شبكة المعلومات الجامعية

بسم الله الرحمن الرحيم

شبكة المعلومات الجامعية

شبكة المعلومات الجامعية

التوثيق الالكتروني والميكروفيلم

شبكة المعلومات الجامعية

جامعة عين شمس

التوثيق الإلكتروني والميكروفيلم

قسم

نقسم باللّه العظيم أن المادة التي تم توثيقها وتسجيلها
علي هذه الأقراص المدمجة قد أعدت دون أية تغيرات

يجب أن

تحفظ هذه الأقراص المدمجة بعيدا عن الغبار

شبكة المعلومات الجامعية

بعض الوثائق الأصلية تالفة

شبكة المعلومات الجامعية

بالرسالة صفحات
لم ترد بالأصل

جامعة دمشق
كلية الطب البشري

استخدام الهالوتان أو السيفوفلوران في التخدير الإنشاقي عند الأطفال (دراسة مقارنة)

sevoflorane or halothane in pediatric inhalation anaesethia (comparison study)

بحث علمي
أعد لنيل شهادة الدراسات العليا في التخدير والإنعاش

بإشراف الأستاذة الدكتورة
هند الدغلي

برئاسة الأستاذ الدكتور
محمد علي أرناؤوط

إعداد الدكتور
أحمد رئيف الشيخ علي

العام الدراسي
٢٠٠٤ ـ ٢٠٠٥

B
1179.

الإهداء

كلمة شكر

لا يسعني في نهاية هذه المرحلة إلا أن أقدم الشكر الجزيل لكل من أخذ بيدي وساعدني بخبرته وعلمه وأخص بالذكر الأستاذة الدكتورة هند الدغلي التي أكرمتني مشكورة بالإشراف على هذه الرسالة.

كما أتوجه ببالغ الشكر والتحية مع كل الامتنان والعرفان بالجميل للأستاذ الدكتور محمد علي أرناؤوط رئيس قسم التخدير والإنعاش في كلية الطب الذي ما بخل يوما عن مساعدة الطلاب لكي يصلوا إلى مستوى رفيع من العلم والمعرفة.
كما أشكر عضو لجنة الحكم الأستاذة الدكتورة منى عباس رئيس شعبة التخدير في مشفى الأطفال الجامعي.

وأخيراً الشكر كل الشكر لجميع أساتذتي في قسم التخدير والإنعاش ولمشرفي ومشرفات التخدير الذين كانوا سندا لنا في مسيرة دامت أكثر من ثلاث سنوات.

وإن نسيت فيجب أن لا أنسى أن أشكر كافة زملائي الأعزاء في هذا القسم متمنيا لهم مستقبلا زاهرا بالنجاح والتفوق المستمر.

استخدام الهالوتان أو السيفوفلوران في التخدير الإنشاقي عند الأطفال- دراسة مقارنة

sevoflorane or halothane

in pediatric inhalation anaesethi (Comparison)

مقدمة

لقد سعت الأبحاث العلمية منذ عام ١٩٣٠ لإنتاج مخدر انشاقي آمن و غير قابل للاشتعال، و ذلك منذ أن اكتشف الكيميائيون أن تبديل الهالوجينات الأخرى بالفلور ينقص من درجة الغليان ،و يزيد من الثباتية و ينقص السمية.
هذا وفي عام ١٩٥١ تم اكتشاف الهالوتان من قبل McBee و الذي استخدم معرفته بكيمياء الفلور التي اكتسبها من عمله في مختبر القنبلة الذرية في Manhattan.

المميزات التشريحية للجهاز التنفسي عند الطفل:

١-الطرق التنفسية العلوية:Upper Airway

الأنف:
إن الأطفال تحت سن ٣-٥ أشهر مجبرون على التنفس الأنفي ،كماأن فتحة المنخر صغيرة نسبياً و لذلك يحتاجون إلى جهد إضافي للتغلب على المقاومة الناتجة .
إن انسداد الأنف الذي يحدث في حالات الانسداد الخلفي ثنائي الجانب أو بسبب تجمع المفرازت يمكن أن يؤدي إلى انسداد تام في الطريق الهوائي لذلك يجب في هذه الحالات وضع قنية هوائية أو أنبوب رغامي لإبقاء الطريق الهوائي مفتوحاً.
يكون لسان الرضيع كبيراً نسبياً فيصبح من الصعب تنظير الحنجرة أو تهوية الرضيع من خلال القناع و إذا طبقنا ضغطاً شديداً على منطقة أسفل الفك السفلي فان اللسان سوف يسد الطريق الهوائي تماماً.

