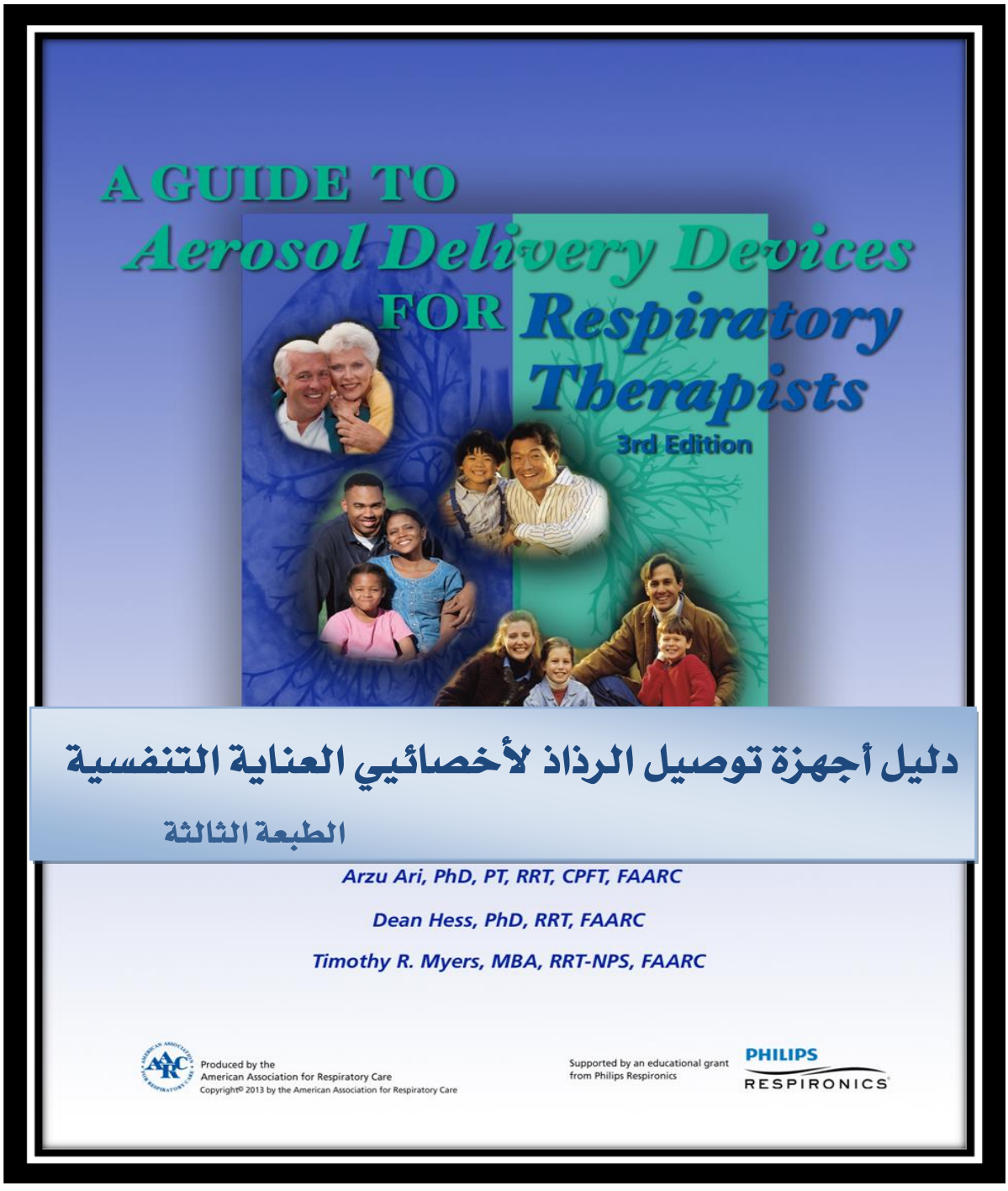



# دليل أجهزة توصيل الرذاذ لأخصائيي العناية التنفسية

## الطبعة الثالثة

*Arzu Ari, PhD, PT, RRT, CPFT, FAARC*

*Dean Hess, PhD, RRT, FAARC*

*Timothy R. Myers, MBA, RRT-NPS, FAARC*

Produced by the
American Association for Respiratory Care
Copyright© 2013 by the American Association for Respiratory Care

Supported by an educational grant
from Philips Respironics

PHILIPS
RESPIRONICS

**تأليف**

دوجلاس جاردينهاير

ارزو آري

دين هيس

تيموثي مايرز

**إشراف وإعداد**

الدكتور محمد بن ظافر الاحمري

## الترجمة

قسم العناية التنفسية بكلية الأمير سلطان العسكرية للعلوم الصحية

الدكتور محمد ظافر الاحمري

وكيل الكلية للدراسات العليا والبحث العلمي ورئيس قسم العناية التنفسية

الملازم اول بندر محمد المسعودي

أخصائي ومحاضر عناية تنفسية

عبدالله سعيد القحطاني

أخصائي ورئيس التعليم الإكلينيكي ومحاضر عناية تنفسية

ابراهيم احمد البلوي

مدير مركز المحاكاة والمهارات الإكلينيكية ومحاضر عناية تنفسية

مسلّم عبد الله الناصر

أخصائي ومعيد عناية تنفسية

يوسف رشاش الزهراني

أخصائي ومعيد عناية تنفسية

عبدالله علي الغزواني

أخصائي ومحاضر عناية تنفسية

جابر سعود القحطاني

أخصائي ومحاضر عناية تنفسية

## المراجعة العلمية

العميد الدكتور عيدان بن موسى الزهراني

عميد كلية الأمير سلطان العسكرية للعلوم الصحية

الأستاذ حسن بن صالح العريني

مستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث الرياض

جميع الحقوق محفوظة ويجوز الاقتباس مع الإشارة إلى المصدر

كلية الأمير سلطان العسكرية للعلوم الصحية بالظهران
ص. ب. ٣٣٠٤٨
الرمز البريدي ٣١٤٤٨
هاتف: ٨٤٠٥٥٩٠ – ٠١٣
فاكس: ٨٤٠٥٥٧٠ – ٠١٣
الأيميل: info@psmchs.edu.sa

جميع الحقوق محفوظة (٢٠١٦م) لكلية الأمير سلطان العسكرية للعلوم الصحية بالظهران بالمملكة العربية السعودية، ولا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو ترجمتة أو نقله في أي شكل أو واسطة ، سواء كانت إلكترونية أو ميكانيكية ، بما في ذلك التصوير بالنسخ، دون إذن خطي من الكلية.

## لإرسال ملاحظاتكم أو اقتراحتكم:

الدكتور محمد بن ظافر الاحمري
ص. ب. ٧٦٧٣٤
الخبر، الرمز البريدي ٣١٩٥٣
البريد الإكتروني: alahmari87@hotmail.com
المملكة العربية السعودية

# مقدمة

يعد العلاج بالرذاذ أحد الركائز الأساسية التي يقوم عليها مفهوم العلاج التنفسي بحيث يوضح بالأمثلة الفروق بين كلاً من "فن" الطب و"علمه" بالقرن الحادي والعشرين، فأخصائيوا العناية التنفسية هم الوحيدون في مجال الرعاية الصحية الذين تلقوا تدريباً معتمداً ومكثفاً في مجال العلاج بأدوية الرذاذ، فهم يحظون باعتماد في هذا التخصص لاجتيازهم الاختبارات والدورات التي تعقد لهم من أجل قياس مدى براعتهم ومهارتهم وقدرتهم على تقديم خدمة متميزة للمرضى ذوي الاعتلال المزمن في الجهاز التنفسي. وعلاوة على ذلك، يعتبر أخصائيوا العناية التنفسية خبراء متمرسون في مجال العلاج بأدوية الرذاذ وعلومها.

ويظل أخصائيوا العناية التنفسية خبراء متمرسون في المجال إذا ما تطرقنا لفن العلاج بالرذاذ وعلمه. ونظراً للتغير المتنامي الطارئ على أدوية وأجهزة توصيل العلاج بالرذاذ، فإنهم لم يتبادلوا هذه الخبرة مع المرضى فحسب، وإنما مع العاملين في مجال الرعاية الصحية أيضاً. ونظراً للبحث عن توفر عنصري السلامة والوقاية داخل نظام الرعاية الصحية الأمريكي مع مراعاة التكلفة والكمية المفقودة من الأدوية أثناء العلاج، فإنه يصعب اختيار الدواء والجهاز المناسب لتوصيل العلاج بالرذاذ.

وهناك سؤال يطرح نفسه وهو: كيف استطاع التدخل العلاجي لمدة قرون أن يجمع ما بين الطرق المختلفة والعلم في بيئة العلاج بالرذاذ؟ يتمثل العلم في كل ما يخص علم الصيدلة والتشريح الرئوي القلبي وفسيولوجيا الأعضاء والفيزياء وفهم كامل لمختلف تقنيات توصيل أدوية الرذاذ الموجودة في السوق حالياً. ولكي يصبح أخصائي العناية التنفسية خبيراً ومتمرساً في علم العلاج بالرذاذ، فيجب عليه أن يحظى بالمعرفة اللازمة وكذلك بفهم جيد لمختلف أنواع مستحضرات الأدوية وطرق عملها وفهم حالات العلاج التنفسي التي يلزمها العلاج بالرذاذ المدعوم بالبراهين العلمية.

ورغم أن مهارات طرق توصيل أدوية الرذاذ أكثر تجريداً من علمه، إلا أنه يجب معرفة طريقة التوصيل المناسبة لأدوية علاج الجهاز التنفسي، وذلك لبلوغ النتائج المثالية.

وبالنسبة للعلاج بالرذاذ، يعتبر احتكاك البشر بالتكنولوجيا هو النقطة التي ترتكز عليها إتقان المهارات العلاجية. وهناك دليل علمي كاف عن سبب الاستعمال غير الفعال للرذاذ إذا ما تم إدارته ذاتياً بصفة عامة والذي يكون عادة بسبب عدم الدراية الكافية بتقنية استخدامه السليمة من قبل المرضى، وأحياناً لم يحصل المرضى على النتيجة المرضية من البخاخ أحادي الجرعة وبخاخات البودرة الجافة وأجهزة البخار وذلك لعدم تدريبهم بصورة كافية على طريقة الاستخدام السليم.

ويعتبر الدواء الصحيح والبخاخ المثالي وكذلك القدرات البدنية والمعرفية للمريض النقطة التي يلتقي فيها العلم مع الفن، وحتى تحصل على فاعلية العلاج بالرذاذ، فلابد أن يكون جهاز توصيل أدوية الرذاذ ملائماً لقدرة المريض على استخدامها بصورة صحيحة، ومن هنا يتضح أن فن العلاج بالرذاذ ينشأ من العلم، ولذلك، عندما لا يتلائم فن العلاج بالرذاذ مع علمه ولم يتم تطبيقهما بصورة جيدة، فإنه يؤدي إلى تناقص أو عدم مواظبة المريض على استخدام العلاج بصورة جيدة. وبذلك تفقد معظم جرعة الأدوية ويتلقى المريض أقل نسبة من منفعة الدواء.

ونظراً لأن العلاج بالرذاذ جزء لا يتجزأ من مجال الممارسة الصحية، ونظراً لأننا الخبراء المتمرسون في هذا المجال، فإننا لدينا التزام مهني اتجاه مرضانا وهو الاستمرار في اكتساب كل ما هو جديد من مهارات ومعرفة في مجال توصيل أدوية الرذاذ. ولابد أن يستفيد أخصائيوا العناية التنفسية من هذه الفرصة من أجل تعزيز خبراتهم ومهاراتهم من خلال تحديث معرفتهم بأجهزة توصيل الرذاذ إضافة إلى درايتهم بالتقييم الفعال للمرضى الذين يحتاجون هذا النوع من العلاج. ويعتبر استخدام بخاخ مناسب لأدوية الرذاذ المصمم بطريقة تلبي قدرات المرضى جزء لا يتجزأ من هذا التقييم.

يتيح هذا الدليل الفرصة لك لتحديث معرفتك وصقل خبرتك بطرق العلاج بالرذاذ. كما يحظى إتقان طرق العلاج بالرذاذ وعلمه بأثره العميق على الأدوية المناسبة وأجهزة توصيل أدوية الرذاذ وذلك من أجل حصول مرضاك على أفضل النتائج السريرية، علاوة على المساهمة الفعاله في استغلال موارد نظام الرعاية الصحية.

وتقدم الطبعة الثالثة من دليل أجهزة توصيل الرذاذ معلومات كافية ووافية التي إذا ما تم دمجها مع التزامك المهني الهادف إلى أن تصبح خبيراً مهنياً في هذا المجال القيم، فإنها تمنحك الفرصة لتقديم الإرشاد الجيد لطبيبك وزملاءك في مجال الصيدلة والأهم من ذلك تقديم الإرشاد لمرضاك.

**تيموثي مايرز**

**المدير التنفيذي**

**الجمعية الأمريكية للعناية التنفسية**

# شكر وتقدير

## بِسْم الله الرحمن الرحيم

**الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله وبعد ،،،**

**أتوجه بالشكر والتقدير لكل من ساهم في تأليف وترجمة هذا الكتيّب وفي مقدمتهم الجمعية الأمريكية للعناية التنفسية (AARC) لثقتهم في الكلية بترجمة هذا الكتيّب الإرشادي لاخصائيي العناية التنفسية للتعامل مع أجهزة توصيل الرذاذ للمرضى الذين يعانون من انسدادات في السبيل التنفسي للرئة.**

**إن هذا الكتيّب ساهم في ترجمته نخبة من المختصين في هذا المجال. فآمل أن يحقق هذا الكتاب الرسالة المتوخاة منه، كما نأمل في استمرار التعاون بين الجمعية الأمريكية للعناية التنفسية وكلية الأمير سلطان لتقديم مواد علمية مترجمة إلى اللغة العربية تخدم مقدمي الرعاية الصحية والمرضى.**

**اسأل الله العلي القدير ان تعم فائدة هذا الكتيّب قراء اللغة العربية في المملكة العربية السعودية وجميع أنحاء العالم. كما لا يفوتني أن أتقدم بالشكر الجزيل لكل من اسهم في هذا العمل متمنياً للجميع دوام التوفيق والنجاح.**

**العميد/ د. عيدان بن موسى الزهراني**

**قائد كلية الأمير سلطان العسكرية للعلوم الصحية بالظهران**

# التعليم المستمر في مجال العناية التنفسية

ضمن مزايا عضويتك في الجمعية الأمريكية للعناية التنفسية، فأنك تتمتع بالمزايا التالية:

- تزويدك بفرص التعليم المستمر.
- متابعة جميع ساعات التعليم المستمر التي حصلت عليها في مجال العناية التنفسية المطروحة من قبل برامج التعليم المستمر المعتمدة.
- يمكنك الطباعة من خلال الانترنت سجل الساعات التعليمية التي حصلت عليها.

تتوفر الخدمات على مدار ٢٤ ساعة يومياً ولمدة سبعة أيام في الأسبوع على موقع الجمعية الأمريكية للعناية التنفسية (www.aarc.org).

تم اعتماد محتويات هذا الكتاب لستة (6) ساعات دراسية من التعليم المستمر في مجال العناية التنفسية، وكعضو بالجمعية الأمريكية للعناية التنفسية فأنك ستحصل على هذة الساعات الدراسية مجاناً. ولاضافة هذه الساعات الدراسية، يرجى زيارة موقع التعليم المستمر في مجال العناية التنفسية:

http://AARC.org/go/edu

لمزيد من التعليمات، يرجى زيارة الموقع المذكور أعلاه:

- كيفية التسجيل باختبار يقيس مدى معرفتك بأهداف المادة العلمية.
- كيفية تحديث بريدك الإلكتروني بحيث يتم إرسال تأكيد على أنه تم تسجيلك.

