات الأستيل كولين بينما تؤثر المرخيات غير النازعة للاستقطاب "كضادات تنافسية " .

ملاحظة : يحدث حصار الطور **2** عند إعطاء جرعات كبيرة من المرخي النازع للإستقطاب٠

الأدوية المستعملة في الإرخاء العضلي :

أولاً : المرخيات العضلية الغيرنازعة للإستقطاب : Non depolarizing relaxants

- أول من استخدم المرخيات العضلية كان الهنود الحمر حيث كانوا يضعون مادة الكورار على رأس السهم و يطلقونه على أعدائهم أو فرائسهم فيحدث شللاً بالعضلات مما يؤدي للموت بتثبيط التنفس .
- في العصر الحديث أول من استخدم الكورار بشكل علمي كان الباحث هارولد غريفيث عام 1942حيث بدأ استخدامه في العمليات الجراحية كمرخي عضلي .
- يحدث الحصار في المرخيات غير النازعة للإستقطاب بسرعة أكبر وبشدة أقوى ومدة أطول عند استعمال جرعة أكبر .
- إن جرعة الإستمرارية (الصيانة) في المرخيات غير النازعة للإستقطاب تساوي تقريبا 25 % من الجرعة الأولية .
- يمكن تقسيم هذه الفئة من الأدوية إلى طبيعية مثل الكورار و تركيبية (صنعية).
- كما يمكن تقسيم هذه الفئة **حسب فترة تأثيرها إلى :**

1. *قصيرة أمد التأثير :* مثل ميفاكوريوم وراباكورونيوم (10 - 20) دقيقة .
2. *متوسطة أمد التأثير:* مثل أتراكوريوم وسيس أتراكوريوم وروكورونيوم (20 - 30) دقيقة .
3. *طويلة أمد التأثير :* مثل بانكورونيوم و بيبيكورونيوم (30 - 45) دقيقة .

الأتراكوريوم : Atracurium

- وهي مادة حديثة وآمنة نسبيا وتستعمل بكثرة في بلادنا حاليا .
- يطلق الأتراكوريوم الهيستامين و خاصة إذا أعطي جرعة كبيرة منه أوأعطي بسرعة .
- يترسب إذا مزج مع مركب قلوي مثل الثيوبنتال ، و يجب حفظه في البراد .
- يعطى الأتراكوريوم بجرعة 0.5 ملغ/كغ من أجل التنبيب على مدى أكثر من 30 ثانية وبجرعة 0.25 ملغ/ كغ من أجل الإرخاء أثناء العمل الجراحي ، كما يمكن أن يعطى بشكل تسريب مستمر في العمليات الطويلة أو في العناية المركزة .
- يبدأ تأثيره بعد حوالي 90 ثانية ويزول تأثيره بعد حوالي (20 - 30) دقيقة .
- **يستقلب الأتراكوريوم بطريقتين مميزتين :**
  - بواسطة خمائر الإستيراز اللانوعية .
  - بآلية هوفمان : حيث يتعرض لتحطم كيماوي عفوي لا خمائري بدرجة حرارة و باهاء فيزيولوجيتين .
- **تطرح المستقلبات** بواسطة الكبد بشكل أساسي ومن الكلية بنسبة أقل .
- **ومن أهم التأثيرات الجانبية** التي قد تظهر لدى استخدام هذا الدواء :
  - تسرع القلب و إنخفاض التوتر الشرياني بسبب إطلاق الهيستامين الذي يتحرر إذا أعطي بجرعة اكثر من 0.5 ملغ/ كغ أو خلال مدة أقل من 30 ثانية .
  - تشنج القصبات نتيجة إطلاق الهيستامين ، لذلك يفضل تجنبه عند مرضى الربو.
  - الإنسمام بمركب لودانوزين و هو أحد مستقلبات الأتراكوريوم ولكن لا يحدث الإنسمام به إلا إذا أعطي الأتراكوريوم بجرعات عالية جداً أو إذا كان المريض مصاب بقصور كبدي لأن اللودانوزين يستقلب في الكبد .

بانكورونيوم : Pancuronium

- يتكون البانكورونيوم من حلقة ستيروئيدية مرتبطة بجزيئين من الأستيل كولين بدون أن يكون له أي فعالية هرمونية .
- **يتخرب** بالحرارة لذلك يجب **حفظه** في البراد .
- **يستقلب** في الكبد و تتمتع مستقلباته ببعض الفعالية الحاصرة للنقل العصبي العضلي .
- **و يطرح** بشكل أساسي بواسطة الكلى و جزء صغير منه عبر السبيل الصفراوي .
- ربما يحتاج مرضى التشمع الكبدي لجرعة بدئية أعلى نتيجة زيادة حجم توزعه و لكنهم يحتاجون لجرعات صيانة أقل بسبب انخفاض معدل إستقلابه .
- **من التأثيرات الجانبية** التي قد ترافق إعطاء البانكورونيوم نذكر :
  - تسرع القلب وإرتفاع التوتر الشرياني نتيجة حصار العصب المبهمي المترافق مع تحرر الكاتيكولامينات من النهايات العصبية الأدرنرجية . لذلك يجب عدم إستخدامه أو إعطاؤه بحذر عند مرضى نقص التروية القلبية و مرضى فرط التوتر الشرياني .
  - ظهور إضطرابات نظم بطينية .
  - حدوث إرتكاسات أرجية عند إعطاء محضر بانكورونيوم بروماید .

روكورونيوم : Rocuronium

- صنع هذا المستحضر لتأمين بداية تأثير سريعة (دقيقة أو أكثر بقليل) لذلك نستعمله أحيانا لإجراء التنبيب السريع كبديل لإستخدام السوكسينيل كولين.
- لا يخضع الروكورونيوم **للإستقلاب** في الجسم .
- **يطرح** بشكل رئيسي من الكبد و بشكل طفيف من الكلى و لذلك لا تتأثر مدة تأثيره بشكل ملحوظ في القصور الكلوي ولكنها تتطاول بشكل متوسط الشدة عند الحامل و عند المصاب بقصور كبدي شديد .
- وبما أن هذا المحضر لا يستقلب في الجسم فإنه لا يخلف أية مستقلبات فعالة لذلك فإنه يشكل خيارا ممتازا من اجل التسريب طويل الأمد لمرضى وحدة العناية المركزة .
- إن **التأثيرات الجانبية** لهذا المحضر قليلة نسبيا :

  - قد يحدث شللا عضليا متطاولا عند المسنين بسبب نقص كتلة الكبد لديهم .
  - كما قد يحدث تسرعاً بالنبض بسبب قدرته الحالة للمبهم .

ثانياً : المرخيات العضلية النازعة للإستقطاب Depolarising Muscle Relaxants :

السوكسينيل كولين (السوكساميثونيوم) : Succinylcholine

- وهو عبارة عن جزيئين من الأستيل كولين مرتبطين مع بعضهما البعض .
- بداية تأثيره سريعة (30 - 60) ثانية ومدة تأثيره قصيرة حيث لاتتجاوز 10 دقائق في الاحوال العادية ويعطى بجرعة (1 - 2) ملغ /كغ بالوريد كما يمكن إعطاؤه بالعضل (الوحيد بين المرخيات الذي يمكن إعطاؤه بالوريد والعضل) .