الحنجرة:
تتوضع فتحة المزمار عند الرضيع و الأطفال في مستوى أعلى مما هو عليه عند الكبار (مستوى الفقرة الرقبية الثالثة عند الخدج و بمستوى الفقرة الرقبية الرابعة عند الرضع و الرقبية الخامسة عند الكبار)،.كما أن لسان المزمار أضيق و أطول و أكثر تزوياً مما يجعل رؤية الفتحة بين الحبلين (فتحة المزمار)أثناء تنظير الحنجرة أكثر صعوبة . تكون دائرة الغضروف الحلقي عند الرضع دون ٧-١٠سنوات هي أضيق جزء في الطريق الهوائي و ليس منطقة الحبلين كما هو الحال عند الكبار ،فالأنبوب الرغامي الذي يعبر المنطقة بين الحبلين قد يصطدم بعائق فيما بعد إن حنجرة الأطفال مؤهبة لتشكيل و ذمة حتى بعد الرض البسيط ، و الذي قد يسبب تضيق و زيادة مقاومة الطرق التنفسية.

الرغامى:
و هي قصيرة و عريضة تتفرغ حذاء الفقرة الظهرية الثانية بينما عند الكهول تتفرغ حذاء الفقرة الظهرية الرابعة .
يبلغ طول الرغامى ٤سم عند حديثي الولادة و يكون نمو الرغامى أسرع من نمو أنسجة العنق . و قد قيست الزاوية القصبية اليمنى ٣٠°و اليسرى ٤٧°و هي مماثلة للكهول لذلك فان احتمال دخول الأنبوب الرغامي بالقصبة اليمنى أكثر من احتمال دخوله في القصبة اليسرى .
إن مقاومة الطرق الهوائية عند الرضع و الأطفال عرضة للزيادة الشديدة و ذلك تبعاً لأي تغيرات مبهمية تؤثر في الطرق الهوائية ذات القطر الصغير .
و حسب قانون بواسيلو **Poiseuile** الذي يشرح ديناميكية الطرق الهوائية (إن المقاومة التي يلاقيها تيار هوائي يجري بشكل سهمي تتناسب عكسياً مع قطر الطريق الهوائي مرفوعاً للقوة الرابعة).
لذلك فان أي وذمة مهما كانت خفيفة يمكنها أن تزيد المقاومة في الطرق الهوائية زيادة شديدة سوف تؤدي لإعاقة تنفسية .

٢-الطرق التنفسية السفلية :Lower Airway

القصبات:
إن العضلات الملساء الموجودة في القصبات عند الاطفال أقل مما هي عليه عند الكهول ، أما بالنسبة للغدد و الغضاريف و النسج الضامة فهي أكثر عند الأطفال مما هي عليه عند الكهول .

الأسناخ :
يملك الطفل عند ولادته شجرة قصبية كاملة ، وتستمر الأسناخ بالنمو حتى عمر ٨ سنوات ، بعد ذلك تصبح الزيادة معتمدة على حجم الأسناخ . إذا احتاج الطفل لتهوية موجهة فيجب أن تكون بحجوم صغيرة ،إذ يجب ألا تمدد الأسناخ القليلة الغدد إلى حجوم كبيرة .

الرئة:
إن عدد القصيبات لا يزداد بعد الولادة ، و مع ذلك يزداد عدد الأسناخ بعد الولادة ، و تصبح الأسناخ الحقيقة ظاهرة في الأسبوع الثامن من العمر .
تنتهي القصيبات الانتهائية في الأسبوع السادس عشر من الحياة الجنينية إلى جيب أعمى تحت الجنب مباشرة و تتطور بعد ذلك إلى المظهر المسطح للقصيبات التنفسية، و تنتهي كل ١-٣ قصيبات تنفسية إلى قناة انتقالية ينشأ عنها عدة كيسات. فعند الولادة لاتكون هناك أسناخ حقيقية بل فجوات تشكلها الكيسات و القصبات التنفسية ، و تتطور هذه الفجوات إلى أسناخ حقيقية بعد الولادة و لاتتم هذه العملية حتى السنة السادسة من العمر حيث تظهر الخلايا السنخية **TypeII** مع ما تحويه من حبيبات وهي المسؤولة عن إنتاج السورفاكتانت.
تصبح بنية الرئة مشابهة لرئة البالغ المؤلفة من ثلاثة ملايين سنخ بعمر ثمانية سنوات . فعند الولادة يكون ٢,٨م٢من سطح الأسناخ متوفرة للتبادل الغازي ، يرتفع هذا الرقم الى١٢م٢بعمر سنة و إلى ٣٢م٢ بعمر٨ سنوات و إلى ٧٥م ٢عند البالغ .إن الزيادة في مساحة سطح الأسناخ توازي الزيادة في مساحة سطح الجسم .

