أنظمة التنفس وجهاز التخدير

5 د. مُنى عباس

08/05/2017
RBS Medicine
طب الطوارئ والتخدير والإنعاش | Anesthesiology

السلام عليكم...

- من الأهمية بمكان أن يأخذ طالب الطب، وهو الطبيب مستقبلاً، فكرة عن جهاز التخدير وأنظمة التنفس و مبادئ عملها.
- كون الطالب وإن لم يتخصص في التخدير، فإنه سيصادف هذه الأمور في مختلف المجالات والأقسام: الجراحة، الاسعاف، الأطفال، والاجراءات التداخلية... إلخ.
- وفي محاضرتنا هذه سنفصّل في الحديث عن هذه الأنظمة التخديرية.. نتمنى لكم كل الفائدة..

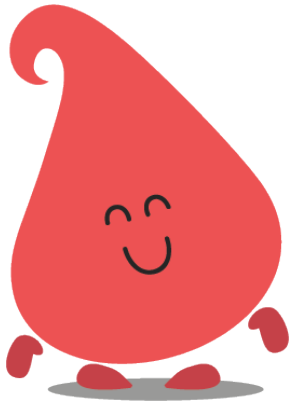
تمهيد:

- يوجد في وقتنا الحالي تنوع وتطور كبيرين في أنظمة التنفس و التخدير، ولكن لفهم الأنظمة الحديثة لابد من العودة لأخذ فكرة تاريخية.
- لم يكن التسكين والتخدير مهماً أيام أبقراط وديسقوريدس، فقد كانوا يعتقدون أن على المريض أن يتحمل الآلام ولا حاجة للتسكين وعلى الجراح أن يكون سريعاً، ومن ثم انتقلوا إلى طريقة ضرب المريض على رأسه حتى يصل للإغماء، ثم القيام بالعملية الجراحية البسيطة 😐.
- تعود أول الدلائل إلى استخدام "نظام" تنفسي وإن كان بسيطاً لإحداث النوم إلى العصور الوسطى حيث وصفت الإسفنجة المنومة Soporific sponge التي كانت تشبع بالأفيون أو المواد الكحولية على قناع معدني ويشمها المريض حتى ينام، وتعاد الكرة عندما يصحو مجدداً.
- وفي القرن التاسع عشر اكتشف الإيثر الإنشاقي وأكسيد النيتروز والأكسجين والمواد الإنشاقية المفلورة، وكل سنة تتطور عن سابقتها حيث أوقفنا استخدام بعض المواد وأدخلنا مواداً أخرى فمثلاً كنا نستخدم الهالوتان ثم استخدمنا السيفوفلوران الذي بمجرد إيقافه يستيقظ المريض.
- وفي آخر عشر سنوات تقريباً ظهرت الكثير من المواد المخدرة الجيدة.

الهدف من أنظمة التنفس وجهاز التخدير هو إيصال المادة المخدرة سواء الغازية أو السائلة الطيارة من مصدرها (خزانات، اسطوانات، مبخرات) في جهاز التخدير عبر دارة التخدير إلى رئتي المريض ومنها إلى الدم ومنه إلى الهدف وهو المستقبلات الدماغية.

أنظمة التنفس Breathing Systems

- **تطورت أنظمة التنفس مع الزمن بالتسلسل الآتي:**



1. الإنشاق Insufflation.
2. نظام القطرة المفتوحة Open-drop anesthesia.
3. طريقة السحب Draw-over anesthesia.
4. دارات مابلسون Mapleson systems.
5. الدارات الحلقية Circle systems.

و الآن نترككم مع التفاصيل الخاصة بكل طريقة..

أولاً: الإنشاق

- يوضع الآن في المتاحف إن أرادوا إظهار مراحل تطور الجهاز.
- وهو مثل القناع المستخدم يخرج منه أسلاك ويوضع عليه شاش يتم تقطيره بالمواد المخدرة الطيارة (الكلوروفورم سابقاً والإيتر في مراحل زمنية لاحقة).
- تنفخ الغازات المخدرة في وجه المريض دون التماس المباشر معه (open mask) أو مع الطريق الهوائي لديه ويتنفسه المريض لفترة محددة -لا يمكننا أن نزيدها- حسب المادة المستخدمة ثم ننتظر قليلاً حتى يبدأ المريض بالحركة ثم نعيدها مرة اخرى.
- فمثلاً الأطفال يرفضون ويقاومون وضع قناع التخدير أو فتح خط وريدي، فنجعلهم يستنشقون المادة المنومة حتى غياب الوعي ومن ثم ننتقل إلى إجراءات أخرى مثل فتح الوريد، التنبيب...إلخ أو نكتفي بذلك إذا كان الإجراء بسيطاً مثل الفحص العيني تحت التخدير.