الإستقلاب و الإطراح :

- حالما يدخل السوكسينيل كولين إلى الدوران **يستقلب** معظمه بسرعة بتحطيم الرباط الإستيري بواسطة خميرة كولين إستيراز الزائفة (pseudo cholinesterase) الموجودة في الدم و الكبد .
- و إن هذه العملية الإستقلابية سريعة لدرجة تجعل جزء فقط من الجرعة المحقونة تصل إلى الوصل العصبي العضلي .
- و حالما ينخفض تركيزه المصلي تنتشر جزيئاته بعيدا عن الوصل العصبي العضلي مما يؤدي لزوال تأثيره .
- تتطاول مدة تأثيره بإعطاء جرعات كبيرة منه أو بإضطراب إستقلابه الذي قد ينجم عن إنخفاض حرارة الجسم أو إنخفاض تركيز الخميرة كما في حالة (الحمل أو أمراض الكبد أو القصور الكلوي أو تناول بعض أنواع الأدوية) أو بإضطراب الخميرة الوراثي حيث أن مريض واحد من أصل 50 مريض يكون لديه مورثة طبيعية وأخرى شاذة مسؤولة عن تصنيع هذه الخميرة الأمرالذي يؤدي لتطاول طفيف في فترة الحصار العصبي العضلي(20 - 30) دقيقة ، و بالمقابل فإن مريض واحد من أصل 3000 مريض يكون لديه مورثتان شاذتان مما يجعل هذه الخميرة أقل ولعا بمحضر سوكسينيل كولين بمئة مرة من نظيرتها الطبيعية مما قد يسبب تطاول الحصار لفترة طويلة جداً (6 - 8) ساعات بعد إعطاء جرعة واحدة من السوكسينيل كولين .
  وتعالج هذه الحالة الأخيرة :
  - إما بإعطاء محضر الخميرة الجاهزة ، و لكن هذه الطريقة غير عملية لأنها غالية الثمن .
  - أو بنقل دم طازج ، و يفضل أن لا يكون الدم مأخوذ من أقرباء المريض .

التأثيرات الجانبية :

- قد ينقص نبض المريض بشكل شديد حتى التوقف و خاصة عند إعطاء جرعة ثانية منه ولذلك يفضل تحضير المريض بالأتروبين قبل إعطاء السوكسينيل كولين و بشكل إلزامي قبل الجرعة الثانية .
- حدوث فرط بيوتاسيوم الدم الذي قد يكون خطيراً في بعض الحالات مثل مرضى الحروق الواسعة و الأذيات العصبية الشديدة و الإعتلال العصبي المحيطي و الحثول العضلية و مرضى القصور الكلوي و إنسداد الأمعاء .
  لذلك يجب عدم إستعماله في الحالات الإسعافيةعند هؤلاء المرضى خشية حدوث توقف القلب .
- آلام عضلية قد تكون شديدة و قد تستمر لمدة أسبوع .
- تقلصات حزمية قد تكون شديدة و يمكن الوقاية أو التخفيف منها بإعطاء جرعة صغيرة من مرخ غير نازع للإستقطاب قبل 5 دقائق من إعطاء السوكسينيل كولين .
- إرتفاع الضغط داخل العين و داخل القحف .
- تحريض حدوث فرط الحرارة الخبيث و خاصة عند إستعماله مع الهالوثان بشرط وجود تأهب وراثي عائلي .
- حدوث شلل متطاول كما ذكرنا سابقاً .
- قد تظهر لانظميات قلبية و خاصة خوارج الإنقباض البطينية .
- قد يؤدي إعطاء السوكسينيل كولين لمريض تأثر العضل لإصابته بالرمع العضلي.

مضادات الكولين إستيراز و معاكسة الحصار :

إن المرخيات النازعة للإستقطاب (السوكساميثونيوم) ليس لها مضاد و إنما يمكن **معاكسة تأثيرها** عند اللزوم بأحد أمرين :

١. إعطاء الخميرة المصنعة (غير عملية).

2. إعطاء دم طازج يحوي الخميرة بكمية كبيرة .

أما المرخيات غير النازعة للإستقطاب فيمكن **معاكستها** بزيادة تركيز الأستيل كولين قرب الصفيحة المحركة النهائية و ذلك عن طريق إعطاء أحد مضادات خميرة الكولين إستيراز و **من هذه الأدوية نذكر :**

النيوستغمين (بروستغمين) - بريدوستغمين - ايدروفونيوم.

وسندرس النيوستغمين لانه أقواها وأكثرها شيوعا .

النيوستغمين Neostigmine :

- **يؤثر** هذا الدواء على كل المشابك الكولينرجية٠
- دواء حاصر لخميرة كولين إستيراز الحقيقية بشكل أساسي، بالإضافة لفعالية طفيفة حاصرة لخميرة كولين إستيراز الزائفة ولذلك فهو قد يسبب تطاول تأثير السكساميثونيوم٠
- إن حصاره لخميرة كولين إستيراز الحقيقية يؤدي لارتفاع تركيز الأستيل كولين عند مستقبلاته النيكوتينية مما يعاكس تأثير المرخيات غير النازعة للإستقطاب والموسكارينية الذي يؤدي بدوره لفرط فعالية نظيرة ودية **تتظاهر بـ :**
  ١. بطء القلب٠
  2. تشنج القصبات وزيادة المفرزات اللعابية والقصبية٠
  3. تشنج الأمعاء وتشنج المثانة٠
- و يمكن **معاكسة هذه التأثيرات** بإعطاء المريض مادة الأتروبين بجرعة (15 - 20) مكغ /كغ أو الغليكوبيرولات 10 مكغ/كغ إما قبل إعطاء النيوستغمين مباشرة أو نخلطهما معا بنفس المحقنة (دائماً لانعطي النيوستغمين لوحده) .
- لا يظهر **التأثير الأعظمي** للنيوستغمين على الوصل العصبي العضلي إلا بعد (3 - 5) دقائق ويبقى تاثيره حتى (30 - 60) دقيقة .
- يعطى النيوستغمين **بجرعة** (30 - 50) مكغ/كغ على ألا تزيد الجرعة الكلية عند البالغين عن ٥ملغ .
- **يطرح** 50% من الدواء عن طريق الكلية لذا قد يطول تأثيره في القصور الكلوي .
- **يستطب** النيوستغمين لعلاج الوهن العضلي الوخيم و العطالة المثانية و العلوص الشللي٠
- أهم **تأثيراته الجانبية** الغثيان و الإقياء و السلس البرازي و بطء القلب المعند على الأتروبين .

تقييم الحصار العصبي العضلي :

- إن تقييم شدة الحصار و طبيعته أمر حيوي في كل عملية جراحية تم فيها تخدير المريض تخديراً عاماً وتم إرخاؤه بإستخدام المرخيات العضلية .
- فإذا لم يتم تقييم المريض بشكل جيد و إذا لم يزول تأثير المرخي فيمكن أن يصاب المريض بنقص أكسجة عند إخراجه من غرفة العمليات .
- **و لتقييم** درجة زوال تأثيرالمرخيات على آخرالعضلات التي انطرح منها نستقصي سريريا مايلي :

٥قدرة المريض على إبقاء رأسه مرفوعا لمدة 5 ثواني على الأقل .
٥القدرة على إحكام قبضة اليد.
٥نطلب من المريض أن يفتح عيونه و يرفع يده .

أو يمكن تقييم درجة زوال الحصارباستخدام منبهات الأعصاب وهو الأفضل والأكثر دقة .

منبه العصب Nerve Stimulator :

- إن استخدام منبه الأعصاب الكهربائي يضمن لنا التأكد من مقدار تخلصه من تأثير المرخي ودرجة المقوية العضلية للمريض .
- إن النبضة الكهربائية تؤدي إلى زوال إستقطاب الألياف الحركية ضمن العصب المحيطي فيتحرر الأستيل كولين من النهايات العصبية و يحدث زوال إستقطاب أعظمي عند الوصل العصبي العضلي .
- قد نرى الإستجابة عيانيا أو تجس باليد أوتسجل كفعالية كهربائية .
- يمكن إرسال النبضات الكهربائية كنبضة وحيدة عالية الفعالية أو سلسلة نبضات عالية التواتر أو منخفضة التواتر .

إذا المهم أن نعرف أن هناك مونيتور خاص لمراقبة المرخيات العضلية تماماً مثل مقياس الأكسجة ومقياس ال co2 .