# أهداف تعليمية

من خلال قراءتك لهذا الكتاب، ستتمكن من:

1. التعرف على المصطلحات المستخدمة في طب الرذاذ.
2. تحديد الكمية المحتملة من الرذاذ المترسب في السبيل التنفسي السفلي من جهاز البخار والبخاخ أحادي الجرعة المضغوط وبخاخ البودرة الجافة.
3. ذكر مزايا الاستنشاق وعيوبه مقارنة بالطرق الأخرى لتعاطي الأدوية.
4. التعرف على مخاطر العلاج بالرذاذ التي يمكن أن تؤثر على المريض وكذلك مقدمي الرعاية والمساعدين.
5. ذكر مزايا وعيوب أجهزة البخار في توصيله للعلاج من خلال الرذاذ.
6. مقارنة مبدأ التشغيل لكل من جهاز البخار النفاث و جهاز البخار الشبكي و جهاز البخار للموجات فوق الصوتية.
7. وصف أنواع تصاميم جهاز البخار النفاث الهوائي وكذلك الطرق الصحيحة المستخدمة في تقليل عملية فقد الرذاذ من أجهزة البخار خلال عملية الزفير.
8. تعلم خطوات الاستخدام الصحيح لجهاز البخار الفوق صوتي والشبكي والنفاث.
9. وصف المكوّنات الأساسية للبخاخ أحادي الجرعة.
10. معرفة مزايا وعيوب البخاخ أحادي الجرعة.
11. المقارنة بين حامل الدواء في البخاخ أحادي الجرعة من نوع الهيدروفلوروالكين والكلوروفلوروكربون.
12. وصف مناقشة العوامل التي تؤثر على أداء البخاخات أحادية الجرعة المضغوطة وتوصيل الأدوية.
13. توضيح أهمية إعداد ومتابعة عدد الجرعات للبخاخ أحادي الجرعة.
14. المقارنة بين تصاميم التوصيلات المساعدة للبخاخ والغرف القابضة.
15. التعرف على العوامل التي تؤثر على توصيل الجرعة في التوصيلة المساعدة للبخاخ / الغرف القابضة.
16. معرفة مزايا وعيوب بخاخ البودرة.

17. وصف مبدأ التشغيل لمختلف أنواع بخاخات البودرة المتوفرة تجارياً.
18. معرفة العوامل المؤثرة على أداء بخاخ البودرة وتوصيل الأدوية.
19. توضيح كيفية معرفة أن بخاخ البودرة الجافة أصبح فارغاً.
20. معرفة الخطوات التقنية الصحيحة لاستعمال جهاز البخار والبخاخ أحادي الجرعة و بخاخ البودرة عند استعمال التوصيلة المساعدة.
21. معرفة الأسباب والحلول المقترحه لمشاكل أجهزة البخار والبخاخ أحادي الجرعة المضغوط وبخاخ البودرة الجافة.
22. مناقشة المعاييرالتي تساعد مقدمي الرعاية الصحية في اختيار جهاز توصيل الرذاذ.
23. التعرف على الاعتبارات الخاصة لتوصيل الدواء للأطفال وحديثي الولادة.
24. توضيح كيفية إنشاء نظام لإدارة مكافحة العدوى أثناء توصيل أدوية الرذاذ.
25. وصف الأسلوب التقني السليم لتنظيف أجهزة توصيل الرذاذ.
26. مناقشة أهمية الصحة المهنية وسلامتها لأخصائيي العناية التنفسية.
27. ذكرالمشاكل و الأخطاء الشائعة عند استخدام أنواع البخاخات المختلفة.
28. وصف كيفية تعليم وتقييم المرضى عند استخدام البخاخات.

# المحتويات


مقدمة ..... 4

شكر وتقدير ..... 7

أهداف تعليمية ..... 9

علم العلاج بالرذاذ ..... 1

المصطلحات

آليات ترسب الرذاذ وأحجام الجزيئات

أنواع بخاخات الرذاذ

أين تذهب أدوية الرذاذ المستنشقة؟

تعادل أجهزة الرذاذ من حيث الكفاءة

مزايا أدوية الرذاذ المستنشقة وعيوبها

مخاطر العلاج بالرذاذ

مخاطر تتعلق بالمرضى

مخاطر تتعلق بمقدمي الرعاية الصحية والقريبين من المريض

مستحضرات أدوية الرذاذ المتوفرة حالياً

أجهزة البخار صغيرة الحجم ..... 18

مزايا وعيوب البخاخات صغيرة الحجم

أنواع أجهزة البخار صغيرة الحجم

العوامل المؤثرة على أداء أجهزة البخار النفاثة في توصيل الدواء

أنواع تصاميم أجهزة البخار النفاثة الهوائية

أجهزة البخار المشغلة بالموجات فوق الصوتية

أجهزة البخار للتطبيقات الخاصة

العلاج المتواصل بالرذاذ

تقنية توصيل الدواء

الأسلوب التقني(١): خطوات الاستعمال الصحيح لأجهزة البخار

تقنية أجهزة البخار ذات الشبكة وأجهزة البخار فوق الصوتية

الأعطال
متى يجب إيقاف المعالجة؟
البخاخات ..... 36
البخاخات أحادية الجرعة ..... 38
إكسسوارات البخاخ أحادي الجرعة
مزايا اكسسوارات البخاخ أحادى الجرعة وعيوبها
التوصيلة المساعدة للبخاخ
التوصيلة المساعدة ذات الصمام
بخاخات البودرة الجافة ..... 64
مزايا بخاخات البودرة الجافة وعيوبها
أنواع بخاخات البودرة الجافة
بخاخات البودرة الجافة أحادية الجرعة
بخاخات البودرة ذو الجرعة الأحادية المتعددة
بخاخات البودرة متعددة الجرعة
مستحضرات بخاخات البودرة الجافة المتوفرة حالياً
العوامل المؤثرة على أداء وتوصيل أدوية بخاخات البودرة الجافة
تقنية توصيل الدواء
كيف تعرف أن بخاخ البودرة الجافة أصبح فارغا؟
معايير اختيار مولد الرذاذ ..... 76
العوامل المرتبطة بالمريض
العوامل المرتبطة بالدواء
العوامل المرتبطة بالبخاخ
العوامل البيئية والسريرية
توصيل أدوية الرذاذ لحديثي الولادة وللأطفال ..... 79
العمر والقدرة البدنية
العمر والقدرة المعرفية
توصيل أدوية الرذاذ للرضع ذوي الضائقة التنفسية والأطفال الذين يبكون

شكل الجهاز بالنسبة للمريض
أهمية قناع الوجه المناسب
تثقيف المرضى و الآباء
مكافحة العدوى ..... 83
نظام إدارة مكافحة العدوى في توصيل أدوية الرذاذ
تنظيف بخاخات الرذاذ وصيانتها
التطهير
الوقاية من العدوى وسوء استخدام بخاخات الرذاذ في المستشفيات أو العيادات
الأمان و الصحة المهنية لأخصائي العناية التنفسية
تثقيف المرضى بالاستخدام الصحيح لأجهزة الرذاذ ..... 90
مواظبة المريض على العلاج
الأخطاء الشائعة للمرضى عند استعمال البخاخ أحادي الجرعة
الأخطاء الشائعة للمرضى عند استعمال التوصيلة المساعدة للبخاخ
الأخطاء الشائعة للمرضى عند استعمال بخاخ البودرة الجافة
الأخطاء الشائعة للمرضى عند استعمال أجهزة البخار صغيرة الحجم
تعليم المرضى وتقييمهم من حيث مدى إتقانهم لاستعمال البخاخات
المراجع العلمية..... 97

# علم العلاج بالرذاذ

يتواجد الرذاذ حيثما تواجد هواء يمكن أن نتنفسه. فمن اللقاحات إلى البثور ومن التدخين إلى التلوث وصولاً إلى المواد الكيميائية من صنع الإنسان. يشتمل الرذاذ على سائل خفيف أو جزيئات صلبة، ويكون الرذاذ الطبي عبارة عن سائل معلق (بخاخ صغير الحجم أو بخاخ أحادي الجرعة) أو جزيئات الدواء الصلبة معلقة في الهواء الحامل. ولقد خلقت أجهزتنا التنفسية بصورة جعلتها تحوي نظام للفلترة وآخر للتخلص من الشوائب واللذان لابد من تجنبها خلال عملية توصيل الدواء الموضعي إلى الرئتين. ومن علوم توصيل الأدوية بصورة رذاذ هي طرق توليد الرذاذ وتحضير الأدوية وإعطاء الأدوية بفاعلية في الموضع الصحيح. وكما هو الحال في فروع المعرفة، لابد من فهم المصطلحات والتعاريف المستخدمة في وصف مبادئ طب الرذاذ بحيث تتقن مهاراتها.

## المصطلحات

إليكم سرد لتعريف أهم المصطلحات المستخدمة في العلاج بأدوية الرذاذ:

| | |
|---|---|
| الرذاذ: | معلق سائل وجزيئات صلبة ناتجة عن مولد رذاذ مثل أجهزة البخار صغيرة الحجم والبخاخ أحادي الجرعة وبخاخ البودرة الجافة. |
| راسب الرذاذ: | عملية ترسب الرذاذ على الأسطح الماصة. |
| مولد الرذاذ: | جهاز يستخدم في إخراج جزيئات من الرذاذ. |
| ناتج الرذاذ: | كمية الدواء الخارجة من مولد الرذاذ. |
| العلاج بالرذاذ: | توصيل الرذاذ السائل أو الصلب إلى الجهاز التنفسي بغرض المعالجة. |
| الكلوروفلوروكربون: | مادة حاملة سائلة مثل الفريون المستخدم في بدايات استخدام البخاخ أحادي الجرعة (تم حظر استخدامه بسبب تأثيره على طبقة الأوزون). |

| | |
|---|---|
| الكميـــة الخامـــدة (الكمية المتبقية): | كمية الدواء التي تبقى في البخاخ بعد اكتمال المعالجة. |
| الانتشار: | آلية ترسب الرذاذ لجزيئات أصغر من ٣ ميكرون (ويطلق على هذه العملية اسم حركة براون). |
| بخاخ البودرة الجافة: | هو جهاز رذاذ يوصل الأدوية في شكل بودرة مع نظام جرعات تنطلق مع التنفس. |
| الجرعة الصادرة: | كمية الدواء الخارجة من مولد الرذاذ في صورة رذاذ. |
| كســـر الجزيئـــات الناعمة: | نسبة الرذاذ ما بين ١-٥ ميكرون التي تترسب في الرئة. |
| التشتت المتعدد : | جزيئات الرذاذ ذات أحجام مختلفة. |
| هيدروفلورالكين: | المادة الحاملة السائلة غير السامة المطورة بصورة أكثر سلمية للبيئة من مادة الكلوروفلوروكربون وتستخدم مع البخاخ أحادي الجرعة. |
| الجرعة المستنشقة: | نسبة الجرعة الاسمية أو الجرعة الصادرة التي تم استنشاقها. |
| الكمية المستنشقة: | كمية الدواء المستنشقة. |
| البخاخ: | جهاز يستخدم لإخراج الدواء في صورة رذاذ عند كل بخة. |
| الانحشار الخامل: | آلية راسب الرذاذ لجزيئات اكبر من ٥ ميكرون. |
| الترسب الجاذبي: | معدل الترسب لجزيئات الرذاذ بسبب الجاذبية وحجم الجزيء وزمنه. |
| الانحـــراف المعيـــاري الهندسي: | انحراف معياري هندسي أعلى وأسفل أحجام الجزيء الوسطى في توزيع الرذاذ الذي يبين تنوع في حجم الجزيء. |
| القطـــــــــــــر الايرودينـــــــاميكي لمتوسـط جزيئـات الكتلة: | معدل حجم الجزيء كما قيس من قبل مقياس تأثير كاسكاد cascade impactor |

| | |
|---|---|
| التشتت الموحد: | جزيئات الرذاذ من نفس الأحجام أو أحجام مماثلة. |
| جهاز البخار: | مولد رذاذ يخرج جزيئات رذاذ بها مستحضرات سائلة. |
| الجرعة الاسمية: | إجمالي جرعة الدواء الموضوعة في البخاخ. |
| التريش/العمود plume: | سبيل الرذاذ الخارج من البخاخ أحادي الجرعة أو أي بخاخ آخر. |
| بخاخ أحادي الجرعة مضغوط: | جهاز حاوي على مزيج من الدواء يقوم بتوزيع جرعات متعددة عن طريق القيمة المقاسة، يستخدم بصورة متبادلة مع بخاخ أحادي الجرعة. |
| كمية الرذاذ: | هي ناتجة من احتكاك الجزيئات الناعمة وتتضاعف بواسطة الكمية المستنشقة. |
| الكمية المتخلفة (الكمية الخامدة): | كمية الدواء التي تتبقى في البخاخ في نهاية المعالجة. |
| التوصيلة المساعدة: | وصلة بدون صمام تضيف مسافة بين منفذ البخاخ أحادي الجرعة وبين فم المريض. |
| التوصيلة المساعدة ذات الصمام: | وصلة بصمام ذات اتجاه واحد تستخدم لاحتواء جزيئات الرذاذ حتى تم التنفس. |

## آليات ترسب الرذاذ وأحجام الجزيئات

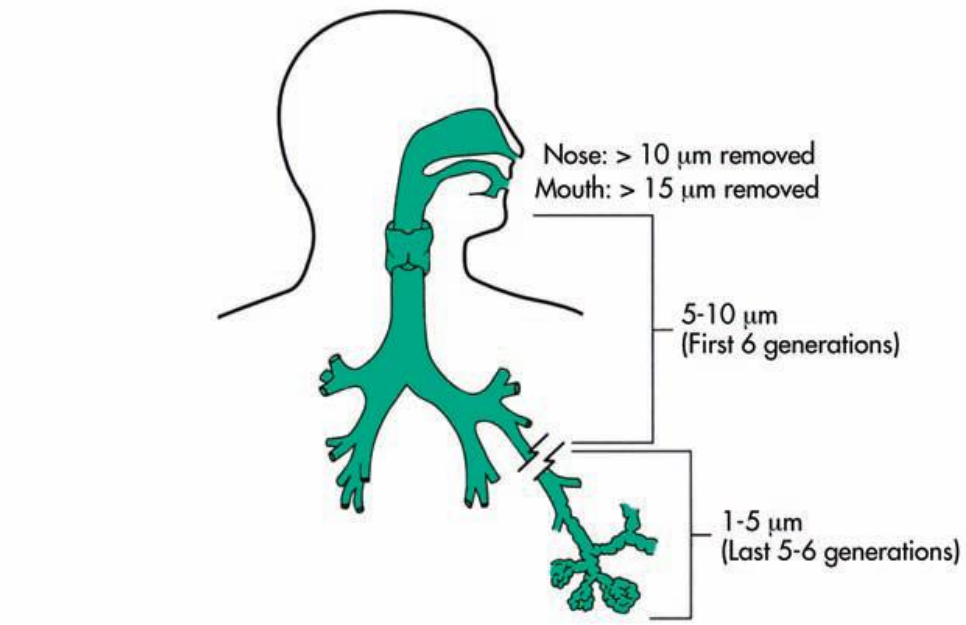
يمر ترسب الرذاذ بثلاث آليات رئيسية وهي الانحشار الخامل و الترسب الجاذبي والانتشار، ويحدث الانحشار الخامل نتيجة لسرعة حركة الجزيئات التي يكون حجمها أكبر من (٣ ميكرون)، أما الترسب الجاذبي فيحدث نتيجة لفعل كتلة الجزيئات وزمنها، على أن يكون معدل الترسب متناسب مع الحجم الجزيء وكتلته. بينما يحدث الانتشار عندما يكون هناك جزيئات أصغر من (١ ميكرون). ويتم استنشاق جزيئات الرذاذ عبر الفم أو الأنف، حيث يتم فلترة الجزيئات كبيرة الحجم (١٠ ميكرون واكبر) في الأنف و/أو البلعوم من خلال الانحشار الخامل، وتصل الجزيئات ذات أحجام من (٦ -١٠ ميكرون)

إلى القناة السفلية من الجهاز التنفسي، كما تصل الجزيئات ذات الأحجام (١ -٥ ميكرون) إلى محيط الرئة.

ويلعب حجم الجزيء دوراً هاماً في راسب الرئة وكذلك في سرعة الجزيء و زمن ترسبه. فعندما يزداد حجم الجزيء إلى أكثر من (٣) ميكرون، فأن ترسب الرذاذ يتحول من الوسط المحيط بالرئة إلى السبيل التنفسي، حيث يزداد الترسب في البلعوم كلما ازداد حجم الجزيء لأكثر من (٦ ميكرون)، مع العلم أن فقدان الزفير يكون بصورة عالية مع الجزيئات الصغيرة جداً بحجم (١ ميكرون) أو أقل؛ وبالتالي فان أحجام الجزيء (١ -٥ ميكرون) أفضل للوصول إلى الوسط المحيط بالرئة، بينما تترسب الجزيئات ذات الأحجام من (٥ -١٠) بشكل كبير في السبيل التنفسي، وتترسب الجزيئات ذات الأحجام من ( ١٠ -١٠٠ ميكرون) بشكل أكبر في الأنف.