ميزات طريقة الإنشاق:

- ✓ سهلة التطبيق.
- ✓ لا يوجد عود تنفس للغازات المزفور.

عود التنفس هو أن يقوم المريض بإعادة استنشاق الهواء المزفور والذي يحوي نسبة أقل من الأكسجين ونسبة أكبر من CO_2 وذلك يعرض المريض لنقص الأكسجة ولارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون في الدم "حماض تنفسي".

سيئات طريقة الإنشاق:

- × لا تؤمن تحكماً كاملاً بنسبة الغازات المنومة المستنشقة.
- × التخدير غير ثابت.
- × وقد يستنشقها الجراح والمخدر ولو كانت أقل كثافة من تلك التي يستنشقها المريض
- × لا يمكن ضبط التهوية بهذه الطريقة أي لا يمكن أن نوجه تنفسه إذا حدث أي طارئ.

ثانياً: نظام القطرة المفتوحة

- نظام تنفس أصبح من التاريخ حالياً، حيث استخدم في بدايات ظهور التخدير.
- يعتمد على غمس قطعة قماشية بالمادة المخدرة الطيارة ووضعها على قناع وجهي مؤلف من أسلاك معدنية (مثل المنخل) وتطبيقه على وجه المريض.

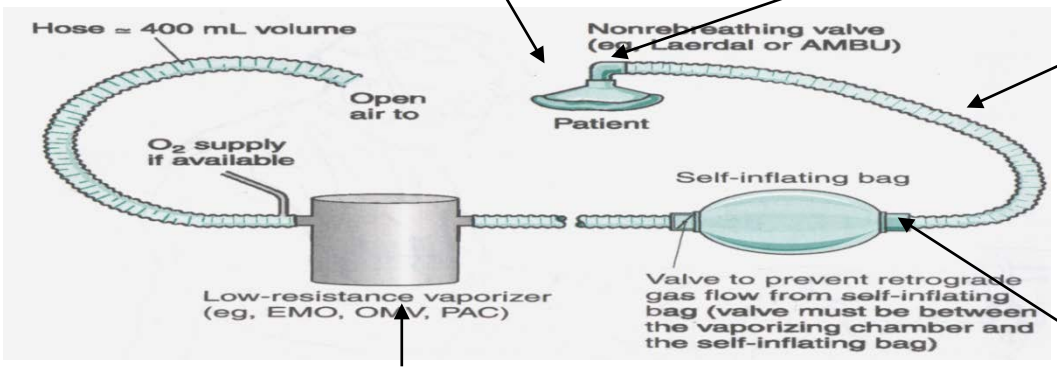
فكلما تنفس المريض يمر الهواء عبر القطعة القماشية المشبعة بالمادة المنومة ويشبع الهواء بها ويدخل رئتي المريض وبالتالي الدوران.

- وهي طريقة غير عملية بسبب إشباع هواء غرفة العمليات بالمخدر وبالتالي سيقوم الجراح والفريق الطبي باستنشاق كمية كبيرة من المخدر.

وكذلك إذا كان المخدر قابل للاشتعال سيشكل خطر كبير حيث من الممكن أن يندلع حريق في غرفة العمليات بمجرد استخدامنا للمخثر مثلاً.