انتهت المحاضرة

Inhalational Anaesthetic المخدرات الإستنشاقية

هي تلك المواد المخدرة التي تؤخذ عن طريق الإستنشاق وتصل إلى الدماغ مكان تأثيرها بعد أن تمر على عدة أجهزة هي :
جهاز التخديرثم الدارة التنفسية ثم جهاز التنفس ثم جهاز الدوران ٠

- ❖ إن حالة التخدير الجراحي لاتحدث إلا بعد أن يصل تركيز(توتر) المخدر الاستنشاقي في الدماغ حداً معيناً ٠
- ❖ وإن الزمن اللازم للوصول للتركيز المخدر يقل في الحالات التالية :

١- كلما زادت **نسبة المخدر** الإستنشاقي في المزيج المستنشق ٠
٢- كلما صغر حجم **الدارة التنفسية** وكانت أقل امتصاصاً للمادة المخدرة ٠
٣- كلما ازدادت **عدد مرات التنفس** وزاد **عمقه** ٠
٤- كلما قل **الناتج القلبي** (يظهر بشكل جلي في المخدرات الأكثر إنحلالاً بالدم مثل الهالوثان) ٠
٥- كلما قل **إنحلال المادة** المخدرة في الدم والدسم٠
٦- كلما قل **حجم المسرب Shunt** (كمية الدم التي لايحصل فيها تبادل غازي) ٠
٧- كلما زاد **الجريان الدموي الدماغي** ٠

- ❖ إن ماذكرناه من **عوامل** تؤثر على سرعة بدء التخدير تصح أيضاً على سرعة الصحو من التخدير.
- ❖ يمر التخدير العام بالمخدرات الإستنشاقية في العادة **بثلاثة أطوار** هي :
  طور المباشرة – طور الإستمرارية – طور الصحو .
- ❖ يعتمد الصحو من التخدير على إنخفاض تركيز(توتر) الأدوية المخدرة ضمن النسيج الدماغي لحد معين .
- ❖ يمكن للمخدرات الإستنشاقية أن **تطرح من الجسم** بثلاث طرق هي :

١- عبر الأسناخ الرئوية وهي أهم الطرق ٠
٢- التحول الحيوي : وتزداد أهمية هذه الطريقة كلما كان المخدر الاستنشاقي أكثرإنحلالاً بالدم والدسم كما في الهالوثان ٠
٣- عبر الجلد : وهي طريقة قليلة الأهمية ٠

التركيز السنخي الأصغري (MAC) Minimum Alveolar Concentration :

هو أدنى تركيز (توتر) للمخدر الإستنشاقي في الأسناخ الرئوية يحول دون حركة 50% من المرضى لتنبيه مؤلم (الشق الجراحي)عند حدوث التوازن وعند ضغط جوي واحد، بينما يحتاج حوالي 99% من الأشخاص ل MAC 1.3 لمنع حدوث أي حركة لتنبيه مؤلم ٠
ولل MAC علاقة وثيقة مع درجة إنحلال المخدرالإستنشاقي بالدم والدسم ، فتقريباً كلما كان المخدرأكثرانحلالاً بالدم والدسم كلما انخفض ال MAC وكان بدء تأثيره أبطأ ومدة تأثيره أطول وشدة تأثيره أقوى ٠

العوامل المؤثرة بال MAC :

التي تزيد ال MAC :

١. إرتفاع الحرارة ٠
٢. زيادة تركيز صوديوم الدم ٠
٣. الإنسمام الكحولي المزمن ٠
٤. الإدمان على المخدرات ٠
٥. ارتفاع التوتر الشرياني (تجريبياً) ٠

التي تنقص ال MAC :

١. نقص الحرارة ٠
٢. نقص تركيز صوديوم الدم ٠
٣. الإنسمام الكحولي الحاد ٠
٤. مثبطات الجملة العصبية المركزية ٠
٥. نقص الأكسجة الشديد ٠
٦. فقر الدم ٠
٧. الحمل (البروجسترون ؟)٠
٨. المسنين ٠
٩. المشاركة بين غازين استنشاقيين ٠
١٠. انخفاض التوتر الشرياني الشديد ٠

التي لاتبدل ال MAC :

١. الجنس ٠
٢. الوزن ٠
٣. فترة التخدير ٠

صفات المخدر الإستنشاقي المثالي :

١. سريع التأثير وسريع الإنطراح وقوي المفعول ٠
٢. رائحته جيدة وغير مخرش للطرق الهوائية ٠
٣. ليس له تأثير مثبط للتنفس .
٤. يحدث إرخاءً جيداً للعضلات ٠
٥. له تأثير تسكيني جيد ٠
٦. له درجة واسعة من الأمان ٠
٧. ليس له تأثير سام أو تأثيرات جانبية في التراكيز العادية ٠

تاريخ المخدرات الإستنشاقية :

أول مخدر استنشاقي تم استعماله هو النايتروس أوكسيد Nitrous Oxide عام ١٨٤٤ثم الإيثر Diethyl Ether عام ١٨٤٦ ثم الكلوروفورم Chlorofom عام ١٨٤٧ ثم السيكلوبروبان Cyclopropane عام ١٩٢٩ ٠
وهذه المخدرات الإستنشاقية لم تعد تستعمل حالياً (ماعدا النايتروس أوكسايد الذي مازلنا نستخدمه حتى يومنا هذا)إما بسبب إحداثها إشتعالاً وإنفجاراً عند مزجها بالأوكسجين كما في الإيثروالسيكلوبروبان أو بسبب إحداثها لوهط دوراني شديد وإنسماماً كبدياً كما في الكلوروفورم ٠
ثم توالت بعد ذلك الإكتشافات لمخدرات إستنشاقية مازالت تستعمل حتى وقتنا الحاضر٠
فاكتشف الهالوثان Halothane عام ١٩٥٦ وأحدث ثورة في الممارسة التخديرية ثم الإنفلوران Enflurane عام ١٩٧٠
ثم الإيزوفلوران Isoflurane عام ١٩٨١ ثم السيفوفلوران Sevoflurane عام ١٩٩٠ ٠
وأخيراً وليس آخراً الديسفلوران Desflurane عام ١٩٩٦ ٠

❖ ويمكننا تقسيم المخدرات الإستنشاقية إلى :
- **المخدرات الغازية :** وهي لاتحتاج لوضعها بالمبخرات (النايتروس أوكساید والسيكلوبروبان)٠
- **المخدرات السائلة الطيارة :** تحتاج لوضعها بمبخر خاص بكل منها (باقي المخدرات الإستنشاقية)٠

❖ سنفصل الآن في بعض المخدرات الإستنشاقية التي ذكرناها :

غاز النايتروس أوكسايد Nitrous Oxide :

- يدعى كيميائياً بغاز أول أوكسيد الآزوت **N2O** وهو الغاز الغيرعضوي الوحيد الذي يستخدم حالياً في التخدير ٠
- وكان يعرف سابقاً بإسم **الغاز الضاحك** لأن إستنشاقه بتراكيز مرتفعة يحدث نوعاً من النشوة والبهجة ٠
- هو غاز عديم اللون والطعم والرائحة ٠
- يعبأ بإسطوانات فولاذية (تدهن عادة باللون الأزرق)كسائل تحت الضغط ويصبح بحالة غازية عند حدوث التوازن بدرجة حرارة الغرفة ٠
- هو غاز غير قابل للإشتعال أو الإنفجار ولكنه يدعم حدوث الإشتعال في العناصر القابلة للإشتعال ٠
- بتركيز أقل من MAC مسكن قوي ولكنه مخدر ضعيف (MAC= 105%) فهو لايحدث تخديراً جراحياً إلا في المناطق ذات الضغط الجوي المرتفع ٠
- يبدأ تأثيره بسرعة وينطرح بسرعة لأنه قليل الإنحلال بالدم والدسم٠
- ينطرح بشكل رئيسي عن طريق الرئتين كما هو بدون أن يستقلب في الجسم ٠
- تزداد سرعة تأثيره عند مشاركته بمخدر إستنشاقي آخر ٠
- يعطى عادة مع الأوكسجين بنسبة 50% لكل منهما ويدعى المزيج (Entonox) ٠

مضادات الإستطباب :
ليس له مضادات إستطباب مطلقة ولكن لايفضل إستعماله **بتراكيز عالية** في الحالات التالية :
١. مرضى فقر الدم الشديد ٠
٢. مرضى نقص التروية القلبية ٠
٣. المرضى الذين يعانون من إصابات في الكبد والكليتين ٠
٤. الحوامل وخاصة في الأشهر الثلاثة الأولى ٠
٥. أي جوف مغلق يحوي الهواء (الريح الصدرية المغلقة والإنسداد المعوي الحاد والريح الدماغية المغلقة والأذن الوسطى المغلقة) ٠