إن نمو الرئة بعد الولادة يتأثر بعاملين : ١-الحيز الذي ستنمو فيه الرئة (كما يحدث بالنمو المعاوض للرئة عند استئصال الرئة الأخرى).٢-تركيز الأوكسجين المستنشق.

يملك الرضع معدل استقلاب مرتفع و بالتالي زيادة المتطلب من الأكسجين أو من التهوية حيث يبلغ معدل التهوية بالدقيقة ٣٠ مرة أو أكثر في السنة الأولى من العمر.
إن نسبة FRC إلى TLC تكون منخفضة في فترة ما بعد الولادة لكنها تزداد خلال فترة الرضيع . إن حجوم الرئة بالنسبة لوزن الجسم عند الرضع مشابهة لمثيلاتها عند الأطفال الأكبر سناً .عندما تكون المطاوعة مرتبطة بحجم الرئة فان قيمتها مشابهة أيضاً لمثيلاتها عند الأطفال الأكبر سناً .
إن المطاوعة هي مجموع مطاوعة الرئة و مطاوعة جدار الصدر و هذه الأخيرة ذات قيمة عالية عند الولدان و الرضع .
إن الزيادة في حجم الرئة المحدث بالضغط الايجابي داخل الطرق الهوائية ينقص من انخماص الأسناخ و يزيد من مطاوعة الرئة . وتنقص المطاوعة بالآفات الرئوية كمتلازمة العسرة التنفسية عند الرضع .
إن نسبة الحيز الميت /الحجم الجاري (Vd\Vt)=١\٣ و هي مماثلة للنسبة عند الأطفال الأكبر سناً والكهول .

<u>لمحة فيزيولوجية :</u>

المظاهر الفيزيولوجية لرئة الوليد والطفل :

إن معدل الاستقلاب عند الولدان يكون عالياً مما يزيد من استهلاكهم للأكسجين (٧-٩مل/كغ/د)بالمقارنة مع البالغين (٣مل /كغ/د).

يكون حجم الإغلاق عالياً في رئة الوالدان و تنخفض هذه الحجوم إلى الحدود الدنيا للحجم الجاري الطبيعي ، و إذا انخفضت حجوم الإغلاق يحدث ما يعرف بالانخماص السنخي أو الشنت .

تكون التهوية بالدقيقة عالية عند الرضع بينما تكون السعة الوظيفية المتبقية FRC أقل مما هي عليه عند الكبار و بالتالي تكون النسبة : التهوية بالدقيقة / السعة الوظيفية المتبقية FRC عالية مما يفسر المباشرة السريعة عند استخدام المخدرات الإنشاقية .

الشنت التشريحي هو عبارة عن بقاء القناة الشريانية سالكة و الفتحة البيضية مفتوحة و الذين يزداد الجريان عبرهما كلما ازداد الضغط داخل الشريان الرئوي كما يحدث في حالات نقص الأكسجة ،نقص التهوية ،ارتفاع الضغط الايجابي الشديد في الطرق الهوائية.

إن عضلة الحجاب الحاجز هي العضلة الأساسية في تنفس الطفل ، بالمقارنة مع عضلة الحجاب الحاجز عند الكبار فان هذه العضلة عند حديثي الولادة تحتوي نصف العدد فقط من الألياف العضلية التمددية المؤكسجة نمط: Type I Slow Twitch Oxidation الضرورية لزيادة الحجم التنفسي عند الضرورة ، و لذلك فإن عضلة الحجاب الحاجز عند الصغار تتعب بسرعة أكبر مما هي عليه عند الكبار .

إن القفص الصدري اللين عند حديثي الولادة ينخمص عندما يزداد الضغط السلبي داخل الصدر مما يحد من قدرة الرضيع على زيادة التهوية .