ثالثاً: طريقة السحب

- تعتمد على دارة تضمن عدم حدوث عودة التنفس للغازات المزفورة، ويكون فيها الهواء الجوي هو الغاز الحامل للمادة المنومة مع إمكانية إعطاء أكسجين إضافي.
- صورة توضح أقسام دارة السحب مع وظيفة بعضها:



صمام يمنع عودة الغازات المزفورة
قناع
انبوب
مضخم
كيس للنفخ نعطي به التنفس

ميزات و سيئات طريقة السحب:

- رغم بساطة هذه الطريقة إلا أنها تتميز بـ:
  - لا يمكن التحكم بتراكيز ونسب الأكسجين والغازات المنومة.
  - يمكن تطبيق التهوية بالضغط الإيجابي.[1]
  - يمكن تطبيق ضغط الطريق الهوائي الإيجابي المستمر CPAP.
  - يمكن تطبيق الضغط الإيجابي بنهاية الزفير PEEP.
  - لا يستخدم فيها N2O (لعدم وجود مدخلين لها فلا نستطيع إعطاء نايتروز وأكسجين معاً).
  - من أهم ميزاتها البساطة وسهولة الحمل.

ننوه إلى أن هذه الطرق الثلاثة قديمة ولم تعد مستعملة حالياً

[1] التنفس العفوي يجري فيه دخول الهواء إلى الرئتين عن طريق خلق ضغط سلبي، أما التنفس الاصطناعي هو إجبار الهواء على الدخول بضغط إيجابي.

إن أنظمة التنفس الثلاثة الأولى تشترك في عدة مساوئ هي:

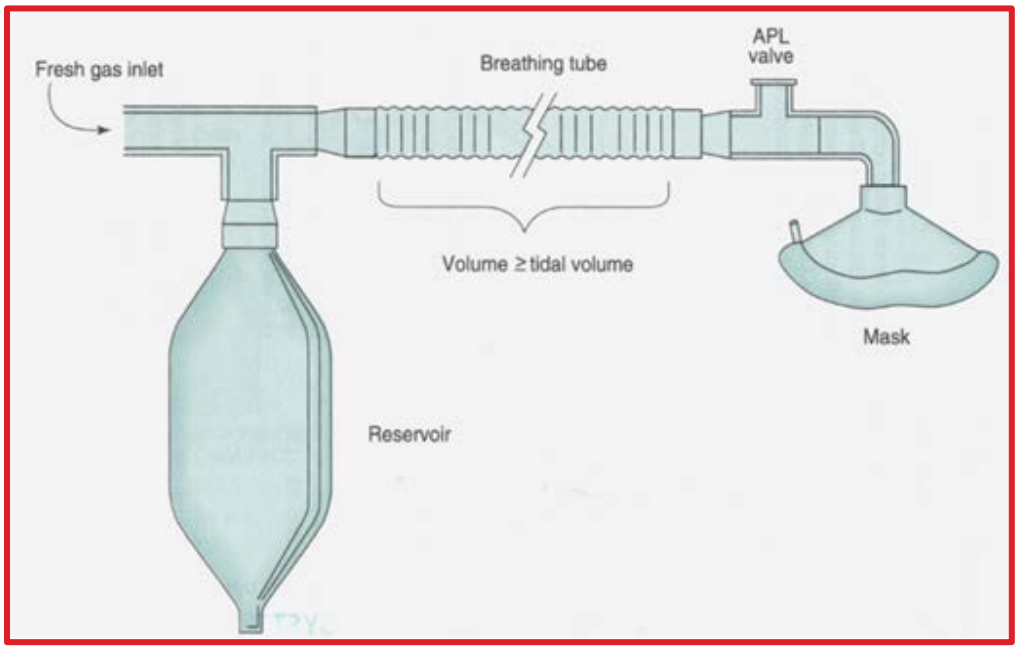
- التحكم الضعيف بنسب الغازات المستنشقة وبالتالي تحكم ضعيف بعمق التخدير.
- عدم القدرة أحياناً على المساعدة أو ضبط التنفس بالضغط الإيجابي.
- ضياع كمية كبيرة من الحرارة والرطوبة في الهواء المزفور دون إمكانية الاستفادة منها أو الحفاظ عليها.
- صعوبة الحفاظ على الطريق الهوائي خلال جراحة الرأس والعنق.
- يصعب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

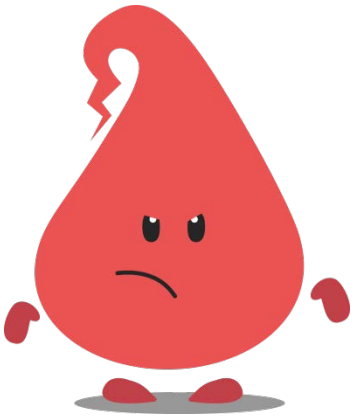
رابعاً: دارات مابلسون

- مجموعة دارات وكل دارة تغطي عيوب الدارة التي تسبقها.
- ويعمل بها الى الآن في التخدير في العمليات **البسيطة** ولفترات قصيرة.
- أما إذا كانت العمليات لفترات طويلة **تستخدم الدارات الحلقية**.