تستخدم أجهزة العلاج بالرذاذ من الناحية السريرية في إخراج جزيئات متعددة الأحجام في صورة رذاذ، بمعنى أن هناك مزيج من مختلف أحجام الرذاذ عند العلاج. وتتميز قطرات الرذاذ ذات الأحجام الموحدة بأنها جزيئات ذات حجم موحد وهذا أمر نادر بالنسبة للطبيعة وكذلك في مجال الطب. ويمكن تقدير حجم قطرات الرذاذ المتبقية من خلال معيار يطلق عليه اسم القطر الايروديناميكي لمتوسط جزيئات الكتلة الذي من خلاله يمكن تحديد حجم الجزيء بالميكرون سواء كان أكبر أو أصغر من (٥٠ ٪) من كتلة الجزيء. وهذا هو حجم الجزيء الذي يقسم الكتلة أو الكمية الدوائية بالتساوي. ويعرف ذلك بأنه القطر الايروديناميكي لمتوسط جزيئات الكتلة بسبب طريقته في قياس الأحجام. فكلما كان القطر الايروديناميكي لمتوسط جزيئات الكتلة اعلى، كلما زاد عدد الأحجام ذات القطر الأكبر.

وكما نرى في الشكل (1)، فإن الجزيئات الأكبر (١٠ -١٥) ميكرون تترسب بصورة كبيرة في السبيل التنفسي العلوي بينما الجزيئات من (٥ -١٠) ميكرون تصل إلى القصبات الهوائية الكبيرة، والجزيئات من (١ -٥) ميكرون تتسلل إلى السبيل التنفسي السفلي ومحيط الرئة.




شكل (1): نظرة مبسطة عن أثر حجم جزئٍ الرذاذ على موضع الرواسب في السبيل التنفسي.

## أنواع بخاخات الرذاذ

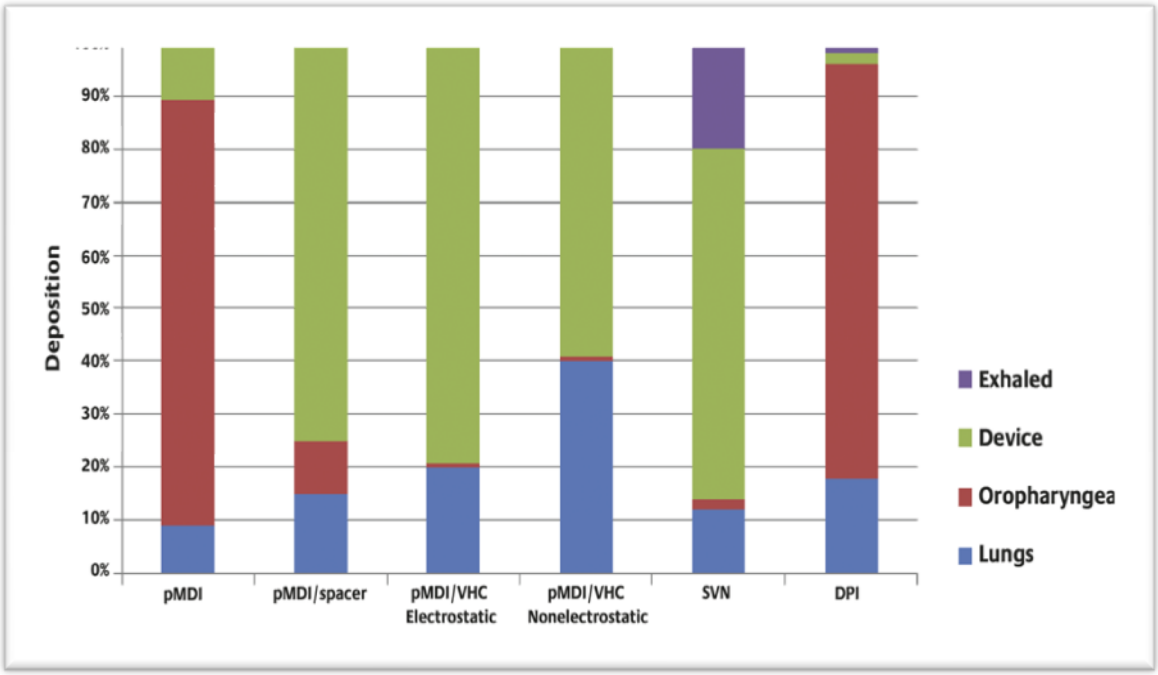
هناك ثلاثة أجهزة شائعة تعمل على توصيل الجرعة الدوائية إلى الرئة. وهي: أجهزة البخار صغيرة الحجم، والبخاخ أحادي الجرعة، وبخاخ البودرة الجافة. وفيما يلي شرح مختصر لكل نوع:

- أجهزة البخار صغيرة الحجم: هو مولد الرذاذ الذي يقوم بتحويل محلول الدواء السائل أو المعلق إلى رذاذ والتي تعمل بواسطة هواء مضغوط أو أوكسجين مضغوط أو جهاز يعمل كهربائياً.
- البخاخ أحادي الجرعة: هو جهاز صغير يمكن حمله ويحتوي على مزيج من الدواء ذاتي المحتوى والذي يقوم بتوزيع الجرعات المتعددة من خلال القيمة المحددة. ونظراً لفقدان الكثير من العلاج في الفم أو البلعوم أو بسبب سوء التنسيق اليدوي مع البخاخ أحادي الجرعة، لذا فإن التوصيلة المساعدة والتوصيلة المساعدة ذات الصمام يتم استخدامهما كأجهزة إضافية مع البخاخ أحادي الجرعة.

- **بخاخ البودرة الجافة:** إن العلاج بالرذاذ عبارة عن جهاز يوصل الدواء في صورة بودرة عن طريق استخدام نظام الجرعة الفعالة التي يتم تشغيلها بالتنفس.

## أين تذهب أدوية الرذاذ المستنشقة؟

قد تصل ترسبات الرئة من (١ -٥٠٪ ) باستخدام أجهزة توصيل الرذاذ، حيث يعتمد الترسب على العوامل المتنوعة كالجهاز والمريض والدواء والمرض. فعلى سبيل المثال، عند تعاطي جرعة ٢٠٠ ميكروجرام من أدوية البيترول (albuterol) من خلال بخاخين من البخاخ أحادي الجرعة، فإن كمية العلاج التي تصل إلي الرئتين تقدر بحوالي ٢٠ -٤٠ ميكروجرام في حالة تطبيق الأسلوب التقني الخاص بها بصورة صحيحة. أما باقي الجرعة فتترسب داخل الحلق أو الجهاز او تتطاير أثناء عملية الزفير. ويبين شكل (2) نسب ترسب الأدوية في الرئة لمختلف أنواع أجهزة الرذاذ، موضحا الفقدان داخل الفم والبلعوم والجهاز والهواء المحيط/الزفير والاختلافات بين أنواع أجهزة التوصيل بالرذاذ كما هو الحال في جرعة الرئتين.




شكل (2): يبين راسب الأدوية في بخاخات العلاج بالرذاذ، وتوضح الألوان النسب المئوية المتنوعة من راسب الدواء وفقدان الرئة والفم والبلعوم والجهاز والنفس المنفوث.

الجدير بالذكر أن أنواع أجهزة الرذاذ المختلفة ترسب نسباً متفاوتة من إجمالي الجرعة المعطاة إلى الرئة، ويطلق عليها لفظ "الجرعة الاسمية". مع أن العلاج المعطى عبر أجهزة الرذاذ المختلفة لا تحظى بجرعة اسمية واحدة، فمثلاً عند استعمال أدوية البيترول، فإن الجرعة الاسمية المعتادة هي بختين أو حوالي ٢٠٠ ميكروجرام من البخاخ أحادى الجرعة ، بينما الجرعة الاسمية في جهاز البخار هي حوالي ٥،٢ مليجرام، أي أكثر من عشرة أضعاف. ويوضح جدول (١) الجرعات الاسمية للبخاخ أحادي الجرعة و جهاز البخار لبعض الأدوية.

جدول (١): الفرق في الجرعة الاسمية (الإجمالية) بين البخاخ أحادي الجرعة و أجهزة البخار صغيرة الحجم لكثير من المستحضرات الدوائية.

| الدواء | الجرعة الاسمية للبخاخ أحادي الجرعة | الجرعة الاسمية لجهاز البخار صغير الحجم |
|---|---|---|
| البترول | ٢،٠ مليجرام (٢٠٠ ميكروجرام)<br>٠٤،٠ مليجرام (٤٠ ميكروجرام) | ٥،٢ مليجرام<br>٥،٠ مليجرام |
| إبراتروبيوم | | |
| ليفالبيترول | ٠٤٥،٠ مج – ٠٩٠،٠ مج | ٣١،٠ مج – ٢٥،١ مج |

## تعادل أجهزة الرذاذ من حيث الكفاءة

كان يعتقد على مر التاريخ أن أجهزة البخار صغيرة الحجم أكثر فاعلية من البخاخات أحادية الجرعة وخصوصاً مع الأدوية الموسعة للشعب الهوائية قصيرة المفعول في حالة الانسداد الحاد للسبيل التنفسي. وعلى النقيض، أظهرت البراهين تعادل النتائج السريرية مع أجهزة توصيل الرذاذ سواءً كانت أجهزة بخار صغيرة الحجم أو بخاخات أحادية الجرعة أو بخاخات البودرة الجافة بشرط استخدامها بصورة صحيحة من قبل المريض. وبالنسبة لموسعات الشعب الهوائية، فغالباً ما تحدث نفس الاستجابة السريريه من الجرعة

المحددة من البخاخ أحادي الجرعة أو أجهزة البخار صغيرة الحجم رغم ارتفاع الجرعة الاسمية في أجهزة البخار صغيرة الحجم.

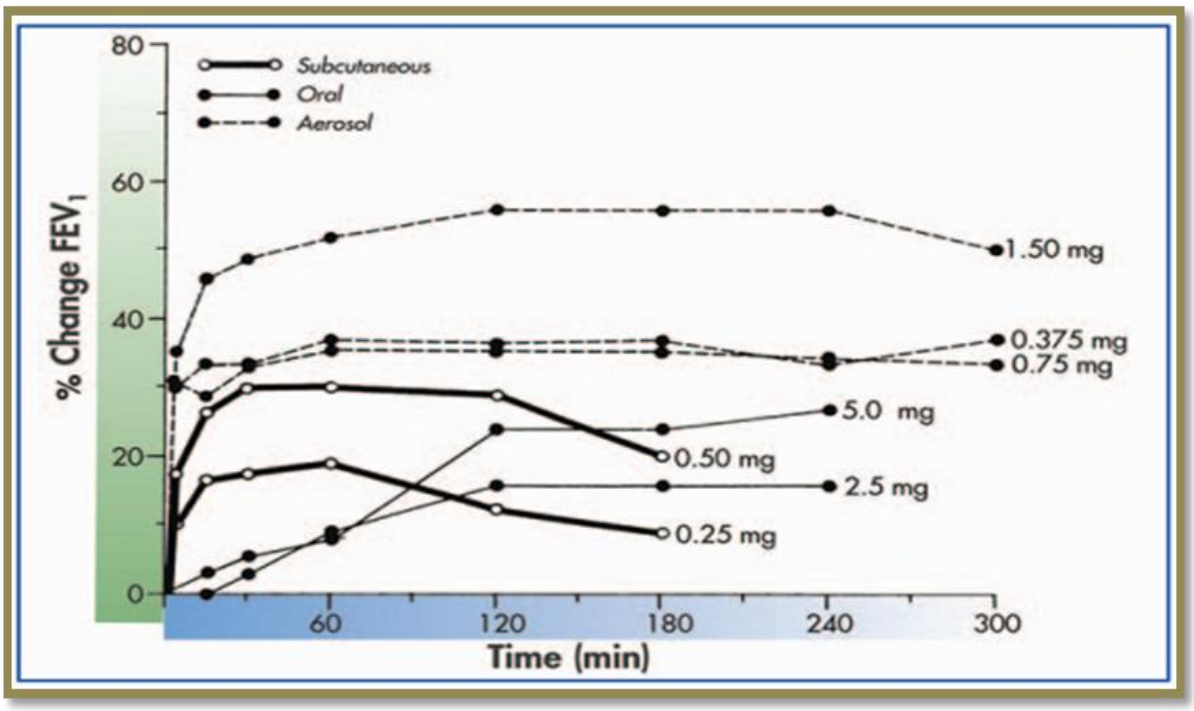
تعمل أجهزة الرذاذ الحديثة و مستحضرات الأدوية على زيادة كفاءة راسب الرئة إذا تمت مقارنتها بالأجهزة التقليدية شائعة الاستعمال. فمثلاً راسب الرئة لبخاخ البيكلوميثازون (كيوفار) كانت حوالي من ٤٠ -٥٠٪ من الجرعة الاسمية عند استخدام البخاخ الأحادي الجرعة المضغوط الحاوي على المادة الحاملة للدواء ((propellant) الهيدروكلوروالكين -HFA) والتي حلت محل المادة الحاملة القديمة "الكلوروفلوركربون" (chlorofluorocarbon). وأيضاً أوضحت الأجهزة مثل: بخاخ ريسبيمات (Respimat nebulizer) وجود راسب بالرئة بحوالي ٤٠٪. وعلى الرغم من تنوع كفائة الجرعة الواصلة للرئة بين الأجهزة، إلا أن البخاخات التي تتميز براوسب قليلة في الرئة أثبتت تحقيق التأثير العلاجي المنشود في المرضى.

## مزايا أدوية الرذاذ المستنشقة وعيوبها

يوجد هناك العديد من المزايا والعيوب عند استخدام الأدوية التي تعالج الأمراض الرئوية عن طريق أجهزة الرذاذ، جدول (٢). ومن أهم المزايا الرئيسية للعلاج بالرذاذ هي معالجة الرئة مباشرة بجرعات صغيرة مما يترتب عليها آثار جانبية أقل على الجسم عند مقارنتها بموسعات القصبات الهوائية قصيرة المفعول المستخدمة عن طريق الفم. وكما هو موضح في الشكل (3)، فاستنشاق التربيوتالين (Terbutaline) – منبهات بيتا β2-agonist قصيرة المفعول . من بخاخ أحادي الجرعة مضغوط . يحسن عملية تدفق الهواء بشكل أفضل من استخدام جرعة أكبر عن طريق الفم أو بالحقن تحت الجلد.

جدول (٢): مزايا أدوية الرذاذ المستنشقة وعيوبها.

| المزايا: | العيوب: |
| --- | --- |
| • يكون حجم جرعة الرذاذ أصغر من الجرعة الفمية أو عن طريق الدم.<br>• يكون تأثير الأدوية المستنشقة أسرع من تاثير الأدوية عبر الفم.<br>• يتم توصيل الأدوية إلى الرئتين مباشرة بأقل درجة تعرض للجسم.<br>• الأعراض الجانبية أقل ضرراً وخطورة عند الاستنشاق إذا ما قورنت بالتوصيل عن طريق الجسم.<br>• لا تسبب العلاجات بالأدوية المستنشقة آلام، بل أنها مريحة نسبياً. | • يكون الترسب بالرئة منخفض نسبياً مقارنة بإجمالي جرعة الرذاذ.<br>• تؤثر بعض المتغيرات (مثل، نمط التنفس الصحيح و طريقة استعمال الجهاز) على الترسب بالرئة و كذلك القدرة على إخراج كمية الجرعة الكافية.<br>• صعوبة التنسيق بين حركة اليد والاستنشاق عند استعمال البخاخ أحادي الجرعة المضغوط.<br>• عدم الوعي بطرق الاستعمال الصحيح لأجهزة الرذاذ من قبل المرضى أو مقدمي الرعاية الصحية، مما يقلل من فاعليتها.<br>• يصاب المرضى و مقدمي الرعاية الصحية بالحيرة والارتباك بسبب تعدد وكثرة أنواع الأجهزة المستخدمة.<br>• عدم وجود المعلومات الفنية على البخاخات للتوضيح للممارسين الصحيين، مما يقلل من فاعليتها. |




شكل (3): التغيرات في التنفس لثلاثة أنواع مختلفة من إعطاء الجرعة الدوائية للتربيوتالين. كان البخاخ أحادي الجرعة المضغوط الأكثر تأثيراً على عملية تدفق الهواء عند مقارنته باستخدام جرعة أكبر عن طريق الفم أو الحقن تحت الجلد.

## مخاطر العلاج بالرذاذ

قد تظهر بعض المخاطر المرافقة لاستخدام أدوية العلاج بالرذاذ نتيجة لاستنشاق الأدوية، واستخدام مولد الرذاذ وتقنية إعطاء الرذاذ والبيئة. وقد تؤثرهذة المخاطر على المرضى ومقدمي الرعاية الصحية والأشخاص القريبين من المريض.