محاسنه :
١. سريع التأثير وسريع الإنطراح ٠
٢. مسكن قوي ٠
٣. غير قابل للإشتعال أو الإنفجار ٠
٤. ليس له تأثيرات سامة عند إستعماله بالتراكيز العادية ولفترة أقل من 24 ساعة ٠
٥. ينقص MAC المخدرات الإستنشاقية المشاركة له ٠
٦. لايحرض على إطلاق شرارة فرط الحرارة الخبيث بعكس معظم المخدرات الإستنشاقية الاخرى ٠

مساوئه :
١. مخدر ضعيف ٠
٢. ليس له تأثير مرخي للعضلات ٠
٣. نقص الأوكسجين النفوذي diffusion hypoxia : فعند إنتهاء التخدير وإيقاف الغازات (بما فيها الأوكسجين) يندفع النايتروس أوكساید بكميات كبيرة من جميع أنحاء الجسم إلى الرئة مما يمدد الأوكسجين الموجود في الحويصلات الرئوية وتنقص نسبته ،فإذا ترك المريض يستنشق الهواء الصرف بدون أوكسجين فقد يصاب بنقص أكسجة شديد، لذلك يجب إعطاء المريض في نهاية العملية الأوكسجين الصرف لمدة 3-5 دقائق ريثما ينطرح النايتروس نهائياً .
٤. الشعور أثناء العمل الجراحي عندما لانشاركه بمخدر إستنشاقي آخر(في الضغط الجوي العادي) ٠
٥. تثبيط فعالية النخاع العظمي عند استعماله لفترة تزيد عن 24 ساعة ٠
٦. قد يحدث تأثيرات ماسخة للأجنة عند التخدير به في الأشهر الثلاثة الأولى من الحمل (بعض الدراسات) ٠

الهالوثان Halothane :

- سائل طيار لالون له ذو رائحة تشبه رائحة السعتر وله مبخر خاص به ٠
- غير قابل للإشتعال أو الإنفجار ٠
- غير مهيج للطرق التنفسية فيمكن مباشرة التخديربه وخاصة عند الأطفال ٠
- بطيء التأثيروبطيء الصحو نسبياً لأنه شديد الإنحلال بالدم والدسم ٠
- ينطرح (50-60) % منه عن طريق الرئتين بدون تغير خلال 24 ساعة بينما يستقلب القسم الباقي في الكبد ٠
- مخدر قوي (MAC=0.75%) ولكن فعله التسكيني ضعيف جداً لذلك يفضل إشراكه مع مسكن أفيوني والنايتروس أوكسايد الذي إذا مزج مع الأوكسجين بنسبة (70%N2O-30%O2)يصبح MAC الهالوثان 0.30% فقط ٠
- ينقص الجريان الدموي في الكبد كما في معظم المخدرات الإستنشاقية ولكن الهالوثان قد يحدث خللاً مؤقتاً في وظيفة الكبد (عند نسبة قليلة من المرضى) فيصاب المريض بيرقان ركودي بعد العمل الجراحي يزول خلال بضعة أيام دون أن يترك أي عقابيل ٠
- قد يبطيء القلب لأنه ينقص الفعالية الودية للقلب ويثبط العقدة الجيبية ويزيد فعالية المبهم ٠ويمكن معاكسته بإعطاء الأتروبين ٠

مضادات الإستطباب :

١. في حالات الصدمة لأنه:
   A - يخفض التوتر الشرياني بشكل متناسب مع التركيز المعطى بسبب :
   B – *يثبط العضلة القلبية بتأثير مباشر عليها مما يؤدي لإنقاص نتاج القلب بمقدار (20-50)%* ٠
   C– يمنع حدوث تسرع قلب إنعكاسي لأنه يثبط مستقبلات الضغط ٠
2. مرضى قصور القلب الذين يكون لديهم EF أقل من 40% بسبب تثبيطه للعضلة القلبية كما ذكرنا ٠
3. التهاب الكبد المحرض بالهالوثان : وهو حالة نادرة (1/3500) ولكن عند حدوثه قد يكون خطيراً جداً وقد يودي بحياة المريض ، ويتهم بحدوثه نواتج مستقلبات الهالوثان التي تشكل مواد سامة للكبد ،وتظهر أعراض هذا الإلتهاب (حمى – غثيان – إقياء – طفح جلدي) مع إرتفاع الحمضات بعد 2 – 5 أيام من تعرض المريض للتخدير ٠
   وترتفع نسبة حدوث هذا الإختلاط عند المريض الذي تعرض للتخدير بالهالوثان لمرات متعددة بفواصل زمنية قصيرة أو في حال كان المريض أنثى بدينة في مقتبل العمرأو كان لديه قصة عائلية للإنسمام بالهالوثان أوإذا تعرض لهذاالإختلاط سابقاً ٠
4. عند مرضى ورم القوائم أو عند حقن الأدرينالين في بعض العمليات الجراحية لتخفيف النزف في ساحة العمل الجراحي لأن الهالوثان يزيد التلقائية(Automaticity) للعضلة القلبية ، وعندما يشرك مع مقلدات الودي يؤدي لظهور خوارج إنقباض متعددة وخطيرة ٠
   ويمكننا تخفيض نسبة حدوث هذه الإضطرابات التسارعية ببعض الإجراءات :
   أ – تعميق التخدير لتخفيض استثارة الجملة الودية ٠
   ب – فرط تهوية معتدل (20 – 25 مرة /الدقيقة) لأن CO2 يزيد فعالية الجملة الودية ٠
   ج – حقن الأدرينالين بتركيز أقل من 1/100 000 = 1mg/100ml ٠
5. عند المرضى المصابين حالياً بخلل في وظيفة الكبد أو سابقاً بعد عمل جراحي ٠
6. المرضى المؤهبين لفرط الحرارة الخبيث ٠

محاسنه :

1. مخدر قوي ٠
2. يمكن استعماله بأمان مع المخثر الكهربائي لأنه غير قابل للإشتعال أو الإنفجار عند مزجه مع الأوكسجين ٠
3. غير مهيج للطرق التنفسية مما يقلل من نسبة حدوث تشنج الحنجرة والقصبات ٠
4. ينقص المفرزات الرغامية والقصبية بدون إعطاء الاتروبين ٠
5. موسع شديد للقصبات (يرخي العضلات الملساء للقصبات) لذلك يفضل بدء التخديروالإستمرارية به عند مرضى الربو (يستعمل لمعالجة الحالات الربوية المعندة) ٠
6. قد يكون تأثيره الخافض للتوتر الشرياني مفيداً في بعض الحالات (إرتفاع التوتر الشرياني) ٠
7. قد يكون تأثيره المرخي لعضلة الرحم مفيداً في بعض الحالات (تكزز الرحم) ٠

مساوئه :

١. يثبط التنفس فيحدث نقص أكسجة وفرط كاربامية عند إبقاء المريض على التنفس العفوي ٠
٢. تأثيره التسكيني ضعيف جداً ٠
٣. مرخي ضعيف للعضلات الهيكلية ويحتاج لإشراكه مع المرخيات العضلية (لإجراء التنبيب أو لإستمرار التخدير)٠
٤. يثبط العضلة القلبية ويخفض التوتر الشرياني ٠
٥. يرخي عضلة الرحم لذلك يفضل تجنبه في عمليات القيصرية (يمكن إستعماله عند الضرورة بتركيز مساوي أوأقل من 0.4%)٠
٦. قد يحدث إضطرابات بنظم القلب خاصة عند إشراكه مع الأدرينالين ٠
٧. قد يحدث التهاباً كبدياً ويساهم في زيادة الخلل في عمل الكبد ٠
٨. مثل معظم المخدرات الإستنشاقية يرفع التوتر داخل القحف ٠

الإيزوفلوران Isoflurane :