مكونات دارة مابلسون:

- أنابيب التنفس.
- مدخل الغازات.
- صمام الضغط القابل للضبط.
- بالون التنفس.





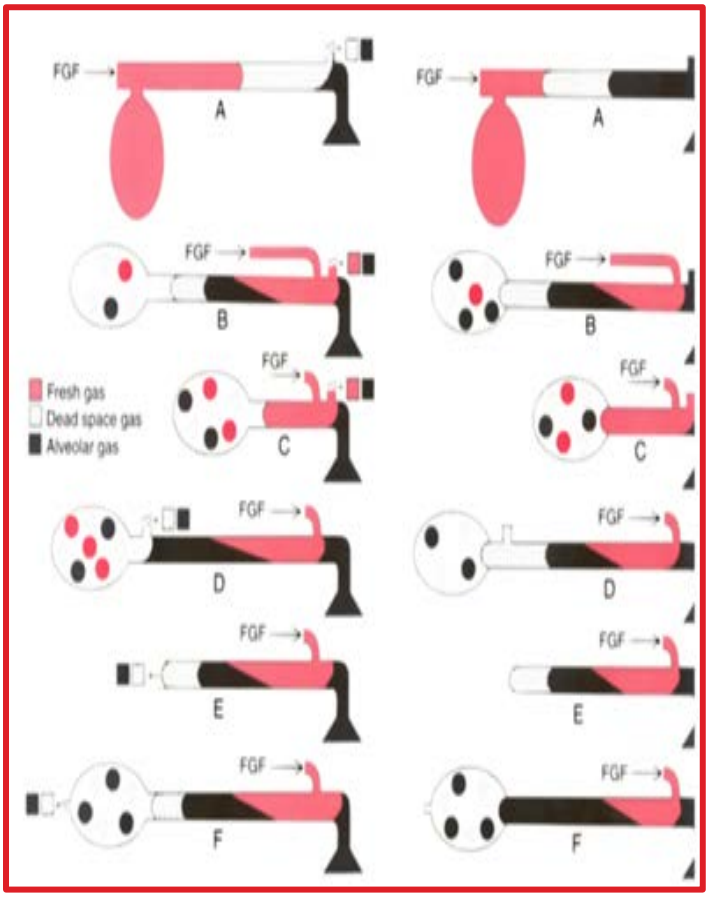
ميزات دارات مابلسون:

- ✓ خفيفة الوزن.
- ✓ رخيصة الثمن.
- ✓ سهلة التركيب.
- ✓ يحصل عود تنفس ولكن يمكن التحكم بها ويعتمد عود التنفس فيها على سرعة جريان الغازات، لذلك نقوم بزيادة جريان الغازات (زيادة الحجم الجاري) لمنع عود تنفس CO2.
- ✓ يمكن أن تستعمل للتنفس العفوي والتنفس بالضغط الإيجابي (لا نستعمل الضغط الإيجابي للعمليات الطويلة كي لا تزداد نسبة CO2).

لدارة مابلسون أنواع متعددة يشار إليها بالأحرف من A إلى F
حيث تعتبر الدارة F جيدة جداً للتخدير عند الأطفال