## مخاطر تتعلق بالمرضى

التفاعلات الجانبية: أغلب المخاطر المرافقة لعلاج الرذاذ تعود إلى تفاعلات معاكسة للدواء المستخدم. لذلك يجب إعطاء أدوية الاستنشاق مع توخي الحذر والحرص. وهناك عدة أنواع من التفاعلات ومنها: الصداع والأرق والعصبية المصحوبة بعوامل ادرينالية والتأثيرات الموضعية مع مضادات التنشيط بالكولين، والتأثيرات الجسمية والموضعية للأدوية الستيرويدية. وفي حال ظهور تلك التفاعلات خلال العلاج بالرذاذ، يجب إيقاف المعالجة وإبلاغ الطبيب المختص فوراً.

**التشنج القصبي:** إن إعطاء علاج الرذاذ البارد والعالي الكثافة قد يسبب تشنج للقصبة الهوائية المصاحب للربو أو أي مرض تنفسي آخر. وفي حال ظهور تلك التشنجات خلال المعالجة بالرذاذ، فيجب إيقاف المعالجة لمدة ١٥ -٢٠ دقيقة. وإذا استمرت يجب إبلاغ الطبيب المختص.

**التركيز الدوائي:** في كلاً من أجهزة البخار النفاثة وأجهزة البخار فوق الصوتية قد يزيد التركيز الدوائي بشكل كبير خلال المعالجة بالرذاذ نتيجة للتبخر والحرارة وعدم القدرة بشكل فعال على عملية بخ ورش العالق الدوائي. وكنتيجة للتغيرات الحاصلة في التركيز الدوائي ، يزداد مقدار الدواء المتبقي في البخاخ في نهاية المعالجة ويكون المريض عرضة لتركيز عالي من الأدوية المستنشقة، وهذا يسبب مشكلة كبيرة بالنسبة لعملية البخ المتواصل.

**العدوى:** لقد تم التاكد أن بخاخات علاج الرذاذ ممكن أن تصبح سامة وملوثة بالبكتيريا وتزيد من مخاطر الإصابة بالعدوى للمصابين بأمراض تنفسية. ويعتمد خطر انتشار الإصابة على مدة التعرض للدواء المصحوب بالعوامل المرضية والإجراءات المتبعة من قبل أخصائي العناية التنفسية لتجنب التعرض للعوامل المرضية. حيث أن اتباع بعض الإجراءات الوقائية البسيطة مثل الممارسة السليمة لمناولة الأجهزة وتنظيفها وتعقيمها جيداً قد يعمل بشكل كبير على الحد من هذه المخاطر.

**تهيج العين:** قد يؤدي استنشاق الأدوية عن طريق القناع الوجهي إلى ترسبات في العيون ومن ثم يحدث تهيج العين. ولذلك فإن تحسين التوصيلة بين القناع الوجهي والمريض قد يؤدي إلى التخلص من هذة المشكلة وزيادة كمية الدواء الواصل للسبيل التنفسي. لذلك يجب أخذ الحيطة والحذر عند إعطاء أدوية العلاج بالرذاذ باستخدام القناع الوجهي.

## مخاطر تتعلق بمقدمي الرعاية الصحية والقريبين من المريض

**التعرض للأدوية المستنشقة:** مقدمي الرعاية الصحية والواقفين بالجوار معرضين لخطر التعرض للأدوية المستنشقة عند مراقبتهم وعنايتهم للمرضى بصورة مستمرة. ونظراً لأن المكان يكون معرضاً للرذاذ حيث يمكن قياس ذلك في البلازما، فقد يزيد ذلك من فرص

الإصابة بإعراض تشبه الربو وبالتالي فقد تسبب بالإصابة بالربو المهني. وباتباع وسائل وطرق السلامة الصحية للمكان في أقسام العناية التنفسية قد يقلل من التعرض للأدوية بالرذاذ.

**العدوى:** مقدمي الرعاية الصحية والقريبين من المرضى وحتى المرضى الاخرين قد يتعرضون لخطر استنشاق بعض الأمراض أثناء العلاج بالرذاذ. ويمكن الحد من خطر العدوى عن طريق تطوير وتنفيذ نظام إدارة مكافحة العدوى بما فيها استعمال الاقنعة والفلاتر وانظمة التهوية.

## مستحضرات أدوية الرذاذ المتوفرة حالياً

تتوفر بعض أدوية الرذاذ في أكثر من مستحضر، وغالباً ما تتوفر الأدوية الحديثة في مستحضر واحد فقط . ويبين جدول (٣) قائمة بمستحضرات أدوية الرذاذ المتوفرة حالياً واسمائها التجارية والأجهزة الخاصة بها الموافق عليها من قبل الإدارة الأمريكية للأدوية والأغذية (FDA) وأسعارها. حيث تم الحد من استعمال حامل الكلوروفلوروكربون (CFC) المستعمل في البخاخ أحادي الجرعة واستبداله بمستحضر الهيدروفلوروالكين (HFA). ومن أمثلة ذلك (ليفال بوترول levelbuterol – بخاخ أحادي الجرعة) الأكثر شيوعاً، أو بخاخات البودرة الجافة (مثل، فورموترول وتايوتروبيوم ومومیتازون).

جدول (٣): مستحضرات أدوية العلاج بالرذاذ المتوفرة حالياً مع أجهزة البخاخات وتكلفة استخدامها بالولايات المتحدة الأمريكية.

| الدواء | الماركة | الجهاز | فاعليته | الجرعة | التكلفة (الدولار) | التكلفة/الجرعة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| موسعات الشعب الهوائية قصيرة المفعول | | | | | | |
| البترول سلفات | اكيونيب | أجهزة البخار صغيرة الحجم | ٦٣،٠<br>٢٥،١ | ٢٥<br>٢٥ | ٩٣،٥١<br>٩٣،٥١ | ٠٨،٢<br>٠٨،٢ |
| | البترول | أجهزة | ٥،٢ | ٢٥ | ١٤،١٧ | ٤١،٠ |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | سلفات | البخار صغيرة الحجم | زجاجة | ٢٠ مل | | ١٨،٠ |
| | برو أير | البخاخ أحادي الجرعة | | ٢٠٠ | ٤٢ | ٢١،٠ |
| | بروفنتيل | البخاخ أحادي الجرعة | | ٢٠٠ | ٤٩ | ٢٥،٠ |
| | فينتولين | البخاخ أحادي الجرعة | | ٢٠٠ | ٣٧،٤٦ | ٢٣،٠ |
| ليفال بوترول | محلول استنشاق زوبينيكس | أجهزة البخار صغيرة الحجم | ٣١،٠<br>٠،٦٣<br>٢٥،١ | ٢٤<br>٢٤<br>٢٤ | ١٠٦<br>١٠٦<br>١٠٦ | ٤٢،٤<br>٤٢،٤<br>٤٢،٤ |
| | زوبينيكس | البخاخ أحادي الجرعة | | ٢٠٠ | ٥٥ | ٢٨،٠ |
| | ميتابروتيرين نول | أجهزة البخار صغيرة الحجم | ٤،٠<br>٦،٠ | ٢٥<br>٢٥ | ٧٥،٧٢<br>٧٥،٧٢ | ٩١،٢<br>٩١،٢ |
| اكليدنيوم | تودورزا برزاير | بخاخ البودرة الجافة | | ٦٠ | ٧٨،٢٤١ | ٠٣،٤ |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ابراتروبيوم بروميد | ابراتروبيوم بروميد | أجهزة البخار صغيرة الحجم | قنينة | ٢٥ | ٨٣ | ٣٢،٣ |
| | اتروفينت | البخاخ أحادي الجرعة | | ٢٠٠ | ٠٧،٢٤١ | ٢١،١ |
| ابراتروبيوم بروميد وسلفات البترول | ابراتروبيوم بروميد وسلفات البترول | أجهزة البخار صغيرة الحجم | | ٦٠ | ٢٤،٤١ | ٦٩،٠ |
| | ديونيب | أجهزة البخار صغيرة الحجم | | ٦٠ | ٧٨،١٥٠ | ٥١،٢ |
| | كومبيفنت | البخاخ أحادي الجرعة | | ١٢٠ | ٣٨،٢٤٣ | ٠٣،٢ |
| | ريسبيمات | | | | | |
| بيربترول | ماكس اير | بخاخ البودرة الجافة | | ٤٠٠ | ٧٦،١٨٩ | ٤٧،٠ |
| موسعات الشعب الهوائية طويلة المفعول | | | | | | |
| ارفورموترول | بروفانا | أجهزة البخار صغيرة | | ٣٠<br>٦٠ | ٠٩،٢٤٣<br>٩٢،٤٨٠ | ١٠،٨<br>٠٢،٨ |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الحجم | | | | |
| فورموتترول | بيرفوروميست | أجهزة البخار صغيرة الحجم | | ٦٠ | ٦٧،٥٠٥ | ٤٦،٨ |
| | فورادیل ايرولايزر | بخاخ البودرة الجافة | | ٦٠ | ١٥٣ | ٥٥،٢ |
| انداكتيرول | اركابتا | بخاخ البودرة الجافة | | ٣٠ | ٣٨،١٩٣ | ٤٥،٦ |
| ساليتترول | سيريفنت | بخاخ البودرة الجافة | | ٦٠ | ١٤٣ | ٣٨،٢ |
| تايوتروبيوم | سبيرفا | بخاخ البودرة الجافة | | ٣٠ | ١٧١ | ٧٠،٥ |
| الأدوية الستيرويدية | | | | | | |
| بيكلوميثازون | كيوفار 40 | البخاخ أحادي الجرعة | ٤٠ | ١٠٠ | ١٢٤ | ٢٤،١ |
| | كيوفار 80 | البخاخ أحادي الجرعة | ٨٠ | ١٠٠ | ٦٤،١ | ٦٤،١ |
| بوديسونيد | بوليكورت ريسبوليس | أجهزة البخار صغيرة | ٢٥،٠<br>٥،٠ | ٣٠<br>٣٠ | ٢٠٠<br>٨٥،٢٣٧ | ٦٧،٦<br>٩٣،٧ |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الحجم | | | | |
| | بوليكورت تربوهيلر | بخاخ البودرة الجافة | | ٢٠٠ | ١٦٤ | ٨٢،٠ |
| سيكليسونيد | الفيسكو | البخاخ أحادي الجرعة | | ٦٠ | ٦٩،١٧٧ | ٩٦،٢ |
| فلونيسيوليد | فلوفنت القرصي | بخاخ البودرة الجافة | /١٠٠<br>٥٠<br>/٢٥٠<br>٥٠<br>/٥٠٠<br>٥٠ | ٦٠<br>٦٠<br>٦٠ | ١٨٦<br>٢٠٦<br>٢٨٦ | ١٠،٣<br>٦٠،٣<br>٧٧،٤ |
| | فلوفنت | البخاخ احادي الجرعة | ٤٤<br>١١٠<br>٢٢٠ | ١٢٠<br>١٢٠<br>١٢٠ | ١٢٠<br>١٥٤<br>٢٤٧ | ٠،١<br>٢٨،١<br>٠٦،٢ |
| موميتازون | ازمانكس | بخاخ البودرة الجافة | ١١٠<br>٢٢٠<br>٢٢٠<br>٢٢٠ | ٣٠<br>٣٠<br>٦٠<br>١٢٠ | ٧٧،١٣٧<br>١٤٨<br>١٦٨<br>٢٣٤ | ٥٩،٤<br>٩٣،٤<br>٨٠،٢<br>٩٥،١ |
| الأدوية المخلوطة/ الممزوجة | | | | | | |
| فلوتيكازون وسالميترول | ادفير اتش اف ايه | البخاخ أحادي الجرعة | ٢١/٤٥<br>/١١٥<br>٢١<br>/٢٣٠<br>٢١ | ١٢٠<br>١٢٠<br>١٢٠ | ٩٥،٢٣٠<br>٤٦،٢٨٥<br>٥٥،٣٧٣ | ٩٢،١<br>٣٨،٢<br>١١،٣ |
| | ادفير القرصي | بخاخ البودرة الجافة | /١٠٠<br>٥٠<br>/٢٥٠<br>٥٠<br>/٥٠٠ | ٦٠<br>٦٠<br>٦٠ | ١٨٦<br>٢١٦<br>٢٨٦ | ١٠،٣<br>٦٠،٣<br>٧٧،٤ |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ٥٠ | | | |
| بوديسونيد وفورمترول | سيمبكورت | البخاخ أحادي الجرعة | ٨٠<br>١٦٠ | ٦٠<br>٦٠ | ١٧٢<br>٢٠٢ | ٨٧،٢<br>٣٧،٣ |
| موميتازون/ف ورموترول | دوليرا | البخاخ أحادي الجرعة | ١٠٠<br>٢٠٠ | ١٢٠<br>١٢٠ | ٨٧،٢٤٨<br>٨٧،٢٤٨ | ٠٧،٢<br>٠٧،٢ |
| أدوية مذيبة البلغم | | | | | | |
| دورناس الفا | بولموزيم | أجهزة البخار صغيرة الحجم | | ٣٠ | ٧٢٨،١ | ٦٠،٥٧ |
| الأدوية الأخرى | | | | | | |
| زانااميفير | ريلنزا | بخاخ البودرة الجافة | | ٢٠ | ٤٠،٦٧ | ٣٧،٣ |
| توبراميسين | توبي | أجهزة البخار صغيرة الحجم بخاخ البودرة الجافة | | ٥٦ | ٢٨،٢٨٨،٧ | ٧٦،١٢٩ |
| ازتريونام | كايستين | أجهزة البخار صغيرة الحجم | | ٢٨ | ٠٩،١٨١،٦ | ٧٥،٢٢٠ |

# أجهزة البخار صغيرة الحجم

تعتبر أجهزة البخار صغيرة الحجم بخاخات رذاذ يكثر استخدامها من قبل مقدمي الرعاية الصحية والمرضى وتعمل هذه الأجهزة على تحويل المحلول أو المعلق الدوائي إلى رذاذ يترسب في الجهاز التنفسي السفلي عند المريض بدون الحاجة إلى بذل مجهود من قبل المريض.

## مزايا وعيوب البخاخات صغيرة الحجم

تعد أجهزة البخار صغيرة الحجم من الركائز الأساسية في العلاج بالرذاذ الطبي في الحالات الحادة والحرجة عند المرضى. وهي أيضاً الخيار الأول للمرضى مثل الرضع والأطفال الصغار والمسنين الذين يجدون صعوبة في تشغيل أو استخدام أجهزة الاستنشاق المختلفة، لكن هذه الميزة تقابلها مسألة النقل والوزن وضجيج الجهاز وتكلفته والمدة الزمنية لإعطاء جرعة الرذاذ الدوائية. ويوضح جدول (٤) مزايا أجهزة البخار صغيرة الحجم وعيوبها.

جدول (٤): مزايا أجهزة البخار صغيرة الحجم وعيوبها.

| المزايا: | العيوب: |
|---|---|
| • القدرة على تحويل الكثير من محاليل الأدوية إلى رذاذ.<br>• القدرة على تحوي أكثر من خليط دوائي إلى رذاذ؛ عند تلائم الأدوية.<br>• الحاجة إلى الحد الأدنى من التنسيق وتعاون المريض.<br>• مفيد للغاية مع صغار وكبار السن والمرضى المصابين بالوهن أو بضيق التنفس الحاد.<br>• إمكانية تعديل تركيز الأدوية.<br>• إمكانية التنفس بشكل طبيعي أثناء جرعة الرذاذ بدون الحاجة لكتم التنفس من أجل تحقيق الفاعلية. | • قد تتراوح فترة المعالجة من ٥ -٢٥ دقيقة.<br>• قد تكون المعدات المطلوبة للبخار كبيرة الحجم ويصعب حملها.<br>• الحاجة لمصدر إمداد الطاقة (الكهرباء والبطارية أوالغاز المضغوط).<br>• مخاطر وصول الدواء للعيون عند استخدام قناع الوجه.<br>• تنوع خواص الأداء بين أنواع ونماذج الماركات الأخرى من البخاخات.<br>• وجوب التجميع والتنظيف.<br>• احتمالية تلوث الأجهزة عند مداولتها أو عدم تنظيفها جيدا. |

تصنف أجهزة البخار صغيرة الحجم من قبل مركز الأجهزة وسلامة الأشعة بالإدارة الأمريكية للأغذية والأدوية على أنها أجهزة طبية، ويتم اختبار هذه الأجهزة وفقاً لمعايير سلامة الأجهزة الطبية الكهربائية والتوافق الكهرومغناطيسي والبيئة ودرجة الحرارة والرطوبة والصدمات والاهتزازات وكذلك مواد التوافق البيولوجي.