- مخدر سائل طيار لالون له وذو رائحة إيتيرية (مشتق من الإيتر) ويحتاج لمبخر خاص به ٠
- غير قابل للإشتعال أو الإنفجار ٠
- مخرش بشدة للطرق التنفسية لذلك لايفضل مباشرة التخدير به ٠
- مخدر متوسط القوة (MAC=1.15%)ومتوسط السرعة في بدء التخدير وفي الصحو ٠
- يخفض التوتر الشرياني (يتناسب مع تركيز المخدر) نتيجة إنقاص المقاومة الوعائية المحيطية لكنه يحافظ على النتاج القلبي بزيادة سرعة النبض ولذلك يعتبر مع السيفوفلوران من المخدرات الإستنشاقية الأكثر ثباتاً للدورة الدموية ٠
- يوسع القصبات لكن بدرجة أقل من الهالوثان ٠

مضادات الإستطباب :

لايوجد مضاد إستطباب مطلق لإستخدامه ماعدا المرضى المؤهبين لفرط الحرارة الخبيث ٠
ولكن يفضل عدم استعماله عند مرضى نقص التروية الإكليلية الشديد وذلك لأنه متهم بإحداث تناذر السرقة الإكليلية (Coronry Steal Syndrome) ٠
كما يفضل عدم الإستخدامه في عمليات القيصرية لأنه يرخي الرحم الحامل ٠

محاسنه :

١. يعتبر من المخدرات الإستنشاقية السريعة نسبياً في بدء التأثير وفي الصحو ٠
٢. غير قابل للإشتعال أو الإنفجار عند مزجه بالأوكسجين ٠
٣. يقوي تأثير المرخيات العضلية ٠
٤. أقل إحداثاً لإضطرابات النظم من الهالوثان ٠
٥. يحافظ على النتاج القلبي(بالرغم من تأثيره المثبط للعضلة القلبية بشكل متناسب مع التركيز) وبالتالي يعطي ثباتية نسبية بالدوران ضمن 1MAC ٠
٦. نسبة إستقلابه في الكبد منخفضة (0.2%) فقط مما يقلل من أذية الخلايا الكبدية ٠
٧. يحافظ على التوتر الطبيعي داخل القحف (5-15) ملم ز إذا أعطي بتركيزيساوي أو أقل من 1MAC مع إحداث فرط تهوية معتدل بحيث يبقى Paco2 بين (32-42) ملم ز ٠
لذلك يعتبر مع السيفوفلوران الخيار الأفضل للعمليات العصبية ٠

مساوئه :

١. في التخدير العميق بالإيزفلوران يثبط التنفس (نقص أكسجة – فرط كاربامية) ويحدث وهطاً دورانياً ٠
٢. رائحته لاذعة ومخرشة للطرق التنفسية ٠
٣. قد يحدث تناذر السرقة الإكليلية عند مرضى نقص التروية القلبية وخاصة عند إنخفاض ضغط المريض ٠
٤. يرخي عضلة الرحم بشكل مماثل للهالوثان والإنفلوران ٠
٥. مازال غالي الثمن نسبياً ٠

السيفوفلوران Sevoflurane :

- من المخدرات السائلة الطيارة الحديثة جداً وهو غير قابل للإشتعال أو الإنفجارويحتاج لمبخر خاص به ٠
- إن رائحته المستحبة بدون تخريش للطرق التنفسية وثباتيته الدورانية النسبية (يجعل زيادة تركيزه بسرعة ممكنة) وسرعة بدء التخدير الخاصة به وقدرته على إحداث درجة جيدة من الإرخاء العضلي (يكفي لإجراء التنبيب الرغامي عند الأطفال الصغار) جعل منه المخدر الإستنشاقي المثالي لبدءالتخدير بواسطة القناع الوجهي (Facial Mask) وخاصة عند الأطفال (نصل إلى التأثير المخدر خلال 1-2 دقيقة) ٠
- متوسط الإنحلال بالدم وقليل الإنحلال بالدسم ومتوسط القوة التخديرية (MAC=2%) ٠
- يثبط التنفس لذلك يحتاج للدعم التنفسي في التراكيز المرتفعة (1.5-2) MAC ٠
- يوسع القصبات لكن بدرجة أقل من الهالوثان ٠
- يخفض التوتر الشرياني بشكل متناسب مع التركيزبينما يحافظ على النتاج القلبي والنبض ٠
- في التراكيز العادية لايرفع التوتر داخل القحف ٠
- يطرح حوالي 95% منه عن طريق الرئتين ومعظم الباقي يستقلب في الكبد ٠

مضادات الإستطباب :

لايوجد مضاد إستطباب مطلق لإستخدامه ماعدا المرضى المؤهبين لفرط الحرارة الخبيث ٠

محاسنه :

١. سريع جداً في البدء والصحو من التخدير ٠
٢. يؤمن إرخاءً عضلياً كافياً لتنبيب الأطفال الصغار بعد المباشرة الإنشاقية به ٠
٣. يؤمن ثباتية جيدة في الدوران ٠
٤. غير قابل للإشتعال أو الإنفجار عند مزجه بالأوكسجين ٠
٥. في التراكيز العادية لايرفع التوتر داخل القحف ٠

مساوئه :

١. غالي الثمن كثيراً ٠
٢. يمكن للصودالايم أن يخرب السيفوفلوران مما يؤدي لظهور مستقلب نهائي سام للكلى ، لذلك يفضل إستبدال الصودالايم بمادة هيدروكسيد الكالسيوم عندما نريد التخدير بالسيفوفلوران في الدارة المغلقة٠
٣. يثبط التنفس بدرجة متناسبة مع تركيزه ٠
٤. مسكن ضعيف ٠
٥. قد يحدث نوعاً من الهياج أو الحركات الرمعية عند الصحو (ربما بسبب الشعور بالألم سريعاً) ٠
٦. يرخي عضلة الرحم بتركيز أكثر من MAC 0.5 ٠

الخلاصة :

- كل المخدرات الإستنشاقية مسكنة ضعيفة للألم ولكنها مخدرة جيدة عدا (N2O) فهو مسكن قوي للألم ولكنه مخدر ضعيف جداً ٠
- كل المخدرات الإستنشاقية تنقص الحجم الجاري وتزيد عدد مرات التنفس ويمكن بالجرعات العالية أن تثبط التنفس٠
- كل المخدرات الإستنشاقية موسعة للقصبات عدا (N2O) وأشدها توسيعاً الهالوثان ٠
- كل المخدرات الإستنشاقية تنقص الجريان الدموي الكبدي والكلوي عدا الديسفلوران ٠
- كل المخدرات الإستنشاقية تخفض إستهلاك الدماغ للأوكسجين ٠
- كل المخدرات الإستنشاقية ترفع التوتر داخل القحف عدا الإيزوفلوران والسيفوفلوران (بإجراءات خاصة) ٠
- كل المخدرات الإستنشاقية لها تأثير مرخي للعضلات عدا (N2O) وأشدها السيفوفلوران ٠
- الإيزوفلوران هوالمخدرالإستنشاقي الوحيد الذي قد يسبب تناذر (Coronry Steal Syndrome) ٠
- أسرع مخدر إستنشاقي بالمباشرة التخديرية و بالصحو هو السيفوفلوران ٠
- المخدر الإستنشاقي الذي ينتشر في الأجواف الحاوية على الهواء هو (N2O) ٠
- أفضل مخدر إستنشاقي للمباشرة بالتخدير هو السيفوفلوران و يأتي بعده الهالوتان ٠

انتهت المحاضرة

أنظمة التنفس في التخدير وجهاز التخدير
Anaesthesia Breathing Systems and Anaesthetic machine

أنظمة التنفس (الدارات التنفسية) Breathing Systems :

التعريف : هو مجموعة من التراكيب تصل الطريق التنفسي للمريض بجهاز التخدير، مما يسمح للمريض بتبادل الغازات التنفسية والتخديرية من وإلى جهاز التخدير.

الهدف : جميع أنواع الدارات التنفسية وأجهزة التخدير تهدف لغايتين أساسيتين :

- إيصال الأوكسجين والغازات التخديرية للمريض .
- طرح CO2 (عن طريق كمية كافية من جريان الغازات الطازجة FGF أو بإمتصاصه بواسطة الكلس الصودي).