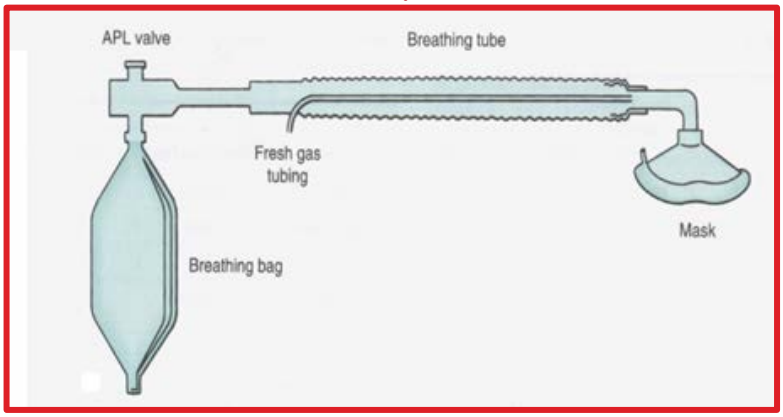
دارة Bain

- نوع من الدارات مشتق من دارات مابلسون، يمر فيها أنبوب الغازات الطازجة ضمن أنبوب الزفير وبالتالي يسخن هواء الشهيق بواسطة هواء الزفير حيث تدخل المواد للمريض دافئة.



دارات مابلسون

دارة Bain



مساوئ دارة مابلسون دورة 2016:

- على الرغم من أن دارات مابلسون كانت خطوة متقدمة عن الأنواع القديمة إلا أن لها بعض المساوئ ومنها الحاجة إلى أرقام جريان كبيرة من الغازات لمنع عود التنفس، مما يؤدي إلى:
  - ضياع كمية كبيرة من المنوم الإنشاقي حيث كان السيفوفلوران غالي جداً.
  - تلوث غرف العمليات بالغاز الإنشاقي.
  - ضياع حرارة ورطوبة المريض.

خامساً: الدارات الحلقية

- هي عبارة عن دائرة يدخل فيها المزيج الغازي المكون من الأكسجين + أكسيد النايتروز + المنوم الانشاقي الى رئتي المريض ويتم عند مستوى الأسناخ دخول الأكسجين والمنوم الانشاقي + بخار الماء + حرارة.
- إذن أثناء التخدير العام يختلف المزيج الداخل عن الخارج كالتالي:

1. هواء الشهيق يحوي دورة:

- ☑ أوكسجين.
- ☑ نيتروجين (من مكونات الهواء الطبيعي ووجوده يحافظ على انفتاح الأسناخ).
- ☑ منوم إنشاقي (هالوتان، أوكسيد النيتروز..).

2. هواء الزفير يحوي:

- ☑ أوكسجين.
- ☑ نيتروجين.
- ☑ منوم انشاقي.
- ☑ CO_2.
- ☑ بخار الماء H_2O.
- ☑ حرارة.

- ولكي نستفيد من الحرارة وبخار الماء نعيدهم للجسم مع الأكسجين والمنوم بعد امتصاص CO_2 من المزيج الغازي بتمريره ضمن وعاء يحتوي حبيبات الكلس الصودي.

الكلس الصودي في الدارات الحلقية

- يتألف الكلس الصودي من حبيبات تتكون من ماءات الكالسيوم وماءات الصوديوم بالإضافة إلى مشعر يتغير لونه حسب باهاء الوسط وإشباعه بالـ CO_2 حيث يتواجد في وعاء موجود في جهاز التخدير والتفاعل ينشر حرارة فاذا تحسسنا لحرارته وكان بارداً فذلك دليل على انه لايعمل.
- إن الكلس الصودي SODA LIME قادر على امتصاص CO_2 بكفاءة عالية فكل 100غ منه تمتص 23 ليتر من CO_2 لذلك علينا دائما تبديل مادة الكلس الصودي الموجود على الجهاز.
- وهكذا نكون خلصنا الهواء الجوي من التلوث بالمخدرات الإنشاقية وخلصنا المريض من الـ CO_2 ووفرنا من التكلفة المادية لأن هذه المواد غالية الثمن (السيفوفلوران، الهالوتان).

- **يتم التفاعل مع الكلس الصودي:**

أولاً:

يتحد CO_2 مع بخار الماء ليكون H_2CO_3.

ثانياً:

تفاعل سريع: حرارة $H_2CO_3 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + 2H_2O$

تفاعل بطيء: $Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + 2NaOH$

وجدنا أنه في أحد الدورات قد أشير إلى حبيبات الكلس الصودي بحبيبات بارالايم

لاحظ أن ماءات الصوديوم الداخلة في المعادلة الأولى قد تمت إعادة إنتاجها.