تزيد أجهزة التخدير من المسافة الميتة عند الرضيع و التي تعادل في الحالة الطبيعية حوالي ٥ مل (٢مل /كغ)و هذه القيمة الأخيرة متساوية عند الصغار و الكبار .

إن التهوية الرئوية عند الصغار عالية و هذا من شأنه أن يحد من قدرتهم على زيادة العمل التنفسي بشكل فعال في حالات الشدة ، ولذلك ينصح بأن يكون تنفس الوليد تحت التخدير من النوع الموجه **Controlled Ventilation**

<u>الأسس الفيزيائية للمبادلات الغازية:</u>

١-الأساس الجزيئي للانتشار الغازي :
تشكل الغازات الهامة في فيزيولوجيا التنفس جزيئات بسيطة حرة الحركة فيما بينها، تدعى هذه العملية :الانتشار
و هذا صحيح أيضاً بالنسبة للغازات المنحلة بالماء و سوائل الجسم .
و لكي يحدث الانتشار يجب أن يكون هناك مخزن للطاقة و يتم ذلك بحركة الجزيئات النشيطة نفسها ، أي أن جميع الجزيئات المادية في حركة دائمة إلا في درجة الصفر المطلق .
وتتحرك الجزيئات الحرة المنفصلة عن بعضها بحركة خطية فائقة السرعة بحيث تصطدم بالجزيئات الأخرى ،ومن ثم ترتد هذه الجزيئات باتجاهات جديدة لتتابع سيرها و تصطدم بجزيئات ساكنة أخرى .

٢-الانتشار النهائي للغاز باتجاه واحد –تأثير مدروج التركيز :
إذا كان لحجرة الغاز أو المحلول تركيز عال من الغاز في إحدى نهايات الحجرة و تركيز منخفض منه في النهاية الأخرى فان الانتشار النهائي للغاز سوف يحدث من منطقة التركيز المرتفع إلى منطقة التركيز المنخفض .

٣-ضغوط الغاز في مزيج من الغازات – الضغوط الجزيئية للغازات المنفردة :
ينجم الضغط عن الاصطدام المستمر للجزيئات النشيطة الحركة على السطح ، و لذلك فان ضغط الغاز الفاعل على سطح الطرق التنفسية و الأسناخ يتناسب مع قوة التصادم الموجودة في كل الجزيئات التي تصدم السطح في أي وقت و هذا يعني أن الضغط الكلي يتناسب مباشرة مع تركيز جزيئات الغاز .
و على كل حال نحن نتعامل مع مزيج غازي مؤلف من الأكسجين و النتروجين و غاز ثاني أكسيد الكربون ، و إن معدل انتشار كل من هذه الغازات يتناسب مباشرة مع الضغط الناجم من هذا الغاز لوحده و هذا ما نسميه الضغط الجزيئي Partial Pressure للغاز ، لذلك سنشرح مفهوم الضغط الجزيئي :
يتركب الهواء من ٧٩ % نتروجين ، ٢١ % أكسجين ، و يبلغ الضغط الكلي لهذا المزيج ٧٦٠ ملم زئبقي ، و يتضح مما سبق حين شرحنا الأساس الجزيئي في الضغط بأن كل غاز يشارك في الضغط الكلي بشكل يتناسب مباشرة مع تركيز هذا الغاز ، لذا فان ٧٩ % من ٧٦٠ ملم زئبقي ناجمة عن النتروجين (أي حوالي ٦٠٠ ملم زئبقي) ، و هكذا فان الضغط الجزيئي للنتروجين في المزيج ٦٠٠ ملم زئبقي و

الضغط الجزيئي للأكسجين ١٦٠ ملم زئبقي و الضغط الكلي ٧٦٠ ملم زئبقي هو عبارة عن مجموع الضغوط الجزيئية المنفردة .

٤-ضغوط الغازات في الماء و النسج:
ينتج عن الغازات المذابة في الماء و نسج الجسم ضغوطاً جزئية ، حيث أن الجزيئات المنحلة تتحرك عشوائياً و تملك طاقة حركية ، فعندما تذوب جزيئات الغاز في سائل تواجه سطحاً يشبه غشاء الخلية ، و تولد ضغطاً بشكل مشابه لما يحدث في المرحلة الغازية عندما يولد الغاز ضغطه الخاص به .