تاريخ أنظمة التنفس :

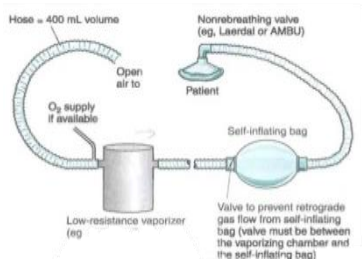
على مر التاريخ تطورت أنظمة التنفس بالتسلسل التالي :

1. الإنشاق Insufflations :

أصبحت هذه الطريقة من التاريخ حيث يوضع قناع وجهي مؤلف من مجموعة من الأسلاك (قناع شيميل بوش Shimmeel – Bush Mask) ومغطى بقطع من الشاش المبللة بواسطة التقطيربمادة مخدرة طيارة (الكلوروفورم أو الإيتر....) حيث يقوم المريض بإستنشاق المادة المخدرة مع هواء الشهيق فيحدث الفعل المخدر.

قناع شيميل - بوش

2. طريقة السحب draw - over anesthesia : تعتمد هذه الطريقة على دارة تضمن عدم حدوث عود التنفس عن طريق صمام موجود قرب القناع الوجهي يمنع استنشاق الغازات المزفورة ويكون فيها الهواءالجوي هو الغاز الحامل للمادة المخدرة مع إمكانية إعطاء أوكسجين إضافي .



جهاز السحب

3. دارات مابلسون Mapelson Breathing Circuites :

سنفصل بها بعد قليل.

4. الدارات الحلقية Circle Systems :

سنفصل بها بعد قليل.

مواصفات الدارة المثالية :

A. آمنة ، وإقتصادية بتوفير الغازات الطازجة والمخدرات الطيارة .
B. تحافظ على حرارة ورطوبة الغازات المستنشقة بشكل مناسب للمريض.
C. خفيفة الوزن.
D. فعالة أثناء التنفس العفوي والمضبوط .
E. مقاومتها قليلة (طولها أقل مايمكن – أعرض مايمكن – لاتحوي على إنحناءات حادة أو تغير حاد في القطر).
F. فعالة بطرح الفضلات الغازية.
G. قليلة الحيز الميت.
H. قادرة على حماية رئة المريض من الرض الضغطي.

المكونات الأساسية لأنظمة التنفس :

A. مدخل الغازات الطازجة.
B. أنابيب توصيل (من المطاط قديماً ومن البلاستيك أو السيليكون حديثاً).
C. صمام تحرير (ضبط) الضغط APL.
D. مخزن الغازات : كيس (له قياسات متعددة) أو أنبوب.
E. وصلة مع المريض.
F. وصلة لطرح الفضلات الغازية.

تصنيف الأنظمة التنفسية Classification of Breathing Systems :

لقد صنفت الأنظمة التنفسية (الدارات) بعدة طرق ولكن سنذكر الطريقة التي صنفها دريبس ومعاونيه (Dripps et al) لبساطتها وشيوعها بالشكل التالي :
(المفتوحة – نصف المفتوحة – نصف المغلقة – المغلقة) وذلك اعتماداً على وجود أو غياب مايلي :

- كيس أو أنبوب لخزن الغازات Reservoir(bag or tube) .
- عود التنفس Rebreathing .
- وعاء ماص لغاز CO2 absorber CO2.
- صمامات وحيدة الإتجاه Unidirectional valves.

الدارة المفتوحة Open Circuit :

تسمى تجاوزاً بالدارة بالرغم من غياب جميع أقسام الدارة (كيس خزن الغازات - صمام تحرير الضغط - وعاء ماص لغاز CO2 - صمامات وحيدة الإتجاه).
ويتميز هذا النظام بما يلي :

- تتحرر الغازات التخديرية مباشرة إلى الطريق الهوائي للمريض.
- يعمل الهواء كممدد لتركيز الغازات التخديرية.
- الجهاز التنفسي للمريض مفتوح على الهواء المحيط به أثناء الشهيق والزفير.

محاسنها : عدم عودة إستنشاق غاز ثاني أوكسيد الكربون.
مساوئها : عدم التحكم بعمق التخدير - تعرض غرفة التخدير للتلوث الشديد بغازات التخدير – عدم القدرة على تطبيق التهوية المساعدة أوالمضبوطة – العجزعن الإحتفاظ بالحرارة أو الرطوبة المزفورة .
أمثلة : القنية الأنفية – قناع شيميل بوش للإيترالذي يوضع بعيداً عن وجه المريض.

القنية الانفية

الدارة نصف المفتوحة Semi-Open Circuit :

ويتميز هذا النظام بما يلي :

- يكون الطريق التنفسي للمريض مفتوح على الهواء المحيط به أثناء الشهيق والزفير من خلال أنبوب أو كيس(مفتوح من نهايته)٠
- يحوي أنبوب أوكيس لخزن الغازات٠
- لايحوي صمام عود التنفس٠
- لايحوي صمامات وحيدة الإتجاه٠
- لايحوي وعاء ماص ل CO2٠
- حجم الغاز الطازج المعطى للمريض يزيد عن حجم الدقيقة التنفسية٠

ملاحظة : حجم الدقيقة التنفسية (Minute Ventilation) MV= الحجم الجاري × عدد مرات التنفس ٠
الحجم الجاري : هو حجم الهواء أو الأوكسجين الداخل إلى الرئتين في كل تنفس٠

محاسنها : وزنها خفيف – مقاومتها قليلة بسبب عدم وجود صمامات – الحيز الميت قليل – يمكن استعمالها في التنفس العفوي والمضبوط٠

مساوئها : تحتاج لكميات كبيرة من الغازات الطازجة – تلوث الغرفة بغازات التخدير – لايمكن استعمالها في أجهزة التخديرالحديثة ٠

ملاحظة : الحيزالميت هوالمقدار من الحجم الجاري الذي لايحصل فيه تبادل غازي٠

أمثلة : - دارة القطعة t لآيرAyer's T-Piece بدون أنبوب زفيري أو مع أنبوب زفيري ولكن سعته أقل من الحجم الجاري للمريض لمنع عود التنفس٠
وقد يضاف لها كيس خزن غازات صغير مفتوح من نهايته لإجراء التنفس المساعد أو المضبوط٠

الدارة نصف المغلقة Semi-Closed Circuit :

ويتميز هذا النظام بما يلي :

- الجهاز التنفسي للمريض مغلق بشكل تام عن الهواء الخارجي أثناء الشهيق ولكنه مفتوح بشكل جزئي أو كلي على الهواء الخارجي أثناء الزفير٠
- خازن الغازات غير مفتوح على الهواء الخارجي٠
- صمام عود التنفس قد يكون أولايكون موجوداً٠

محاسنها ومساوئها :

تختلف حسب نوع الدارة المستخدمة فلا نستطيع أن نجمل جميع أنواع الدارات نصف المغلقة بنفس المحاسن والمساوىء ٠

أمثلة : - دارات مابلسون التي تسمح بعود التنفس٠
- الدارة الحلقية مع كمية غاز طازج أكبر من الدقيقة التنفسية للمريض وبقاءصمام تحرير الضغط (APL) مفتوحاً للسماح بطرد الغازات المزفورة٠

دارات مابلسون Mapleson Circuits :

طورها العالم الإنكليزي مابلسون بالنموذج الأول منها (A) وجاءمن بعده عدة علماء أضافوا عليها تعديلات مختلفة،
وبقيت تسمية مابلسون تستخدم لتصنيفها،مع ذكر اسم العالم الذي طورها من (B) إلى (F) ٠
وهي دارات مازالت تستعمل حتى وقتنا هذا في العمليات البسيطة ولفترات قصيرة وخاصة عند الأطفال ٠

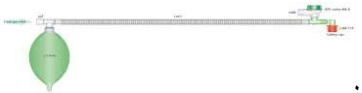
تحوي دارات مابلسون على المكونات التالية :