الصمامات وحيدة الاتجاه Unidirectional Valves

- إن تصميم الدارات الحلقية يفرض مرور الغازات باتجاه وحيد وتسلسل ثابت وهنا يأتي دور الصمامات وحيدة الاتجاه التي تسمح للغازات بالمرور بتسلسل ثابت من مخرج الغازات الطازجة إلى المريض إلى وعاء الكلس الصودي حيث يمتص الـ CO_2 ومنه إما إلى الخارج أو يعاد للمريض بعد تعويض الأكسجين والمنوم المستهلك
- ويفيد في حال غلاء المواد المخدرة كما يفيد بعدم تلوث الهواء بالمواد المخدرة.

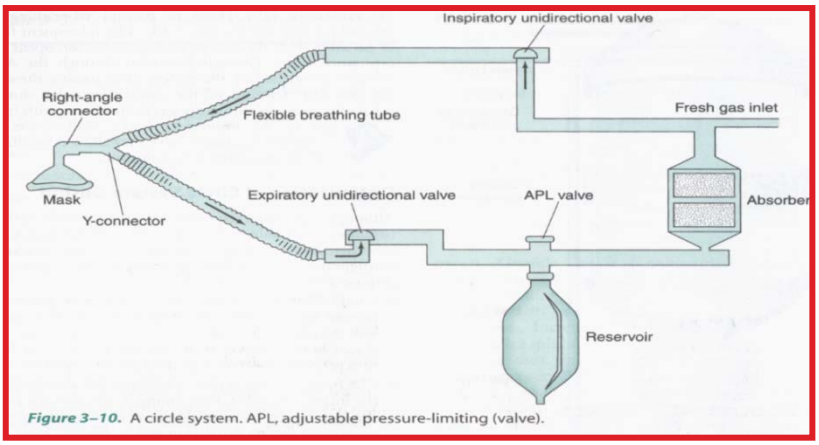


Figure 3–10. A circle system. APL, adjustable pressure-limiting (valve).

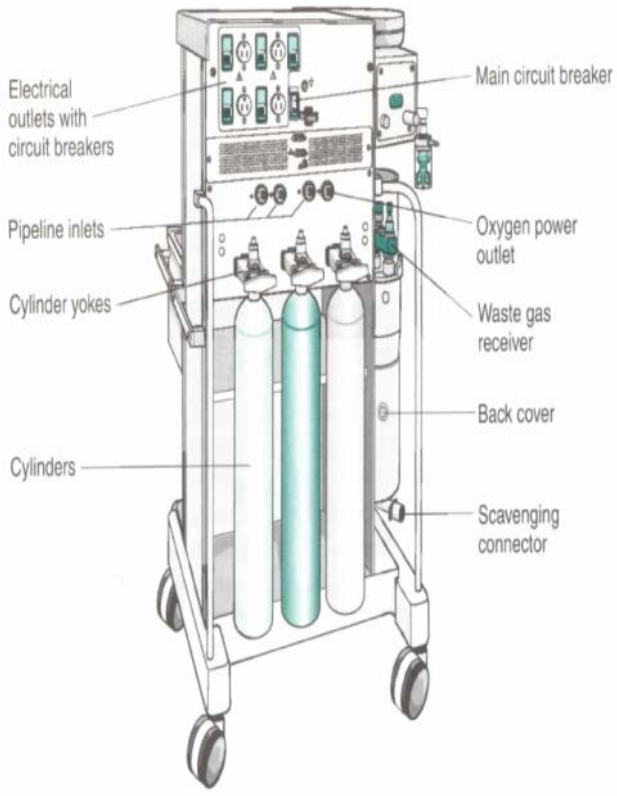
الشكل جانباً يوضح مكونات دارة حلقية كاملة
ملاحظة: أنابيب التنفس في الدارة الحلقية مصنوعة من المطاط المقاوم للكهربائية الساكنة حيث يوجد في غرفة العمليات كهربائية ساكنة، وتكون طرية ولا تنثني

بعد الانتهاء من أنظمة التنفس ننتقل للقسم الثاني من محاضرتنا..

جهاز التخدير Anesthesia Machine

- تطور جهاز التخدير مع تطور التقنية الحديثة من جهاز نفخ بسيط إلى مجموعة متداخلة ومعقدة من الأجهزة الالكترونية والكهربائية والميكانيكية التي تتضمن أجهزة ضخ الهواء وأجهزة المراقبة وأجهزة الإنذار بالإضافة إلى أجهزة قياس الضغوط والجريان.