ويتم تصميم أجهزة البخار لاستخدامها مع المستحضرات السائلة، كما يتم الموافقة على استخدام الأدوية مع البخاخات من قبل الإدارة الأمريكية للأغذية والأدوية ومركز الأبحاث والتقييم للدواء. فيما كان في الماضي تتم الموافقة على المحاليل الدوائية بناء على دراسات تستخدم أجهزة بخار نفاثة عادية (النوع الأول من أجهزة البخار صغيرة الحجم) والتي تتراوح كفاءتها من ٦ -١٢٪ علاوة على أن استخدام أجهزة الرذاذ الأكثر كفاءة تشكّل خطراً لاحتمالية استنشاق جرعة دوائية أعلى من الجرعة الدوائية اللازمة، وزيادة مخاطر الآثار الجانبية. وبالتالي فإن إدارة الأغذية والدواء الأمريكية أوصت بضرورة وضع اسم جهاز الرذاذ المستخدم في الدراسات السريرية على الملصق الدوائي لمستحضر السائل الجديد، كما هو موضح في جدول (٥). وبما أن توصيل الجرعة الدوائية يختلف مع اختلاف أجهزة الرذاذ، فمن المهم استخدام جهاز الرذاذ الموصى به على الملصق الدوائي عند اللزوم؛ وعلى الأخصائيين أن يكونوا على دراية كافية بطريقة استعمال الأجهزة كما هو مضح على الملصق.

جدول (٥): مستحضرات الدواء وأجهزة البخار المعتمدة لهذة المستحضرات.

| مستحضر الدواء | البخاخ المعتمد |
|---|---|
| موسع الشعب الهوائية | نوع البخاخ غير محدد |
| اسيتايلسيستين | نوع البخاخ غير محدد |
| بدوسونيد (بوليكورت ريسبولز) | يجب عدم استخدامه مع أجهزة البخار فوق الصوتية |
| توبراميسين (توبي) | باري (ل. س) ، سايد ستريم بلس |
| دورناز ألفا (بولموزيم) | هودسن ت اب ٢، ماركيست آكورن ٢، باري (ل. سي)، دورابل سايد ستريم، باري بيبي |
| بينتامادين (نيبوبينت) | ماركيست ريسبيرغارد ٢ |
| ريبافيرين (فيرازول) | مولد الرذاذ صغير الجزئيات |
| ايلوبروست (فينتافيز) | اي نيب مولد الرذاذ المكيف |

| | |
|---|---|
| أزترونام (كيستون) | نظام بخار التيرا |
| تربروستينيل (تيفاسو) | نظام بخاخ تيفاسو |

تعد أجهزة البخار الهوائية النفاثة الأكثر استخداماً في المستشفى أو العيادة، وذلك لتكلفتها الأقل وإنتاجها الأكبر، ومعدة للاستعمال لمرة واحدة. أما الأجهزة الحديثة، فكفاءتها عالية وتكلفتها أعلى، كما يوضح جدول (٦). تتكون أجهزة البخار من مقبض وضاغط هوائي أو ومشغل الطاقة وأنبوب يشبه البوق وغيرها من الملحقات الأخرى بالجهاز. وعموماً، ويعد الضاغط الهوائي أو الإلكترونيات متينة وتتحمل العمل الشاق وتستمر صالحة للاستعمال لفترة طويلة، بينما المقابض والاكسسوارات تحتاج إلى تبديلها عدة مرات. يوضح جدول (٧) تكلفة القطع المستبدلة.

جدول(٦): التكاليف النسبية لجميع أنواع أجهزة البخار.

| نوع الجهاز | المتوسط التقريبي للتكلفة (دولار أمريكي) |
|---|---|
| أجهزة البخار النفاثة ذات الضاغط | ٥٠ -١٥٠دولار |
| أجهزة البخار فوق الصوتية | ١٠٠ -٢٥٠دولار |
| أجهزة البخار شبكية الاهتزاز | ٢٠٠ -١٢٠٠دولار |
| أجهزة البخار المحرضة بالاستنشاق المعالج الدقيق | ٧٥٠ -٢٠٠٠دولار |

جدول(٧): تكاليف أجزاء أجهزة البخار.

| اجزاء أجهزة البخار | التكلفة التقريبية |
|---|---|
| أجهزة البخار النفاثة يستخدم لمرة واحدة (١ -٧) ايام مع الحالات الحرجة ولفترة اطول مع الاستعمال المنزلي. | ١ -٣ دولار |
| أجهزة البخار النفاثة مع وصلة في شكل بوق (١-٣) ايام. | ٤ -١٥ دولار |
| أجهزة البخار النفاثة مع الفلتر (١-٣) ايام. | ١٠ -١٢ دولار |
| أجهزة البخار المحسنة للنفس. | ٤ -٢٠ دولار |
| أجهزة البخار النفاثة المحرضة بالاستنشاق | ٤ -٦ دولار |
| غرفه الدواء لأجهزة البخار فوق الصوتية (يوميا أو | ١ -٥ دولار |

| | |
|---|---|
| أسبوعيا). | |
| تبديل قطع لأجهزة البخار فوق الصوتية ( ٣ -١٢) شهر. | ١٠٠ -٢٥٠ دولار |
| تبديل اجزاء أجهزة البخار الشبكية الهزازة ( ٣ -١٢) شهر. | ٤٠ -١٥٠ دولار |

## أنواع أجهزة البخار صغيرة الحجم

### أجهزة البخار النفاثة:

يتم تشغيل أجهزة البخار النفاثة عن طريق ضغط الهواء أو الأوكسجين بحيث يؤدي إلى خروج الجرعة الدوائية السائلة في صورة رذاذ، وعادة ما تستخدم بسبب تكلفتها الأقل إذا ما قورنت بالبخاخات الأخرى.

وتعمل هذه الأجهزة على توصيل الهواء المضغوط من خلال جهاز نفاث، مسبباً ضغط سلبي يعمل على تحويل المحلول إلى رذاذ بواسطة قوة دفع الهواء، ثم يتناثر الرذاذ إلى رقائق سائلة غير ثابتة، مما يجعلها تظهر في صورة قطيرات من الرذاذ بسبب قوة التوتر السطحي. ونظراً لوجود مصدة تعترض مجرى الرذاذ، فإن الرذاذ يخرج في صورة جزيئات أصغر. وتتأثر هذه الطريقة بعوامل فنية أو عوامل لها علاقة بالمريض كما موضح في جدول (٨).

جدول(٨): العوامل المؤثرة على خروج الرذاذ العلاجي من أجهزة البخار النفاثة.

| العوامل الفنية: | عوامل تتعلق بالمريض: |
|---|---|
| تصميم الجهاز ونوعه. | طريقة التنفس. |
| دفع الهواء لتشغيل الجهاز. | التنفس من الأنف أو التنفس من الفم. |
| كمية المحلول المستخدم للجهاز. | تركيب الغاز المستنشق. |
| خواص المحلول المستخدم. | |
| تركيب الغاز المستخدم. | انسداد السبيل التنفسي. |
| تحسين التصاميم من أجل زيادة ناتج الرذاذ. | الضغط الهوائي الإيجابي المستخدم في توصيل الجرعة الدوائية. |
| التشغيل المستمر مقابل التشغيل بالتنفس. | السبيل التنفسي الاصطناعي والتنفس الاصطناعي. |

## العوامل المؤثرة على أداء أجهزة البخار النفاثة في توصيل الدواء

من العوامل التي يجب على أخصائي العناية التنفسية أن يضعها في الاعتبار هي تصميم جهاز الرذاذ الذي يعمل على تحديد حجم الرذاذ وكمية الرذاذ الناتجة والذي يزيد من فاعلية الجرعة الدوائية المعطاة وفقاً للعوامل التي ستناقش أدناه. وهناك أنواع مختلفة من البخاخات في السوق، وأشارت الدراسات إلى أن الأداء يتفاوت بين الشركات المنتجة وأيضاً بين الأجهزة المنتجة من نفس الشركة.

تدفق الغاز والضغط: تم تصميم أجهزة البخار النفاثة بحيث تعمل بفعل قوة دفع الغاز والضغط، كما تم تصميم موديلات أجهزة البخار النفاثة لتعمل بصورة أفضل عند تدفق هواء معين يتراوح ما بين ٢ -٨ لتر/دقيقة. ويجب أن يذكر في نشرة استعمال الجهاز أن تشغيل أجهزة البخار النفاثة على مستويات منخفضة من تدفق الهواء أو الضغط يؤدي لزيادة حجم الجزيئات. فعلى سبيل المثال، جهاز البخار النفاث الذي يعمل على تدفق ما بين ٦ -٨/دقيقة لتر بضاغط ٥٠ PSI ينتج جزيئات أكبر إذا كان مدفوعاً عن طريق الضاغط ١٣ PSI. وبناء عليه، ينبغي أن تكون أجهزة البخار النفاثة متوافقة مع الضاغط أو الغاز المستخدم المصمم خصيصاً لهذا الغرض. كما يرتبط تدفق الغاز عكسياً مع وقت العلاج بالرذاذ. ويعمل التدفق الهوائي العالي عند العلاج بالرذاذ على تقليل مدة إعطاء كمية الجرعة الدوائية للمريض.

الكمية العلاجية والجرعة الخاملة: أن زيادة الكمية العلاجية تعد من العوامل الأخرى المؤثرة على أداء أجهزة البخار النفاثة. فأجهزة البخار هذة لا تعمل جيداً مع الكميات القليلة مثل ٢ مل أو أقل لأن ذلك مقارب للجرعة الخاملة. فأجهزة البخار النفاثة لا تنتج الرذاذ أقل من الجرعة الخاملة. لذا ينصح باستخدام الكمية العلاجية من ٤ -٥ مل إلا إذا كان جهاز البخار مصمم خصيصاً لكميات علاجية أقل. هذة الاحتياطات تخفف الدواء وتسمح لأكبر كمية من الدواء بالتبخر. تعرف الجرعة الخاملة بكمية المحلول المحبوس داخل جهاز البخار والتي لا يمكن الحصول عليها لاستنشاقها، و تقدر الجرعة الخاملة بحوالي ٠،٥-٢ مل. لذا فكلما زادت الجرعة الخاملة قلت كمية الدواء المتبخر.

**كثافة الغاز:** قد تؤثر كثافة الهواء المستخدم على أداء أجهزة البخار من حيث كمية الترسيب و حجم الجزيئات. فمثلاً، استخدام الهليوكس مع الرذاذ يزيد ترسيب الجرعة الدوائية في الرئة بحوالي ٥٠٪. لذا فاستخدام الهليوكس بتدفق هواء معادل لدفق الأكسجين، يقلل من حجم الجزيئات و تدفق الرذاذ، وبالتالي يزيد الوقت الزمني لإعطاء الجرعة الدوائية. وبناء على ذلك، يجب زيادة تدفق الهواء في الهليوكس بحوالي ١،٥-٢ مرة للحصول على جزيئات و إنتاج لمستويات الهواء والأكسجين .

**الرطوبة ودرجات الحرارة:** الرطوبة ودرجات الحرارة يمكن أن تؤثر أيضاً على حجم الجزيئات وحجم الجرعة المتبقية. وعلى وجه التحديد، تبخر الماء أثناء العلاج بالرذاذ يمكن أن يخفض درجة حرارة الرذاذ، والذي ينتج عنة زيادة لزوجة السائل وتقليل كمية الرذاذ الواصلة للمرضى.

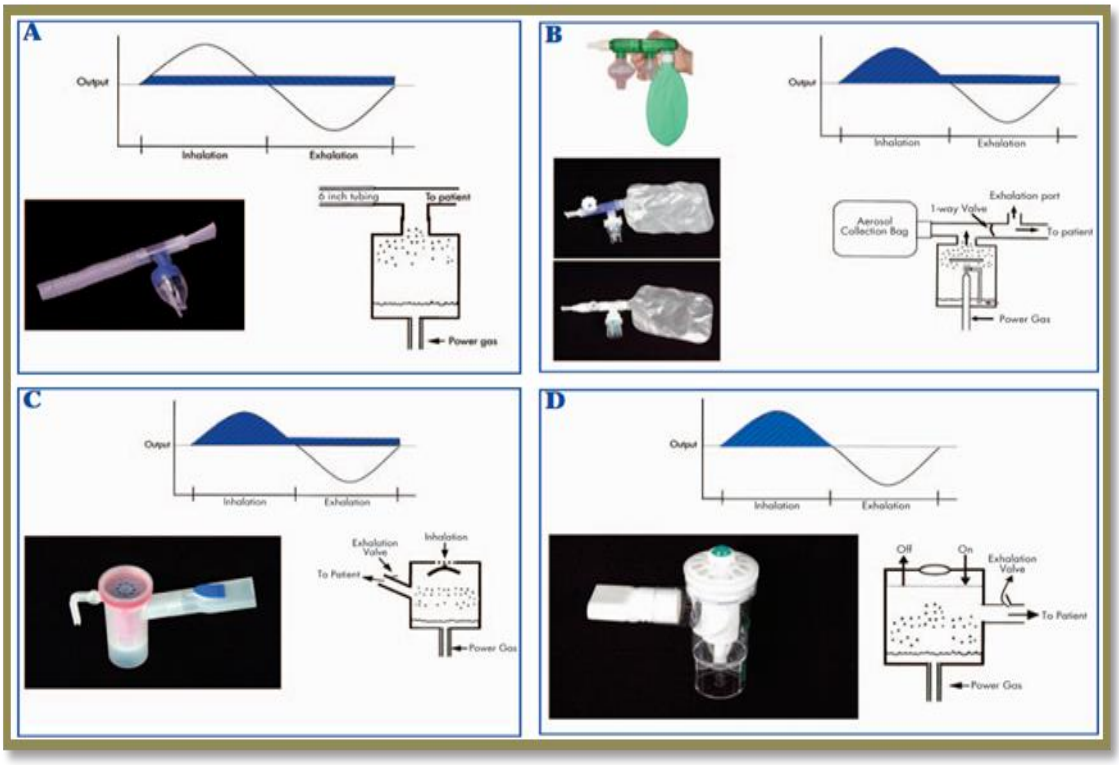
**نمط التنفس:** يكون لنمط التنفس تأثير على كمية الرذاذ المترسبة في الجهاز التنفسي السفلي. ويجب توعية المريض بالتنفس الطبعيي مع أخذ انفاس عميقة بصورة منتظمة أثناء العلاج بالرذاذ.

**الوصلات المساندة للأجهزة:** قد تعطى الجرعة الدوائية بالرذاذ إما عن طريق توصيلة الفم أو قناع الوجه. وبصورة مثالية، يجب استخدام توصيلة الفم حيث يعمل الأنف على فلترة الرذاذ بصورة أكثر من الفم؛ وبناء عليه، يفضل استخدام توصيلة الفم عندما يكون ذلك مناسباً، مع عدم استخدام توصيلة الفم للرضع والأطفال الصغار، بالإضافة إلى أن استخدام توصيلة الفم غير مريح عند إعطاء جرعة الرذاذ لمدة أطول. أن استخدام قناع الوجه يزيد من كمية الرذاذ على وجه المريض وعينيه وداخل أنفه. ومع هذا التنوع الحالي في موصلات الجرعة السائلة، إلا أنه يجب توعية المريض بكيفية استنشاق الجرعة الدوائية للرذاذ عن طريق الفم. ويسهم تصميم القناع المناسب للوجه في استنشاق الجرعة وتقليل الترسب في عين المريض. لذا يجب على أخصائي العناية التنفسية أن يراعي هذه العوامل عند تقديم العناية والعلاج للمرضى.

## أنواع تصاميم أجهزة البخار النفاثة الهوائية

لقد ظهرت تصاميم جديدة من أجهزة البخار خلال العقد الأخير، فهناك أربعة تصاميم كما موضح في شكل(4):

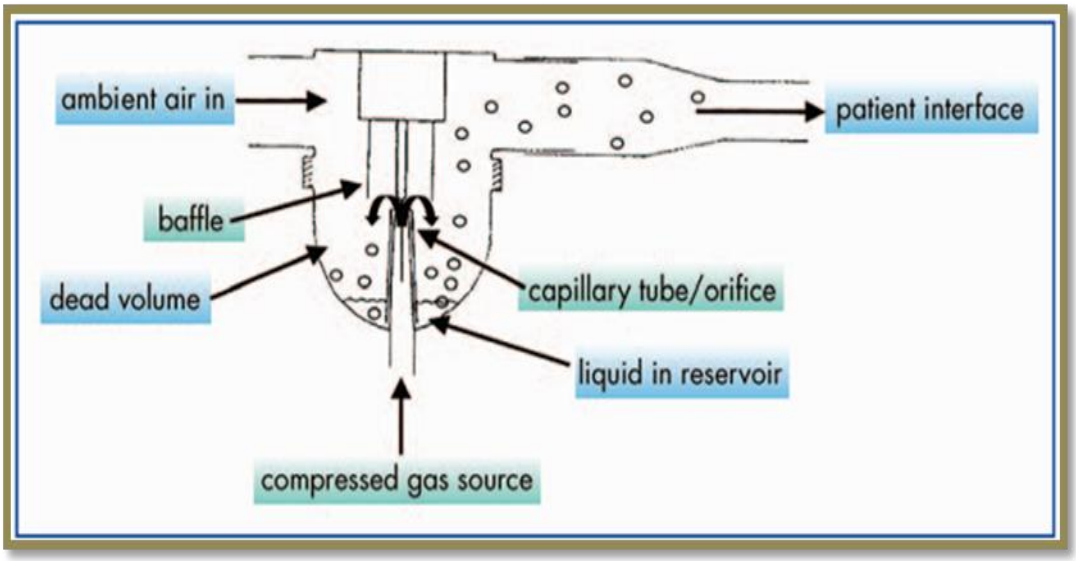
- أجهزة البخار النفاثة مع أنبوبة تخزين.
- أجهزة البخار النفاثة ذات كيس تجميع أو خزان كروي مرن.
- أجهزة البخار النفاثة المحسّنة للنفس.
- أجهزة البخار النفاثة المحرضة بالاستنشاق.