العوامل التي تحدد ضغط الغاز المذاب في السائل:
لايتحدد ضغط الغاز في محلول بتركيزه في هذا المحلول فقط ولكن أيضاً بعامل ذوبان هذا الغاز Solubility Coefficient .أي أن بعض أنواع الجزيئات و خاصة ثاني أكسيد الكربون تنجذب فيزيائياً أو كيميائياً إلى جزيئات الماء ، في حين تنفر أنواع أخرى و من الواضح أنه عندما تنجذب الجزيئات يمكن لأغلبها أن يذوب دون أن يحدث زيادة في الضغط ضمن المحلول ، بينما في حالة نبذ هذه الجزيئات فإننا نتوقع حدوث ضغوط مرتفعة بسبب ندرة الجزيئات المذابة و يمكن التعبير عن هذه العلاقة بالمعادلة التالية:
الضغط = تركيز الغاز المذاب / معامل الذوبان و التي ندعوها قانون هنري Heny`sLow

Pressure = Concentration of dissolved gas \ Solubility Coefficient .

عندما يعبر عن الضغط بالضغط الجوي ، و يعبر عن التركيز بحجم الغاز المذاب في كل حجم الماء . أما معامل ذوبان الغازات الهامة في التنفس بدرجة حرارة الجسم فهي كما يلي :

الغاز	الأكسجين	ثاني أكسيد الكربون	أول أكسيد الكربون	الهليوم	النتروجين
معامل الذوبان	٠,٠٢٤	٠,٧٥	٠,٠١٨	٠,٠٠٨	٠,٠١٢

ومن الجدول السابق نلاحظ بأن ، ثاني أكسيد الكربون قابل للذوبان أكثر بعشرين مرة من الأكسجين و أن الأكسجين أكثر ذوباناً بشكل معتدل من الغازات الثلاثة الباقية .

انتشار الغازات من المرحلة الغازية في الأسناخ إلى المرحلة المذابة في الدم الرئوي:

إن الضغط الجزيئي لكل غاز في المزيج التنفسي من الغازات يميل لإجبار هذا الغاز على الذوبان أولاً في الغشاء السنخي و من ثم في دم الشعيرات الرئوية ، و بشكل عكسي فإن جزيئات الغاز التي ذابت لتوها في الدم تتحرك بشكل عشوائي في سائل

الدم ، و ينتشر بعضها عائداً إلى الأسناخ و يتناسب معدل ما ينجو منها مباشرة مع ضغطها الجزيئي في الدم .

و السؤال : في أي اتجاه سوف يحدث الانتشار النهائي للغاز ؟
إن الضغط النهائي للغاز يتحدد باختلاف كلا الضغطين الجزيئيين ، فإذا كان الضغط الجزيئي أكبر في المرحلة الغازية – كما هو صحيح بالنسبة للأكسجين – عندئذ سوف تمر جزيئات الأكسجين إلى الدم أكثر مما هو عليه في الطريق المعاكس ،و بشكل معاكس ، إذا كان ضغط الغاز أكبر في الدم – و هذا صحيح بالنسبة لثاني أكسيد الكربون - فان الانتشار النهائي يحدث باتجاه الطور الغازي في الأسناخ .

٥-انتشار الغازات عبر السوائل – فرق الضغط من أجل الانتشار :
كما ذكرنا سابقاً ، عندما يكون تركيز أو ضغط الغاز أكبر في منطقة ما منه في منطقة أخرى ، فسوف يحدث انتشار صرف من منطقة الضغط المرتفع إلى منطقة الضغط المنخفض حيث أن الجزيئات في منطقة الضغط المرتفع لها فرصة إحصائية أكبر (بسبب عددها الكبير) بالتحرك عشوائياً إلى منطقة الضغط المنخفض من الجزيئات التي تحاول الذهاب بالاتجاه المعاكس .و لذلك فان الانتشار النهائي للغاز من منطقة الضغط المرتفع إلى منطقة الضغط المنخفض يكون معادلاً لعدد الجزيئات العوامل المتحركة بهذا الاتجاه مطروحاً منه عدد الجزيئات المرتدة بالاتجاه المعاكس ، و يتناسب هذا بدوره مع ضغط الغاز بين كلتا المنطقتين و هو ما نسميه فرق الضغط للانتشار .