- **مدخل جريان الغازات الطازجة:(Fresh Gas Flow (FGF** (والتي تتكون من أوكسجين لوحده أومع هواء ومع أو بدون نايتروس أوكساید) مع أوبدون المخدرات الطيارة ٠
- **الأنابيب التنفسية:** كانت تصنع (قديماً) من المطاط للاستخدام المتكرر،والبلاستيك أو السيليكون (حديثاً) للاستخدام لمرة واحدة ، و تكون متعرجة ذات أقطار مختلفة (حسب الفئة العمرية)٠
- **صمام تحرير الضغط : Adjustable Pressure Limiting valve (APL)** يسمح بضبط الضغط ضمن الدارة (زيادة أو نقصان) وذلك لضمان تهوية كافية للمريض من جهة ولمنع حدوث رض ضغطي رئوي (Pulmonary Barotrauma) من جهة أخرى٠
- **بالون التخزين : Breathing Bag Reservoir** يعمل كخزان للغازات التخديرية ، ووسيلة لإحداث ضغط ايجابي ضمن الدارة و تطبيق التهوية المساعدة (Assisted) أو المضبوطة (Controlled) ، وأهم ميزة فيزيائية له هي مطاوعته الكبيرة (بحيث أنه لو ترك سهواً صمام تحرير الضغط مغلقاً فإن الغازات التخديرية المستمرة بالتدفق ستمدد البالون إلى مستويات كبيرة و ذلك أيضاً منعاً لحدوث رض ضغط رئوي) ٠
أيضاً تكون سعة البالون مختلفة حسب الفئة العمرية بحيث تتناسب مع الحجم الجاري الخاص بالمريض٠

- تمتاز دارات مابلسون بما يلي :

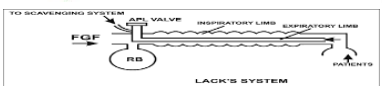
1. رخيصة الثمن - 2. خفيفة الوزن - 3. بسيطة التركيب - 4. يحصل فيها عود تنفس (وخاصة إذا كان الحجم الجاري المعطى غير كافي)٠

- وتصنف دارات مابلسون وفق الترتيب الأبجدي الانكليزي من A حتى F وسنشرح بإختصار عنها وبالترتيب :



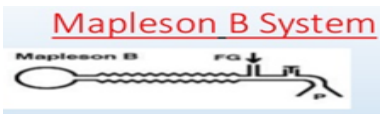
مابلسون A وتدعى أيضاً بدارة ماغيل (Magil System):

- تمتاز بكونها الأفضل عند تطبيق التهوية العفوية (Spontaneous Ventilation) حيث أنها تحتاج في هذه الحالة لحجم جريان من الغازات الطازجة مساو أو أكثرمن حجم الدقيقة التنفسية الخاصة بالمريض MV٠
- طورت لاحقاً لتصبح وفق نظام متحد المركزCO-AXIAL (أنبوب داخلي يحيط به أنبوب خارجي)تدخل فيه الغازات من الأنبوب الخارجي وتخرج من الأنبوب الداخلي ويدعى هذا التصميم بنظام لاك Lack System٠



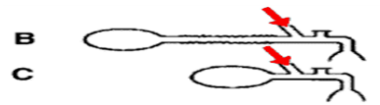
مابلسون B :

- تقريباً لم تعد تستعمل في التخدير بسبب عود استنشاق جزء كبيرمن الغازات المزفورة عند إعطاء حجوم قليلة من الغازات الطازجة٠
- يمكن تجنب ظاهرة عود التنفس Rebreathing بإعطاء حجوم من الغازات الطازجة أكبر بمرتين من حجم الدقيقة التنفسية للمريض في حال التنفس العفوي والمضبوط٠



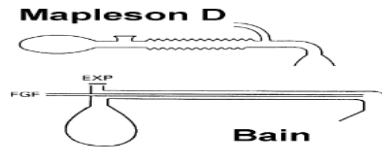
مابلسون C وتدعى أيضاً ب Water,s circuit :

- هي عبارة عن دارة مابلسون B ولكن الأنبوب الخاص بها أقصر٠
- يقتصر استعمالها حالياً في الحالات الطارئة لإعطاء الأوكسجين أثناء الإنعاش القلبي الرئوي أو عند نقل المرضى المثبطين تنفسياً من مكان لآخر٠
- تدعى أيضاً نظام حقيبة الإنعاش Ambu Bag System ٠



مابلسون D :

- تمتاز بكونها الأنسب عند استخدام التهوية المساعدة أو التهوية الإجبارية (المضبوطة) بإعتبار أنها في هذه الحالة من التهوية تحتاج حجم جريان غازات طازجة مساو تقريباً لحجم الدقيقة التنفسية للمريض٠
- تم تطويرها لتصبح متحدة المركز CO-AXIAL ولكن بعكس نظام لاك فهنا تدخل الغازات الطازجة من الأنبوب الداخلي وتخرج الغازات المزفورة من الأنبوب الخارجي و يسمى هذا التصميم بنظام بن (Bain System)٠



مابلسون E وتدعى أيضاً ب (Ayre,s-T- Piece) :(ذكرناها مع الصورة في الدارة نصف المفتوحة)

- يدخل الغاز الطازج في هذا النظام من خلال ذراع جانبي٠
- تتصل إحدى نهايات جسم النظام بالمريض والنهاية الأخرى تتصل بأنبوب يعمل كخازن للغازات٠
- لايحوي هذا النظام على كيس لخزن الغازات٠
- هذا النظام مناسب للولدان والاطفال الصغارللتنفس العفوي لتقليل المقاومة الناتجة عن وجود صمام زفيري(صمام تحرير الضغط)٠

مابلسون F وتدعى أيضاً ب (جاكسون - ريزالمعدلة عن قطعة T لآير Jackson-Rees Modification of Ayre,s-T- Piece):

- أضاف فيها جاكسون وريز لدارة مابلسون E كيس لخزن الغازات في نهايته صمام لتحرير الضغط (APL)٠
- تعتبر هذه الدارة الأنسب على الإطلاق للولدان والاطفال الصغاروخاصة للتنفس المضبوط٠

الدارة الحلقية Circle System :

يمكن استخدام الدارة الحلقية ك :

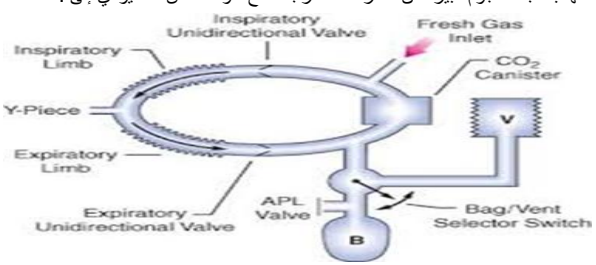
❖ **دارة نصف مغلقة :**حيث يحدث عود جزئي لغازات الزفيرإذا أعطينا كمية متوسطة من الغازات الطازجة وابقينا صمام تحرير الضغط مفتوح جزئياً٠

❖ **دارة مغلقة :** هنا تكون كمية الغازات الطازجة المعطاة للمريض مساوية تقريباً للكمية المستهلكة مع إبقاء صمام تحرير الضغط مغلقاً٠

<u>لقد تكلمنا عن الدارة نصف المفتوحة ونصف المغلقة وسنفصل الآن بالدارة المغلقة :</u>

الدارة المغلقة Closed Circuit :

- باعتبار وجود مادة ماصة لغاز CO2 والتي توضع ضمن وعاء (canister) فإن أغلب الغازات الزفيرية يعاد استخدامها بعد تخلصها من غازCO2 مع قليل من الغازات الطازجة الجديدة ، تدعى هذه العملية إعادة تدوير(re – circulate) ومن هنا جاءت تسمية الدارة الحلقية٠
- على الرغم من أن دارات مابلسون كانت خطوة متقدمة من الأنظمة القديمة إلا أنها بحاجة لحجوم كبيرة من الغازات الطازجة لمنع عود التنفس مما يؤدي إلى :
  1. ضياع كمية كبيرة من المخدر الإستنشاقي غالي الثمن٠
  2. ضياع جزء من حرارة ورطوبة المريض٠
  3. تلوث غرفة العمليات بالغازات الإستنشاقية٠