شكل (4): أنواع مختلفة من تصاميم أجهزة البخار النفاثة الهوائية مع ما تنتجة من الرذاذ مبينة بالمنطقة المظللة: أ) أجهزة البخار النفاثة الهوائية بأنبوبة تخزين، ب) أجهزة البخار النفاثة بكيس تجميع ج) أجهزة البخار النفاثة المحسنة بالنفس، د) أجهزة البخار النفاثة المحرضة بالاستنشاق.

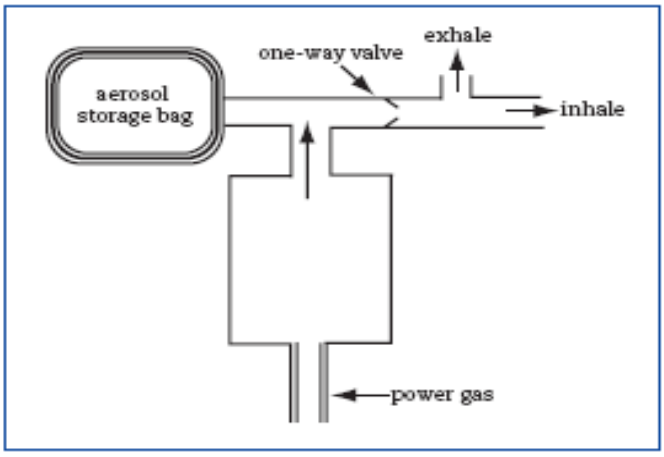
1. أجهزة البخار النفاثة مع أنبوبة تخزين: يعد هذا النوع من الأجهزة الأقل ثمناً والأكثر استخداما، حيث يزود المريض بالرذاذ المتواصل خلال عملية الاستنشاق والزفير وتوقف النفس، مسبباً إخراج الرذاذ إلى الهواء المحيط خلال عملية الزفير

وفي أي وقت يكون فيه المريض لا يتنفس (شكل 4– أ). وبناءً عليه، يتم استنشاق نسبة ما بين ١٠ – ٢٠٪ من الرذاذ الناتج، وللحد من فقدان الجرعة الدوائية وزيادة الكمية المستنشقة، يتم توصيل الجهاز بأنبوب على شكل حرف (T) مزودة بفتحة عند مخرج الزفير ، وتعتبر هذه الأنواع من أجهزة البخار غير الفعالة بسبب قلة النسبة الواصلة من الجرعة الدوائية للمريض، ومن أمثلة أجهزة البخار النفاثة مع أنبوبة تخزين جهاز البخار الجانبي و ميكرو ميست. ويوضح شكل (5) آلية عمل أجهزة البخار النفاثة.



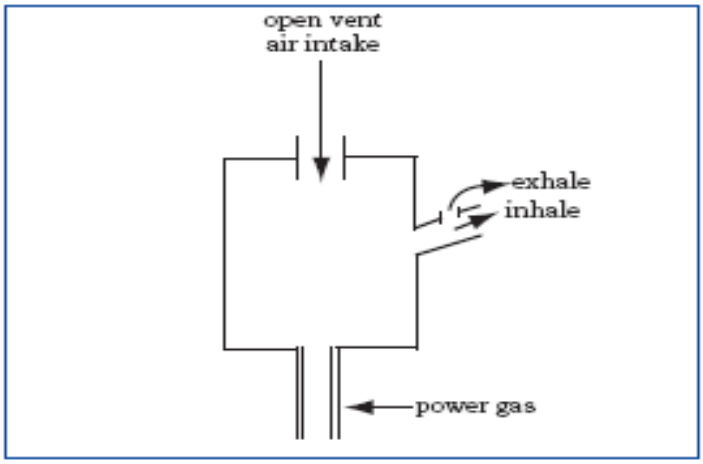

شكل (5): شرح آلية عمل البخاخ الهوائي النفاث.

2. أجهزة البخار النفاثة مع كيس تجميع أو خزان كروي مرن: يعمل هذا النوع من الأجهزة على توليد الرذاذ بواسطة تعبئة وعاء جهاز البخار بصورة مستمرة شكل (4– ب)، حيث يقوم المريض باستنشاق الرذاذ من من هذا الوعاء عن طريق صمام شهيق وحيد الاتجاه ومن ثم يقوم بعملية الزفير إلى الجو من خلال منفذ الزفير الذي يتواجد بين صمام الشهيق وحيد الاتجاه وبين توصيلة الفم، ويوضح شكل (6) أسس تشغيل أجهزة البخار وأنواع تدفق الغاز خلال عمليتي الشهيق والزفير عبر جهاز سيركيلير الذي يعد أحد أمثلة أجهزة البخار ذات كيس التجميع أو الخزان الكروي المرن .




شكل (6): آلية عمل أجهزة البخار النفاثة ذات كيس تجميع.

3. أجهزة البخار النفاثة المحسّنة للنفس: يستخدم هذا النوع من الأجهزة صمامين آحاديي الاتجاه لمنع فقدان الرذاذ في محيط البيئة شكل (4 – ج)، فعندما يقوم المريض بعملية الاستنشاق، ينفتح الصمام وينفث الغاز عبر جهاز البخار، بينما يعبر الغاز الخارج من عملية الزفير من خلال صمام الزفير في توصيلة الفم، ويوضح شكل (7) آلية عمل جهاز البخار المحسن للنفس.

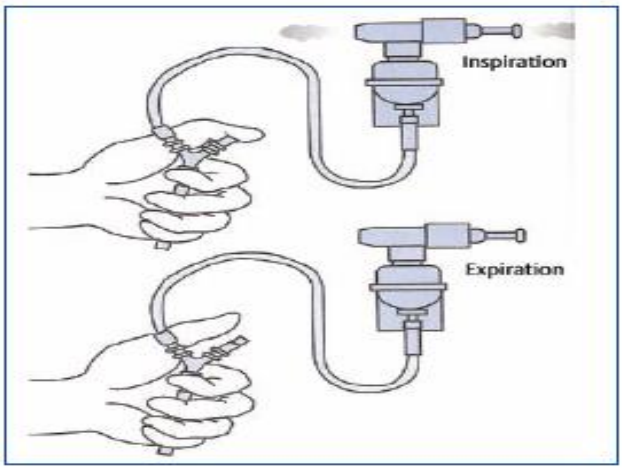



شكل (7): آلية عمل أجهزة البخار النفاثة المحسّنة للنفس.

4. أجهزة البخار النفاثة المحرضة بالاستنشاق: تم تصميم هذا النوع من الأجهزة بغرض زيادة توصيل الجرعة الدوائية من الرذاذ إلى المرضى من خلال توليد الرذاذ فقط أثناء عملية الاستنشاق. وبناء عليه، تتضائل عملية فقدان الجرعة الدوائية خلال عملية الزفير بشكل كبير، كما هو واضح في شكل (4– د). وعلى الرغم من أن التشغيل بواسطة التنفس يحقق ما يزيد على ثلاثة أضعاف الجرعة الدوائية

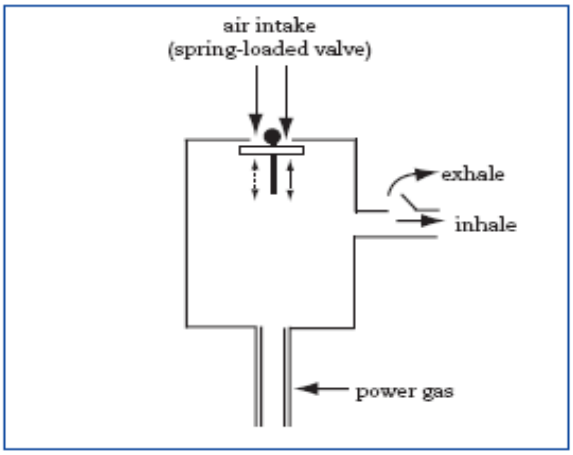
المستنشقة، إلا أن هذه الكفاءة تزداد فقط عندما تزداد مدة إعطاء الجرعة. ويمكن تصنيف آلية التشغيل بالاستنشاق إلى تشغيل يدوي وتشغيل آلي وتشغيل الكتروني.

- **التشغيل اليدوي لأجهزة البخار مع الاستنشاق:** يستخدم الجيل الأول من هذه الأجهزة الإبهام لكي يتحكم وينظم خروج الرذاذ أثناء عملية الشهيق والزفير، وفي حالة اغلاق فتحة التحكم بالإبهام من قبل المريض يعمل المنفذ على دفع الضغط الهوائي إلى البخاخ أثناء الشهيق فقط، و اما إذا تم رفع الإبهام عن المنفذ، تتوقف عملية الرذاذ في الجهاز شكل (8). لذا، يعمل التحكم بالإبهام على الحد من فقدان الجرعة الدوائية المعطاة للمريض، ولكنها تزيد من زمن العلاج وتتطلب تنسيق جيد بين اليد والاستنشاق.




شكل (8): آلية عمل أجهزة البخار النفاثة المحرضة بالاستنشاق.

- **التشغيل الآلي لأجهزة البخار مع الاستنشاق:** يعد جهاز أيرو ايكليبز مثالاً لهذا النوع من هذه الأجهزة. كما هو موضح في الشكل (9)، وتحظى أجهزة البخار المحرضة آلياً مع الاستنشاق بصمام آلي يطلق الرذاذ فقط أثناء الشهيق، وبذلك لا يكون هناك حاجة إلى التوصيلة المساعدة أو الخزان. ويجب على المريض احداث شهيق قوي لإخراج الرذاذ. مما يجعله مناسباً فقط للبالغين والكبار.



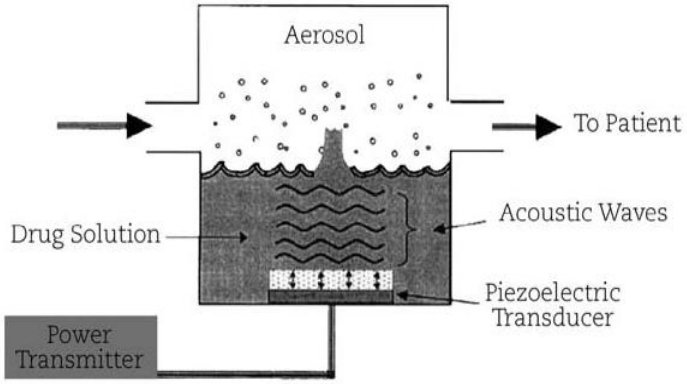

شكل (9): طريقة عمل التشغيل الآلي لأجهزة البخار مع الاستنشاق.

- **التشغيل الإلكتروني لأجهزة البخار مع الاستنشاق (بالمعالج الدقيق):** يعد هذا النوع من الأجهزة الأكثر تعقيداً ولكنه يناسب أغلبية المستخدمين. ويعمل هذا الجهاز عن طريق أجهزة البخار النفاثة ذات الضاغط الهوائي من خلال دائرة الكترونية يتم تشغيلها عن طريق محول ضغط حساس لأقل مجهود ضغط تنفسي. وقد استخدمت هذه الأجهزة لعدة عقود من الزمن في معامل الأبحاث والوظائف الرئوية لإعطاء رذاذ التحدي للميثاكولين. أما الآن فهناك جيل جديد من أجهزة البخار الذكية ذات الدفع والتشغيل بالمعالج الدقيق من خلال استخدام برامج الحاسب الآلي وتقنيات حساسة تتحكم في طريقة توليد الرذاذ وكيفية حساب الجرعة الدوائية المعطاة للمريض وتتبعها. ويعتبر نظام أي نيب I-neb (فيليبس ريسبيرونيكس) هو أحد موديلات أجهزة البخار النفاثة المشغلة بالمعالج الدقيق التي تستخدم أجهزة البخار الشبكية.

## أجهزة البخار المشغلة بالموجات فوق الصوتية

تعمل أجهزة البخار المشغلة بالموجات فوق الصوتية على تحويل الطاقة الكهربائية إلى ذبذبات عالية التردد باستخدام المحول. حيث تنتقل هذه الذبذبات إلى سطح المحلول لتسبب موجه ثابتة تعمل على توليد الرذاذ شكل (10). واستخدمت هذه الأجهزة في البداية كأجهزة بخار كبيرة الحجم لتوصيل محلول السالين (محلول ملحي) للحث على إخراج البلغم. وتتوفر الآن أجهزة البخار المشغلة بالموجات فوق الصوتية صغيرة الحجم في الأسواق لتوصيل الجرعات الدوائية الموسعة للشعب الهوائية ولكن يحظر

استخدامها مع الأدوية المعلقة مثل: بيدوسونيد. وذلك لأن أجهزة البخار المشغلة بالموجات فوق الصوتية تسبب سخونة للدواء، مما يؤثر على البروتينات الموجودة فيه ولكنها لا تؤثر على أدوية البخار الشائعة. ومن أمثلة موديلات هذا النوع من أجهزة البخار نجد موديل الموجات فوق الصوتية: ميكرو ايرالتراسونيك ومابيس ميست.

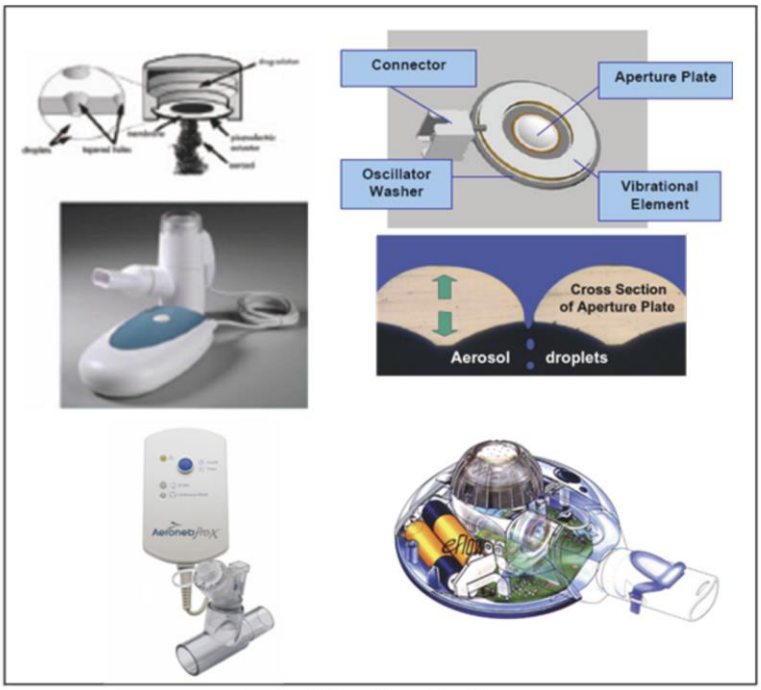



شكل (10): أجزاء وطريقة عمل أجهزة البخار المشغلة بالموجات الصوتية.

### أجهزة البخار الشبكية:

تستخدم أجهزة البخار الشبكية الكهرباء لهزهزة البيزو (تقريباً ~ ١٢٨ كيلوهرتز) حيث تعمل على تحريك التركيبات السائلة من خلال شبكه دقيقه لتوليد الرذاذ. ويعتمد حجم الجزيئات الناتجة على قطر الفتحات أو الشبكية وتعتبر أجهزة البخار الشبكية وسيلة فعالة حيث ينتج عنها كمية ضئيلة من السائل المفقود تقدر بحوالي (٠،٥-١ مل). وكما هو موضح في شكل (11) تعمل أجهزة البخار الشبكية بطريقتين: شبكة اهتزاز نشطة أو شبكة اهتزاز خاملة.