هناك عوامل أخرى –بالإضافة لفارق الضغط – تؤثر على معدل انتشار الغاز في سائل ما وهي :

- ❖ قابلية ذوبان هذا الغاز في السائل .
- ❖ مساحة مقطع السائل .
- ❖ المسافة التي على الغاز أن ينتشر عبرها .
- ❖ الوزن الجزيئي للغاز .
- ❖ درجة حرارة السائل في الجسم البشري .
- ❖

إن العامل الأخير – درجة الحرارة – يبقى ثابتاً بشكل معقول لذا لا نأخذه بعين الاعتبار عادة . ومن الواضح أنه كلما ازدادت قابلية الغاز للذوبان و ازدادت مساحة المقطع ، كلما ازداد عدد الجزيئات القابلة للانتشار عبر فارق الضغط المتوفر ، و كلما ازدادت المسافة التي على الجزيئات أن تنتشر عبرها كلما ازداد الوقت اللازم لانتشار الجزيئات عبر كامل المسافة .
وأخيراً كلما ازدادت السرعة التي تتحرك بها الجزيئات والتي تتناسب عكساً مع الجذر التربيعي للوزن الجزيئي ، كلما ازداد معدل انتشار الغاز .
و يمكن التعبير عن كل هذه بمعادلة واحدة:

$$D\alpha = \frac{S \times A \times \Delta p}{d \times \sqrt{MW}}$$

حيث **D** معدل الانتشار، **P** فارق الضغط بين نهايتي سبيل الانتشار، **A** مساحة المقطع العرضي لسبيل الانتشار ، **S** ذوابية الغاز، **d** مسافة الانتشار، **MW** الوزن الجزيئي للغاز.

ومن الواضح بأن صفات الغاز نفسه تعين بعاملين من هذه المعادلة و هما الذوابانية والوزن الجزيئي .
و يمكن أن نسميهما معاً باسم معامل انتشار الغاز.
أي أن معامل انتشار يساوي S\ (MW)½ .

حيث تتناسب معدلات انتشار مختلف الغازات بنفس الضغط مع معاملات انتشارها .
و إذا اعتبرنا معامل الانتشار للأكسجين يساوي ١ فان معاملات الانتشار النسبية لمختلف الغازات الهامة في التنفس في سوائل الجسم هي كما يلي :

الأكسجين ١
ثاني أكسيد الكربون ٢٠
أول أكسيد الكربون ٠,٨١
النتروجين ٠,٥٣
الهيليوم ٠,٥٩

٦-انتشار الغازات عبر النسج :
إن للغازات ذات الأهمية التنفسية قابلية شديدة للذوبان في الشحوم و لذلك فهي أيضاً شديدة الذوبان في أغشية الخلايا .
و بسبب ذلك تنتشر هذه الغازات عبر أغشية الخلية بدون عائق يذكر .
و بدلاً من ذلك فان العائق الأكبر تجاه حركة الغازات في النسج هو المعدل الذي تستطيع به الغازات الانتشار عبر ماء النسج بدلاً من أغشية الخلايا .
و لذلك فان انتشار الغازات في النسج بما فيها الغشاء التنفسي يعادل غالباً انتشار الغازات في الماء .
٧-انتشار الغازات عبر الغشاء التنفسي :

<u>الوحدة التنفسية :</u>

تتركب الوحدة التنفسية من القصيبة التنفسية Respiratory bronchiole ، و القنوات السنخية Alveolar ducts ، و الأسناخ Alveoli (يوجد حوالي ٣٠٠ مليون سنخ في كلتا الرئتين و متوسط قطر كل سنخ حوالي ٠,٢).
إن الجدران السنخية رقيقة جداً و يوجد ضمنها شبكة متواصلة تقريباً من الشعيرات المتماسة .
و بسبب هذه الضفائر الشعرية الغزيرة جداً وصف الجريان الدموي في الجدران السنخية على أنه صحيفة من الدم الجاري .
وبذلك يكون واضحاً أن الغازات السنخية تكون على تماس صميمي مع دم الشعيرات .
ونتيجة لذلك يحدث التبادل الغازي بين هواء الأسناخ و الدم الرئوي من خلال كامل أغشية الأجزاء الانتهائية في الرئتين و يعرف مجموع هذه الأغشية باسم الغشاء التنفسي Respiratory membrane و يدعى أيضاً الغشاء الرئوي Pulmonary membrane .