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



لاحظ الاسطوانات

يتضمن جهاز التخدير:

1. دارة الضغط المرتفع حيث تأتي الغازات تحت ضغط مرتفع (O2، N2O، هواء جوي) من الأنابيب المركزية بضغط 45-55 psig (pound-force per square inch gauge) أو من الأسطوانات تحت ضغط 45-47 psig.

2. معدلات الضغط وهي عبارة عن صمامات تخفض من ضغط الغازات أثناء مرورها في جهاز التخدير، وبعدها تبدأ دارة الضغط المنخفض.

3. مقاييس الصبيب(الجريان) لتحديد الكميات المعطاة من الغازات للمريض وهو أنبوب شفاف له مؤشر يبين كمية الغاز المعطى.

4. المبخرات وهي نوعية بالنسبة للمخدر السائل الطيار المناسب لها، فينقلها للمريض بشكل أبخرة كل مخدر له مبخر خاص به.

5. أجهزة تحليل الغازات: وتوجد في أجهزة التخدير الحديثة حيث نعرف نسبة الأكسجين والمنوم في هواء الشهيق والزفير.

6. أجهزة قياس الحجوم التنفسية (مثل الحجم الجاري والتهوية /د .... إلخ).

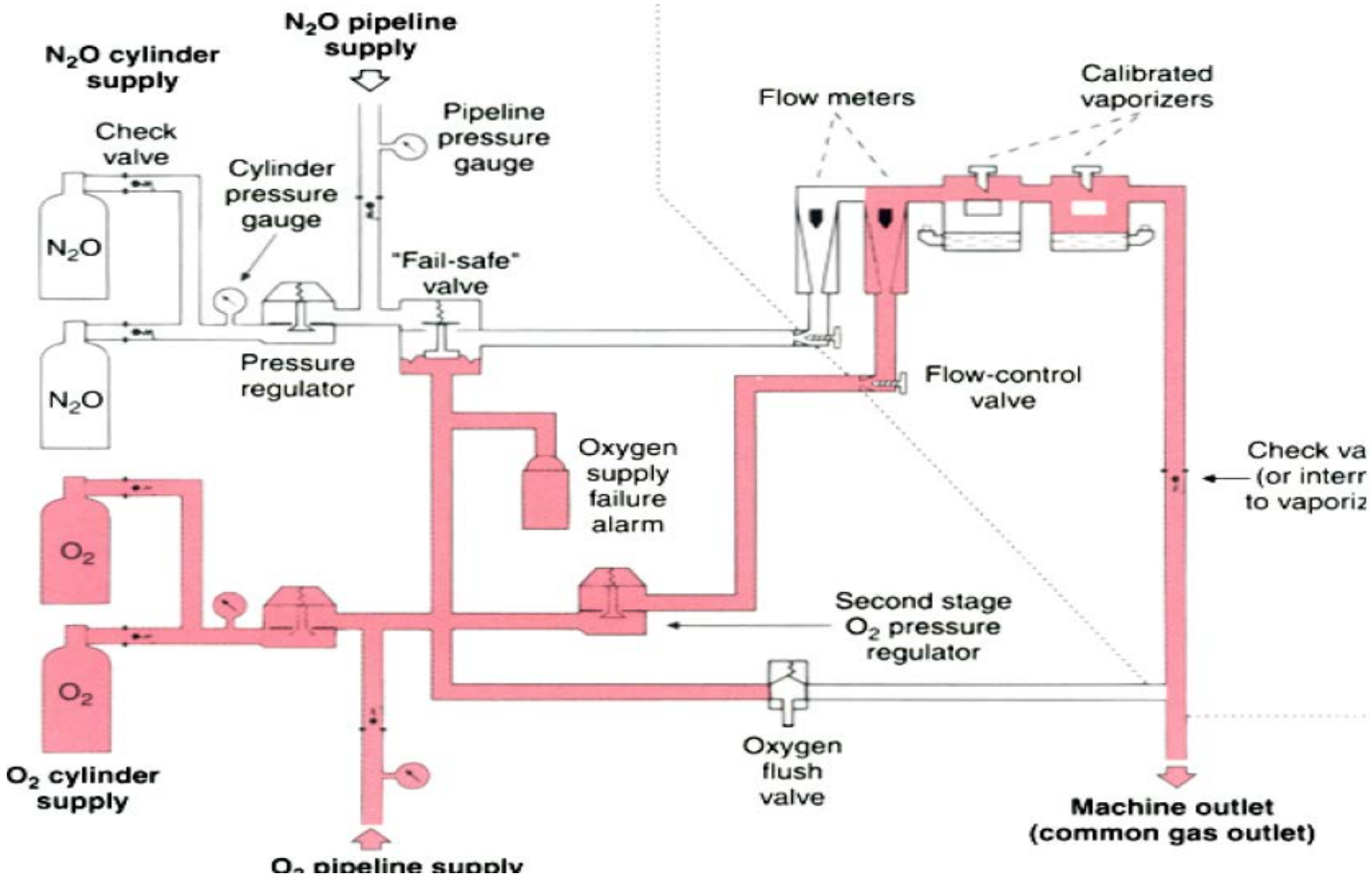
7. أجهزة قياس الضغوط.