- **<u>يحتوي نظام الدارة المغلقةعلى مايلي :</u>**
  - مدخل للغازات الطازجة ٠
  - أنابيب متعرجة قليلة المقاومة ٠
  - صمامين وحيدي الإتجاه للشهيق والزفير٠
  - صمام مخفف للضغط (APL)٠
  - كيس لخزن الغازات ٠
  - (وعاء أو وعائين) يحوي المادة الماصة لغاز CO2 ٠
  - القطعة Y التي تصل الدارة مع المريض ٠

فوائد ومزايا الدارة المغلقة Advantages of Closed Circle :

1. تحافظ على الحرارة والرطوبة٠
2. تقلل من تلوث غرفة العمليات٠
3. اقتصادية (نحتاج مقادير أقل من الغازات الطازجة والمخدرات الإستنشاقية)٠
4. مناسبة للأطفال والبالغين٠

مساوئها Disadvantages :

1. ثقيلة وحجمها كبير ٠
2. معقدة٠
3. زيادة احتمالية انفصال بعض أجزاءها عن بعض٠
4. مقاومتها عالية بسبب وجود الصمامات أثناء التنفس العفوي٠
5. صعوبة التنبؤ بتركيز المخدر الإستنشاقي أثناء إعطاء جريان غازات طازج منخفض٠

إمتصاص غاز ثاني أوكسيد الكربون CO2 Absorption :

يتم طرح غاز CO2 عن طريق وعاء يحوي مادة ماصة لهذا الغازأشهرها وأكثرها أهميةً واستخداماً(الكلس الصودي **Soda Lime**) ، وهي عبارة عن مادة كيميائية على شكل حبيبات بقياس (4 – 8) Mesh ،تعبأ في المخزن الخاص بها في الدارة الحلقية ، وهذه المادة (الكلس الصودي **Soda Lime**) مركبة من المكونات التالية :

هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)2 +(هيدروكسيد الصوديوم NaOH أوهيدروكسيد البوتاسيوم KOH)أوكلاهما + ماء٠

ويضاف لهذا المزيج مادة السيليكاSilica لتكتسب هذه الحبيبات قساوة تمنع تحولها لمسحوق قد يستنشقه المريض ويؤذيه٠

كما يضاف لها مشعر لوني (بنفسجية الإيثيل ethyl violet) ليدلنا عند تغير لونه من الأبيض إلى الإرجواني على فعالية وإنتهاء فعالية هذه المادة ٠

علبة الكلس الصودي : Canister of Soda Lime

- قد يحوي جهاز التخديرعلى علبة واحدة أوعلبتين متصلتين وهو الأفضل لزيادة مقدارإمتصاص ال CO2٠
- وينبغي ألا يزيد حجم الصودا لايم في العلبة عن 50% من حجمها ٠
- يجب تبديل الماده عند تغير لون 70 - 80 % من كميتها لانها تصبح مشبعة بغاز ثاني اوكسيد الكربون٠
- إن ظهور العلامات التالية على وعاء الكلس الصودي وعلى المريض تدل على حدوث هذه التفاعلات بشكل جيد :
  - تغير لون الحبيبات حسب ماذكرنا ٠
  - يصبح الوعاء دافئاً في الأعلى وبارداً في الأسفل ٠
  - عدم ظهور علامات فرط الكربمية عند المريض (إحمرار الوجه – تعرق – تسرع النبض ٠٠٠٠٠)٠

التفاعلات ضمن علبة الكلس الصودي :Reaction with Soda Lime Canister

$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$

$H_2CO_3 + 2\ NaOH\ (or\ KOH) \rightarrow Na_2CO_3\ (or\ K_2CO_3) + 2\ H_2O + Energy$ (تفاعل سريع)

$Na_2CO_3\ (or\ K_2CO_3) + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + 2\ NaOH\ (or 2\ KOH)$ (تفاعل بطيء)

نلاحظ ان هيدروكسيد الصوديوم الداخلة في التفاعل الثاني قد أعيد انتاجها في التفاعل الثالث لتعود وتدخل في التفاعل الثاني في المرة التالية٠

وإن 100 غرام من هذه المادة قادرة على امتصاص 23 – 26 لتر من غاز CO2٠

جهاز التخديرAnaesthetic machine :

- هو الجهاز الذي يزوّد المريض بالأوكسجين والغازات التخديرية خلال الفترة السابقة للعمل الجراحي وأثناءه والفترة التالية له.
- تطور جهاز التخدير مع تطور التقنية الحديثة من جهاز نفخ بسيط إلى مجموعة متداخلة ومعقدة من الأجهزة الإلكترونية والكهربائية والميكانيكية التي تتضمن أجهزة ضخ الهواء وأجهزة المراقبة وأجهزة الإنذاربالإضافة لأجهزة قياس الضغوط والجريان.
- يتلقى جهاز التخدير الغازات من مصدرها (الأنابيب المركزية القادمة من مراكز خزن الغازات في المشفى أو الإسطوانات) ، وبالإضافة لذلك فإن كل جهاز تخديريحوي اسطوانتين صغيرتين من الأوكسجين معلقتين خلف الجهاز تحسباً لأي خلل في المصدر المركزي للأوكسجين ريثما يتم رصد العطل وإصلاحه لكيلا ينقطع الأوكسجين عن المريض المخدر.

ينبغي وصول الغازات إلى الجهاز بضغط حوالي 4 بار(4 ضغط جوي)بعد تخفيضه بواسطة ساعات مخفضة للضغط ، ثم يتم تخفيض ضغط الغازداخل الجهاز إلى بار واحد بواسطة معدلات (صمامات)للضغط بحيث يصبح مناسب للمريض.

ثم تمر(أولاتمر)الغازات إلى المبخرات حيث تشبع بالمادة المخدرة الإستنشاقية لدرجة نحددها نحن وينتج لدينا المزيج الغازي المخدر الذي يصل إلى المريض عبر الدارة التنفسية بعد مرورها (أوبدون مرور) في المنفسة Ventilator.

- **<u>يحوي جهاز التخدير بشكل عام مايلي :</u>**

1. **معدلات الضغط :** وهي عبارة عن صمامات تخفض من ضغط الغازات أثناء مرورها في جهاز التخدير.
2. **مقاييس الصبيب (الجريان):** لتحديد سرعة جريان الغاز(لكل غازمقياس) ،وهو أنبوب شفاف يحوي مؤشر(بكرة أوكرة) يبين كمية الغازالمعطى للمريض من الغازخلال دقيقة.
3. **المبخرات :** وقد يحوي الجهاز على مبخر أوأكثر، وكل مبخر يكون نوعي بالنسبة للسائل المخدر الطيارالخاص به.
4. **أنظمة تنفس** (منفسة + دارة تنفسية أودارة تنفسية فقط): حيث تتلقى الغازات والأبخرة وتنقلها إلى المريض.
5. **وصلة أو جهاز** لطرح الغازات الزائدة لتقليل تلوث غرفة العمليات.

- **<u>يضاف للمكونات السابقة لجهاز التخديرفي الأجهزة الحديثة مكونات أخرى نذكر أهمها :</u>**

6. **أجهزة تحليل الغازات :** حيث تعطينا قراءات لنسبة الأوكسجين والمخدر الإستنشاقي في هواء الشهيق والزفير.
7. **أجهزة قياس الحجوم التنفسية :** مثل قياس الحجم الجاري وحجم الدقيقة التنفسية ....الخ.
8. **أجهزة لقياس الضغوط** في الطرق الهوائية وفي الأنظمة التنفسية.
9. **أجهزة ترطيب :** لترطيب الغازات القادمة إلى المريض لمنع تخرش الطرق التنفسية.
10. **أجهزة الإنذار.**
11. **أجهزة قياس الحرارة.**

جهاز كنس الفضلات الغازية Scavenger :

يقوم هذا الجهاز بكنس الغازات من غرفة العمليات منعاً للتلوث.

<u>وإن المصادر الرئيسة للتلوث بالغازات والأبخرة هي :</u>

1. تسرب الغاز من المنفسات.
2. الغاز المزفور المدفوع عبر صمام التصريف لنظام التنفس.
3. التسرب من خلال بعض المعدات كالقناع غير المناسب.
4. الغاز المزفور من قبل المريض بعد التخدير.
5. إراقة السائل الطيار عند ملئ المبخر.

انتهت المحاضرة