**أجهزة البخار الشبكية النشطة:** يكون بأجهزة البخار الشبكية الهزازة النشطة صحن مثقوب به فتحات على شكل اقماع من ١٠٠٠-٤٠٠٠ يتم هزهزتها بواسطة عنصر بيزو سيراميكي الذي يحيط بالصحن المثقوب، ومن موديلات أجهزة البخار الشبكية الهزازة النشطة ايرونيب جو اند سولو Aeroneb Go and Solo واكيتا 2 Akita II واي فلو Eflow شكل (11، يسار).

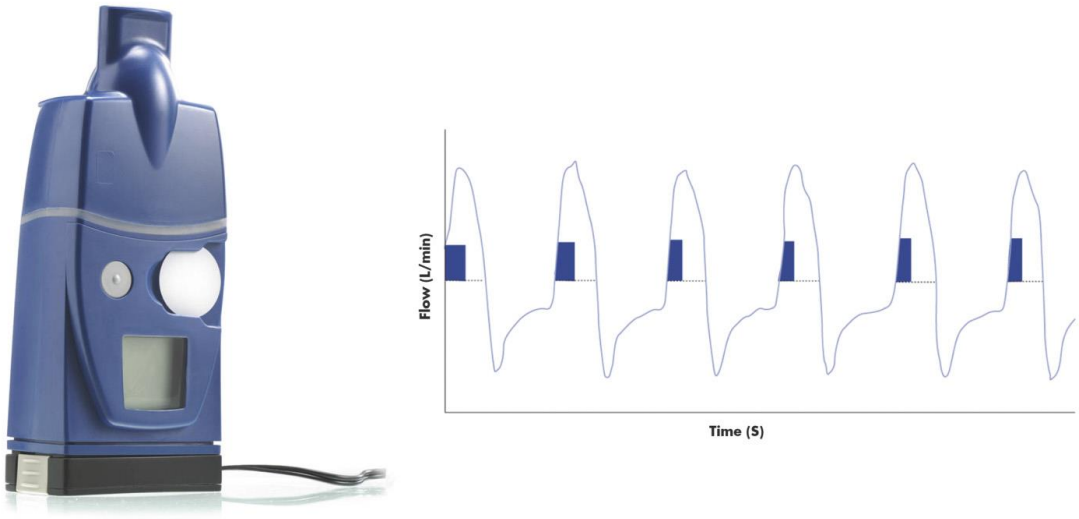



Active Vibrating Mesh

Passive Mesh

شكل (11): التوصيف الأساسي للبخاخات الشبكية.

**أجهزة البخار الشبكية الخاملة:** تستخدم هذه الأجهزة بوق فوق صوتي يعمل على دفع السوائل من خلال الشبكية شكل (11، يمين) ومن موديلات أجهزة البخار الشبكية الخاملة, أي نيب و أن أي يو٢٢ ، ويتميز الجيل الثالث من أجهزة توصيل الرذاذ مثل اي نيب بوجود بطارية صغيرة خفيفة الوزن و هدوء الصوت إضافة إلى توصيلها أدوية الرذاذ بدقة عالية و متماثلة. حيث يتم توليد الرذاذ من خلال شبكة خاملة ثم يتم حقن الرذاذ إلى النفس في بداية الشهيق شكل (12)، ويتم التحكم في جرعة الدواء عن طريق غرف قياس محددة، كما يمكن لغرف القياس توصيل كمية تتراوح ما بين ٢٥،٠ الى ٧،١ مل مع كمية متبقية تقدر بحوالي ١،٠ مل. ويشتمل موديل اي نيب على طريقة حساب لتوصيل الرذاذ تعمل على زيادة نسبة الجرعة الدوائية المستنشقة ما بين ٥٠ -٨٠٪ في كل شهيق وذلك يعتمد على متوسط التنفس في المرات الثلاث الأخيرة، وخلال فترة العلاج، يقدم موديل أي نيب ملاحظات مستمرة للمريض من خلال شاشة بلورية سائلة بحيث يستقبل المريض ما يدل على نجاح توصيل العلاج بصورة ملموسة ومسموعة.




شكل (12): جهاز توصيل الرذاذ حسب شركة فيلبس ريسبيروسونيك أي نيب، وكما هو موضح يتم حقن الرذاذ في النفس عند بداية الشهيق .

## أجهزة البخار للتطبيقات الخاصة

### أجهزة البخار المستخدمة في إعطاء دواء الريبافيرين

تكون بخاخات الرذاذ صغيرة الجزيئات عبارة عن أجهزة بخار كبيرة الحجم تم تصميمها لتوصيل أدوية الريبافيرين لفترات زمنية طويلة، حيث تشتمل على جهاز رذاذ ووحدة تجفيف بالإضافة إلى نظام تصفية أثناء وقت إعطاء العلاج وذلك بسبب الأثار الجانبية للريبافيرين.

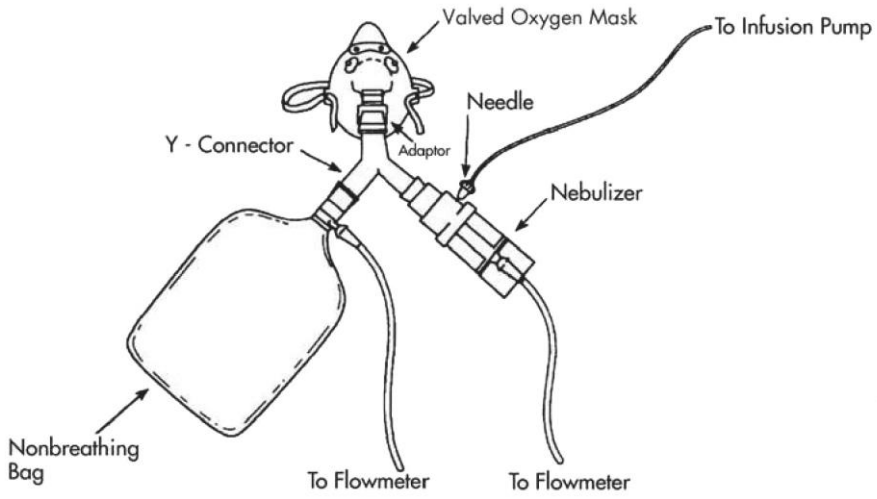
### أجهزة البخار المستخدمة في إعطاء دواء البنتاميدين

عند إعطاء دواء البنتاميدين، يتم استخدام جهاز البخار صغير الحجم مزود بصمام أحادي الاتجاه وفلتر للنفس، وتعمل هذه الصمامات على الوقاية من التعرض للرذاذ المستعمل من دواء البنتاميدين وكذلك للوقاية من تلوث البيئة المحيطة المليئة بالرذاذ المتسرب.

### العلاج المتواصل بالرذاذ

يعتبر هذا النوع وسيلة علاج آمنة تستخدم عادة لعلاج مرضى الربو الحاد. ويؤكد الباحثون على أنها وسيلة فعالة مثل العلاج المتقطع بالرذاذ بل هو أفضل منه في حالة الاضطراب الرئوي الحاد. ويوضح شكل 13 إعدادات العلاج المتواصل بالرذاذ التي تشتمل

على مضخة حقن وقناع اكسجين بصمام وكيس تجميع، وتحظى أجهزة البخار التجارية المستخدمة في العلاج المتواصل بالرذاذ بمحبس يستخدم في مضخة الحقن، ويتم إعطاء الدواء باستخدام قناع رذاذ عادي.




شكل (13): إعداد العلاج المتواصل بالرذاذ.

### تقنية توصيل الدواء

نظراً لتوفر أنواع مختلفة من أجهزة البخار في السوق، فأن أخصائي العناية التنفسية ينبغي أن يراجع بدقة تعليمات التشغيل قبل إعطاء العلاج وكذلك قبل تدريب المريض على استخدامه في المنزل. ويتم عرض التقنية السليمة في الأسلوب التقني صندوق (١).

### الأسلوب التقني (١): خطوات الاستعمال الصحيح لأجهزة البخار.

#### تقنية أجهزة البخار النفاثة

عند استخدام أجهزة البخار النفاثة، على المريض اتباع ما يلي:

1. قم بتجميع وتركيب وعاء الجهاز وأنبوبته وتوصيلة بالفم أو القناع.
2. ضع الدواء في وعاء الجهاز.
3. الجلوس في وضعية قائم أو عمودي.
4. قم بتوصيل الجهاز بوحدة إمداد الطاقة.
5. تنفس بشكل طبيعي مع أخذ نفس عميق من وقت لآخر حتى انتهاء جرعة الرذاذ من الجهاز.

6. اجعل الجهاز في وضع عمودي أثناء المعالجة.
7. اشطف الجهاز بماء معقم أو مقطر ثم اتركه في الهواء حتى يجف.

## تقنية أجهزة البخار ذات الشبكة وأجهزة البخار فوق الصوتية.

عند استخدام أجهزة البخار المشغلة بالموجات فوق الصوتية وأجهزة البخار الشبكية، على المريض اتباع ما يلي:

1. تجميع وتركيب الجهاز بشكل صحيح.
2. اتباع تعليمات الشركة المنتجة من حيث إجراء اختبار لجميع وظائف الجهاز قبل أول استعمال إذا كان الجهاز جديد وكذلك بعد كل عملية تطهير أو تنظيف للجهاز وذلك لضمان تشغيله بطريقة صحيحة.
3. سكب المحلول الدوائي في وعاء الجهاز، وتجنب زيادة الكمية عن الموصى بها من قبل الشركة المنتجة.
4. الجلوس في وضع قائم أو عمودي.
5. تشغيل الجهاز.
6. مسك الجهاز بالوضعية الصحيحة.
7. اتبع تعليمات الشركة المنتجة لطريقة التنفس الصحيحة بها لتلك الأجهزة المصممة بشكل فريد.
8. إذا لزم الأمر توقيف المعالجة، فيجب إطفاء الجهاز تجنباً لعملية فقدان الجرعة.
9. عند إنهاء المعالجة، قم بفكه وتنظيفه حسب تعليمات الشركة المنتجة.
10. عند استخدام أجهزة البخار الشبكية، تجنب لمس الشبك الخاص بالجهاز أثناء التنظيف، وذلك لأنه قد يؤدي الى تدمير وعاء الجهاز.
11. قم بتطهير أجهزة البخار الشبكية مرة أو مرتين في الأسبوع مع اتباع تعليمات الشركة المنتجة.

خطوات مهمة لتجنب قلة خروج الرذاذ الدوائي أو عدم خروجه من جهازالبخار: عند استخدام أجهزة البخار، يجب اتباع الخطوات التالية لتجنب قلة الرذاذ الدوائي أو عدم خروجه أثناء تعاطي الجرعة، وبناء عليه، على المريض:

1. الاطلاع على التعليمات واتباعها.

2. التأكد من تجميع الجهاز بشكل صحيح.
3. التأكد من تنظيف الجهاز وتجفيفه بعد الاستعمال.
4. التأكد من تشغيل الجهاز حسب التوجيهات الصحيحة.

## الأعطال

### مشاكل أجهزة البخار النفاثة: عدم خروج الرذاذ أو قلته.

| الأسباب | الحلول |
|---|---|
| توصيلات مفككة أو غير مربوطة | افحصْ الوصلات جيدا وتأكد من توصيلهم بصورة صحيحة. |
| إعدادات غير صحيحة لمقياس التدفق | افحصْ وضعية مقياس التدفق واضبط التدفق إن لم يكن في وضعيته السليمة. |
| انسداد فتحة أجهزة البخار النفاثة | افحصْ فتحة الجهاز ونظف الانسداد الموجود بها عند اللزوم. |

### مشاكل أجهزة البخار الشبكية وفوق الصوتية: عدم تشغيل الوحدة.

| الأسباب | الحلول |
|---|---|
| تركيب البطارية بشكل خاطئ | افحصْ تركيب البطارية وأَعِد تركيبها عند اللزوم. |
| وصلة إمداد طاقة من الخارج | افحصْ الوصلات مع المنظم والمخرج الكهربائي. |
| السخونة المفرطة بالوحدة | أطفئ الوحدة وانتظر حتى تبرد واعد تشغيلها من جديد. |
| التوصيل غير الصحيح بكبل التحكم | افحصْ الوصلات مع كابل التحكم وقم بتوصيله بصورة سليمة عند اللزوم. |
| وجود عطل الكتروني | قم بتبديل الوحدة. |

## متى يجب إيقاف المعالجة؟

تستخدم أجهزة البخار في العلاج المتقطع لفترة قصيرة علاوة على وجود كمية معينة من المستحضر الدوائي الموضوع في وعاء أجهزة البخار. ويتراوح الدواء المتبقي في الجهاز بعد العلاج ما بين ١،٠ -٢ مل، ولكن هناك بعض أخصائيي العناية التنفسية والمرضى يقومون بنقر الجهاز لتقليل الكمية المتبقية (الخامدة) وزيادة مردود الجهاز، بينما يستمر آخرون بالعلاج إلى ما بعد صوت التكة أو (الطقطقة) وذلك لتقليل الكمية المتبقية (الخامدة). وهناك بعض الأجهزة تصدر صوت التكة لفترة طويلة بعد أخذ أغلبية الجرعة. وتشير الأدلة أنه بعد ظهورصوت التكة ، يتم استنشاق كمية قليلة من الدواء؛ وبما ان الزمن الذي تستغرقه في إعطاء الدواء هو عامل هام للالتزام المريض، لذا أوصى بعض المعالجين بوقف العلاج عند سماع صوت التكة أو بعد سماعه بدقيقة واحدة، وقد تستخدم بعض الأجهزة الحديثة معالجات دقيقة لمراقبة الجرعة المعطاة ومن ثم الغلق التلقائي في نهاية الجرعة.

التنظيف: لمزيد من المعلومات عن تعليمات تنظيف أجهزة البخار صغيرة الحجم، يرجى الرجوع إلى قسم مكافحة العدوى صفحة (83).

# البخاخات

تعتبر البخاخات أحادية الجرعة وبخاخات البودرة الجافة، أجهزة لتوصيل أدوية الرذاذ. حيث يتم المزج بين مستحضر معين وبين الجرعة الدوائية وتوضع داخل أحد هذه البخاخات، على أن تصدر بخة من البخاخ مع كل شهيق من قبل المريض. وهي تعتبر أجهزة للاستعمال مرة واحدة من قبل المريض الواحد عن طريق وصفة طبية من الصيدلية ويكون بها كمية معينة من الدواء يتم التخلص منها بمجرد انتهاء الدواء.
وهذه البخاخات معتمدة من مركز إدارة الدواء و الغذاء، حيث تمر عادة على مراحل متكاملة لإنتاج الدواء بدءً من المراحل ما قبل السريرية وحتى مرحلة التجارب الحاسمة على مئات والآف المرضى. ولابد لهذه الجرعة أن تكون فعالة بنسبة ( -/+٢٠) من أول جرعة إلى آخر جرعة وتكون لديها مدة صلاحية لمدة ١٢ -٢٤ شهر. وبمجرد دخول البخاخ في المرحلة الثالثة من التجربة يتم وضع المواد والتصميم ولا يمكن تغييره إلا عن طريق محاولات طبية باهظة الثمن.

ويوجد هناك تنوع كبير في تصاميم البخاخات وتتوفر كثير من الأدوية في صورة البخاخ الأحادي الجرعة شكل (14). وكثيراً ما يوصف للمرضى أنواع عديدة من البخاخات ويكون لها تعليمات مختلفة من أجل تشغيلها. و حدوث حيرة في تشغيل الجهاز مما قد يؤدي إلى تضاءل المعالجة. فعلى سبيل المثال يتطلب بخاخ أحادي الجرعة تدفق تنفسي بطئ (< ٣٠ ل/الدقيقة ) مع كتم للنفس، بينما قد يحتاج بخاخ البودرة الجافة تدفق تنفسي عالي (٣٠ -٩٠ ل/ الدقيقة) وذلك لإخراج الجرعة، وقد يحتار المريض بين أي قوة تدفق يجب عليه أن يقوم بها مع الجهاز وأحياناً قد يحصل على كمية دواء قليلة من كلا الجهازين، لذلك، يعد التعليم والتطبيق المتبادل مع المرضى هو المفتاح لاستخدام البخاخ بصورة صحيحة.

شكل (14): البخاخات المتوفرة في الولايات المتحدة الأمريكية.