8. صمام التحكم بالضغط القابل للضبط adjustable pressure-limiting valve.

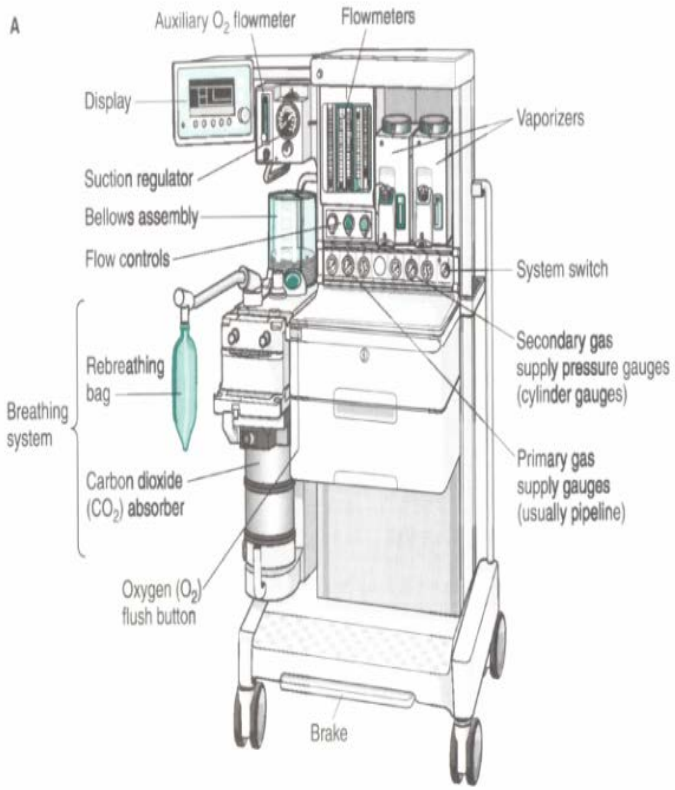
9. أجهزة الترطيب تحفظ رطوبة الاجهزة الداخلية (لمنع التخريش بالهواء المستنشق)، أجهزة التهوية الآلية ventilators، أجهزة الإنذار.

10. أجهزة طرح الغازات الزائدة (كي لا تطرح في الهواء الجوي ويعاد استنشاقها).

11. أجهزة قياس الحرارة.



صورة توضح التخطيط العام لجهاز التخدير



اختبر نفسك			
C×	1. من مساوئ دارات مابلسون: A. ضياع كمية كبيرة من غازات التخدير. B. تلوث غرفة العمليات بالغاز الانشاقي. C. إعطاء أرقام جريان قليلة وبالتالي عود تنفس. D. ضياع حرارة ورطوبة المريض.	2. يحتوي هواء الشهيق على: A. أكسجين. B. نتروجين. C. منوم إنشاقي. D. بخار الماء.	D×

» تصويب: محاضرة 14، صفحة 6 حذف العنوانين "مثبطة" و "مهيجة" والاعتماد على التقسيم الموضح في المخطط صفحة 5.

هنا تنتهي محاضرتنا

♥وينتهي معها قسم الدكتورة منى♥

دمتم سالمين