## Anticholinergics

**Spiriva® Handihaler®**
(tiotropium bromide)
Inhalation Powder
Boehringer Ingelheim Pharmaceuticals, Inc.

**Atrovent® HFA**
(ipratropium bromide HFA)
Inhalation Aerosol
Boehringer Ingelheim Pharmaceuticals, Inc.

## Anticholinergics/ $\beta_2$-Agonist Combination

**Combivent®**
(ipratropium bromide and albuterol sulfate)
Inhalation Aerosol
Boehringer Ingelheim Pharmaceuticals, Inc.

## $\beta_2$-Agonists

**Foradil® Aerolizer®**
(Formoterol fumarate)
Inhalation Powder
Novartis Pharmaceuticals

**Maxair™ Autohaler™**
(pirbuterol acetate)
Inhalation Aerosol
Graceway Pharmaceuticals

**ProAir® HFA**
(albuterol sulfate)
Inhalation Aerosol
Teva Specialty Pharmaceuticals

**Proventil® HFA**
(albuterol sulfate)
Inhalation Aerosol
3M Pharmaceuticals Inc.

**Serevent® Diskus®**
(salmeterol xinafoate)
Inhalation Powder
GlaxoSmithKline

**Xopenex® HFA**
(levalbuterol tartare)
Inhalation Aerosol
Sepracor Inc.

**Ventolin® HFA**
(albuterol sulfate HFA)
Inhalation Aerosol
GlaxoSmithKline

## Corticosteroids

**Aerobid®**
**Aerobid®-M**
(flunisolide)
Inhalation Aerosol
Forest Pharmaceuticals, Inc.

**Alvesco®**
(ciclesonide)
Inhalation Aerosol
Nycomed

**Asmanex Twisthaler®**
(mometasone)
Inhalation Powder
Schering Corporation

**Azmacort®**
(triamcinolone acetonide)
Inhalation Aerosol
Abbott Laboratories

**Flovent® Diskus®**
(fluticasone propionate)
Inhalation Powder
GlaxoSmithKline

**Flovent® HFA**
(fluticasone propionate)
Inhalation Aerosol
GlaxoSmithKline

**Pulmicort® Flexhaler®**
(budesonide)
Inhalation Powder
AstraZeneca LP

**QVAR®**
(beclomethasone dipropionate)
Inhalation Aerosol
Teva Specialty Pharmaceuticals

## $\beta_2$-Agonist/Corticosteroid Combination

**Advair Diskus®**
(fluticasone propionate)
Inhalation Powder
GlaxoSmithKline

**Advair® HFA**
(fluticasone propionate and salmeterol xinafoate)
Inhalation Aerosol
GlaxoSmithKline

**Symbicort®**
(budesonide and formoterol fumarate dihydrate)
Inhalation Aerosol
AstraZeneca

## Other

**Intal® Inhaler**
(cromolyn sodium)
Inhalation Aerosol
King Pharmaceuticals, Inc.

**Relenza**
(zanamivir)
Inhalation Powder
GlaxoSmithKline

# البخاخات أحادية الجرعة

منذ تطويره من قبل الدكتور جورج مايسون في عام ١٩٥٥م , أصبح البخاخ أحادي الجرعة من أكثر بخاخات الرذاذ الموصوفة للمرضى المصابون بمرض الربو و مرض الانسداد الرئوي المزمن وذلك لأنه مدمج ويمكن حمله ويسهل استعماله ويكون مريح عند تعاطي أكثر من جرعة في جهاز واحد.

## مزايا البخاخ أحادي الجرعة وعيوبها

تم تصميم وتطوير البخاخ أحادي الجرعة كدواء وجهاز يعمل على توصيل جرعات محددة من مستحضرات أدوية معينة، وبخلاف أجهزة البخارفهي لا تتطلب معالجة وتحضير للأدوية، كما يصعب تلويث المكونات الداخلية للبخاخ أحادي الجرعة، ويبين جدول (٩) مزايا وعيوب استخدام البخاخ أحادي الجرعة.

جدول (٩): مزايا البخاخ أحادي الجرعة وعيوبه.

| المزايا | العيوب |
|---|---|
| خفيف ومدمج ويمكن حمله بسهوله | مطلوب التنسيق اليدوي لدى كثير من المرضى. |
| متعدد الجرعات | تنشيط المريض ونمط سليم من الاستنشاق مع كتم النفس. |
| فترة علاج قصيرة | جرعات محددة من الأدوية. |
| القدرة على إخراج جرعات محددة | رد الفعل للمواد الحاملة لدى بعض المرضى. |
| لا يحتاج لتحضير دوائي | استنشاق أجساد غريبة من توصيلة الفم المليئة بالفضلات . |
| يصعب تلويثه | نسبة ترسب عالية في البلعوم الفموي<br>يصعب تحديد الجرعة المتبقية في وعاء البخاخ دون عداد الجرعة . |

## أنواع البخاخات أحادية الجرعة

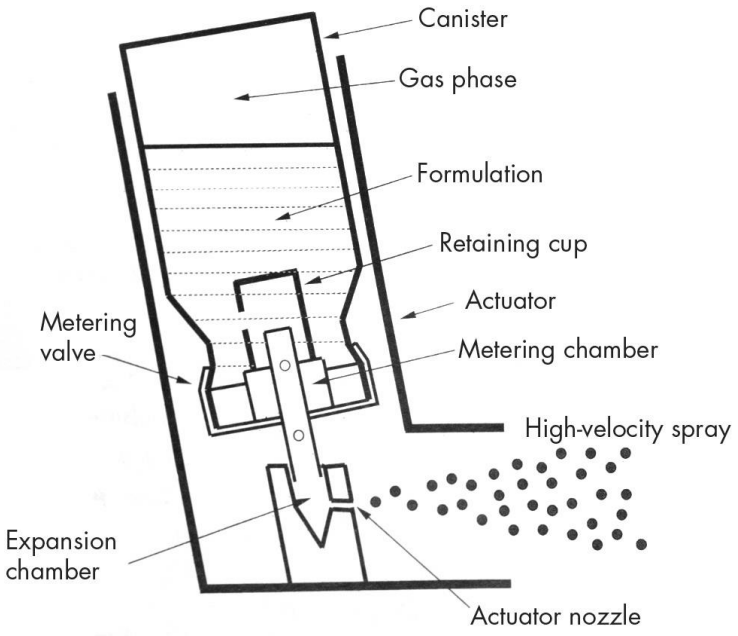
**يوجد هناك ثلاثة أنواع رئيسية من البخاخات أحادية الجرعة: بخاخات تقليدية وبخاخات محرضة بالاستنشاق وبخاخات مشغلة بالرذاذ الناعم، وبغض النظر عن الشركة المنتجة أو المكونات الفعالة، تشتمل المحتويات الأساسية للبخاخات على وعاء به الدواء وأداة حاملة للدواء ومستحضرات دوائية وصمام معياري وأداة تشغيل، ويبين جدول (١٠) المكونات الأساسية للبخاخ.**

**جدول (١٠): المكونات الرئيسية للبخاخ أحادي الجرعة.**

| المكونات | الخصائص |
|---|---|
| وعاء البخاخ | خامل وقادر على مقاومة الضغوط الداخلية العالية، ويضاف تغليف داخلي يمنع من التصاق الدواء داخل هذا الوعاء. |
| مواد حاملة للدواء | غاز سائل مضغوط يمكن إذابة الدواء فيه أو تعليقه. |
| مستحضر دوائي | العلاج مع وجود خافض للتوتر السطحي أو الكحول الذي يعمل على تخصيص الجرعة الدوائية و حجم الجزيئات النوعية. |
| صمام معياري | أهم وحدة ملحقة بوعاء البخاخ، إذ أنها مسئولة عن تحديد حجم الجرعة المراد إخراجها.<br>تكون الصمامات قياسية ومرنة ومسئولة عن عملية إحكام الغلق بغرض الوقاية من تسريب الجرعة الدوائية وفقدانها. |
| أداة التشغيل | يشار عليها باستمرار بكلمة " مشغل boot" إذ أنها مسئولة عن حجم الجزيء إلى حد ما على حسب طول وقطر الفوهة/المنفث nozzle مع مختلف أنواع البخاخات أحادية الجرعة. |
| عداد الجرعة | يساعد على معرفة وتعقب عدد الجرعات المتبقية بالبخاخ أحادي الجرعة عن طريق النظر في العداد. |

## البخاخات أحادية الجرعة التقليدية

كما هو موضح في شكل (15)، تحتوي البخاخات أحادية الجرعة على وعاء ودواء ومواد حاملة للدواء وصمام وتوصيلة الفم وأداة تشغيل، حيث يمثل الدواء فقط ( ١ -٢ ٪) من المزيج الصادر من البخاخ والذي يكون إما معلق أو منحلاً في المادة الحاملة للدواء التي تمثل (٨٠ ٪) من المزيج، أما العامل الخارجي الفعال فيستخدم من أجل المحافظة على أحجام مناسبة من الجزيئات الخارجة من عمود البخاخ من خلال بخاخات الكلوروفلوروكربون، وتعمل هذه العوامل على منع تراكم جزيئات الدواء وتقوم أيضاً بتزييت الصمام المعياري، إضافة إلى أنها تضمن تعليق الدواء بشكل جيد في الوعاء، ويقوم الصمام المعياري بتحضير الجرعة المطلوبة من الدواء مسبقا مع المادة الحاملة، كما يتغير حجم الصمام المعياري من ( ٢٥ -١٠٠ ميكرولتر) وتقدم (٥٠ ميكروغرام لكل ٥ مل غرام من الدواء في كل بخة) وذلك يتوقف على المستحضر الدوائي.




شكل (15): المكونات القياسية للبخاخات أحادية الجرعة.

تحظى البخاخات أحادية الجرعة بنظام الضغط والتنفس. فبالضغط على الوعاء وصولاً إلى المشغل يخرج مزيج المادة الحاملة للدواء الذي ينتشر ويتبخر ليحول الدواء السائل إلى رذاذ، ثم يعمل التبخير الأولي للمادة الحاملة للدواء على تبريد معلق الرذاذ، ثم يجعل الوعاء الفتحة الموجودة في الصمام المعياري في محاذاة غرفه المعايرة عن طريق الضغط لأسفل، ومن ثم يعمل الضغط العالي الناتج بفعل بخار المادة الحاملة للدواء على دفع الجرعة المحددة من الدواء خارج الفتحة ومن خلال فوهة أداة التشغيل. وأخيراً، يعمل الصمام المعياري على تعبئة الوعاء بجرعة أخرى من مزيج المادة الحاملة والدواء.

هناك نوعان من المواد الحاملة للدواء والتي تستخدم مع البخاخات أحادية الجرعة وهما الكلوروفلوروكربون والهيدروفلوروالكين، ونظراً لأن للنوع الأول آثار ضارة بالبيئة وبطبقة الأوزون علاوة على أنه أحد العوامل المشاركة في حدوث الاحتباس الحراري، فأنه تم حظر استعمال الكلوروفلوركربون في كافة أنحاء العالم، لذلك تم تطوير الهيدروفلوروالكين كبديل يدخل ضمن مكونات هذه البخاخات، وتكون هذه المادة خاملة ولها نفس سمات مادة الكلوروفلوركربون. ومع ذلك، يوجد بعض الفروق الهامة بين المواد الحاملة للدواء سواء كانت الكلوروفلوروكربون أو الهيدروفلوروالكين، فعلى سبيل المثال، يستعمل الأول منشطات السطح للانتشار، بينما لا يحتوي الثاني على منشطات السطح بل يستعمل الكحول لهذا الغرض، ويبين شكل (16) الفروق الرذاذية بين البخاخات المستخدمة للكلوروفلوروكربون والبخاخات المستخدمة للهيدروفلوروالكين، تحظى البخاخات المستخدمة للهيدروفلوروالكين شكل (16، يسار) برذاذ أنعم من البخاخات المستخدمة للكلوروفلوروكربون شكل (16، يمين)، وتحظى البخاخات المستخدمة للهيدروفلوروالكين برذاذ ذات درجة حرارة أدفأ من البخاخات المستخدمة للكلوروفلوروكربون، لبرودة الضباب الصادر من البخاخ، علاوة على أن الاستنشاق قد يتم اعاقته بسبب حساسية المريض، وعلى الرغم من استخدام البخاخات المستخدمة للهيدروفلوروالكين الذي سيتغلب على المشاكل المتعلقة باستخدام البخاخات المستخدمة للكلوروفلوروكربون، بما في ذلك التشغيل وآثار درجة الحرارة وهندسة التريش/العمود (plume) ويجب على الأطباء المختصين معرفة الفروق الموجودة في المواصفات بين النوع الأول والثاني في الوقت الحالي شكل (11). كما

يجب على المعالجين شرح وتوضيح أن الملمس والمذاق للنوع الثاني يختلف عن ملمس ومذاق الأول مع إظهار وسائل وطرق الاستعمال الصحيحة.

شكل (16): فروق الرذاذ بين البخاخات أحادية الجرعة المستخدمة للهيدروفلوروالكين (يسار) والبخاخات أحادية الجرعة المستخدمة للكلوروفلوروكربون (يمين).

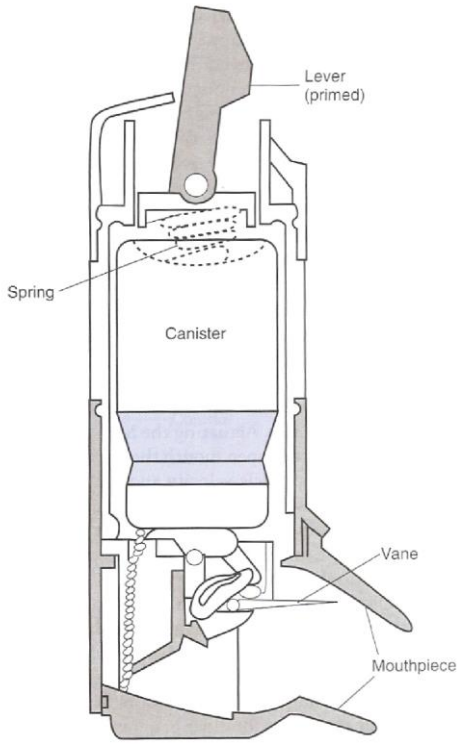
جدول (١١): الفروق في الخصائص الموجودة بين بخاخات الكلوروفلوروكربون و بخاخات الهيدروفلوروالكين.

| المكونات | الكلوروفلوروكربون | الهيدروفلوروالكين |
|---|---|---|
| **توصيل الجرعة** | | |
| من وعاء به الدواء على وشك الانتهاء | متغير | ثابت |
| مع درجة حرارة متغيرة | متغير | ثابت (إلى – ٢٠ درجة مئوية) |
| **الرذاذ** | | |
| القوة | انحشار عالي | منخفض ( ٣ أضعاف) |
| درجة الحرارة | أكثر برودة | أكثر حرارة ( تقريبا ٣٠ درجة مئوية) |
| الحجم | عالي | منخفض |
| **المذاق** | مختلف عن الهيدروفلوروالكين | مختلف عن الكلوروفلوروكربون |

| | | |
|---|---|---|
| كتم النفس أو الهواء في الرئة | أقل أهمية | أكثر أهمية |
| الإعداد Priming | يجب إعداده في حالة استخدامه لفترة قصيرة. | يمكن عدم استخدامه لفترة طويلة دون إعداد |

## بخاخات أحادية الجرعة محرضة بالاستنشاق

يعتبر البخاخ الذاتي Autohaler أول بخاخ أحادي الجرعة يشغل بقوة دفع الاستنشاق، حيث تم تصميمه بغرض الاستغناء عن التنسيق اليدوي أثناء تعاطي العلاج، ويتم تشغيله بواسطة الاستنشاق من خلال فوهة محرضة بالاستنشاق والتي تقوم باستجابة آلية لتنفس المريض، ومن أجل إخراج الدواء من البخاخ الذاتي، يجب رفع أداة الرفع الموجودة في القمة قبل الاستعمال، وبهذا فأن ريشة مروحة الجهاز تقوم بتحرير الزنبرك دافعاً الوعاء إلى أسفل ومشغلاً البخاخ أحادي الجرعة عندما يتجاوز تنفس المريض (٣٠ ل/د). كما أن حجم الفوهة وعدم النظافة وانعدام الرطوبة من العوامل الثلاثة الأكثر أهمية التي تؤثر على كمية الدواء المعطى عن طريق البخاخ المحرض بالاستنشاق، وإذا كان المريض يحظى بتنسيق جيد لاستخدام البخاخات أحادية الجرعة التقليدية، قد لا يعمل نظام التشغيل بالاستنشاق على تحسين طريقة إعطاء الدواء، ومع ذلك، أثبتت الدراسات أن البخاخات أحادية الجرعة المحرضة بالاستنشاق تعمل على تحسين عملية إعطاء الأدوية للمريض ذوي التنسيق الضعيف، مع العلم أن البخاخ التلقائي يستخدم الكلوروفلوروكربون وسيتم رفعه من السوق في ديسمبر ٢٠١٣م، ويبين شكل (17) المكونات الأساسية للبخاخ التلقائي:

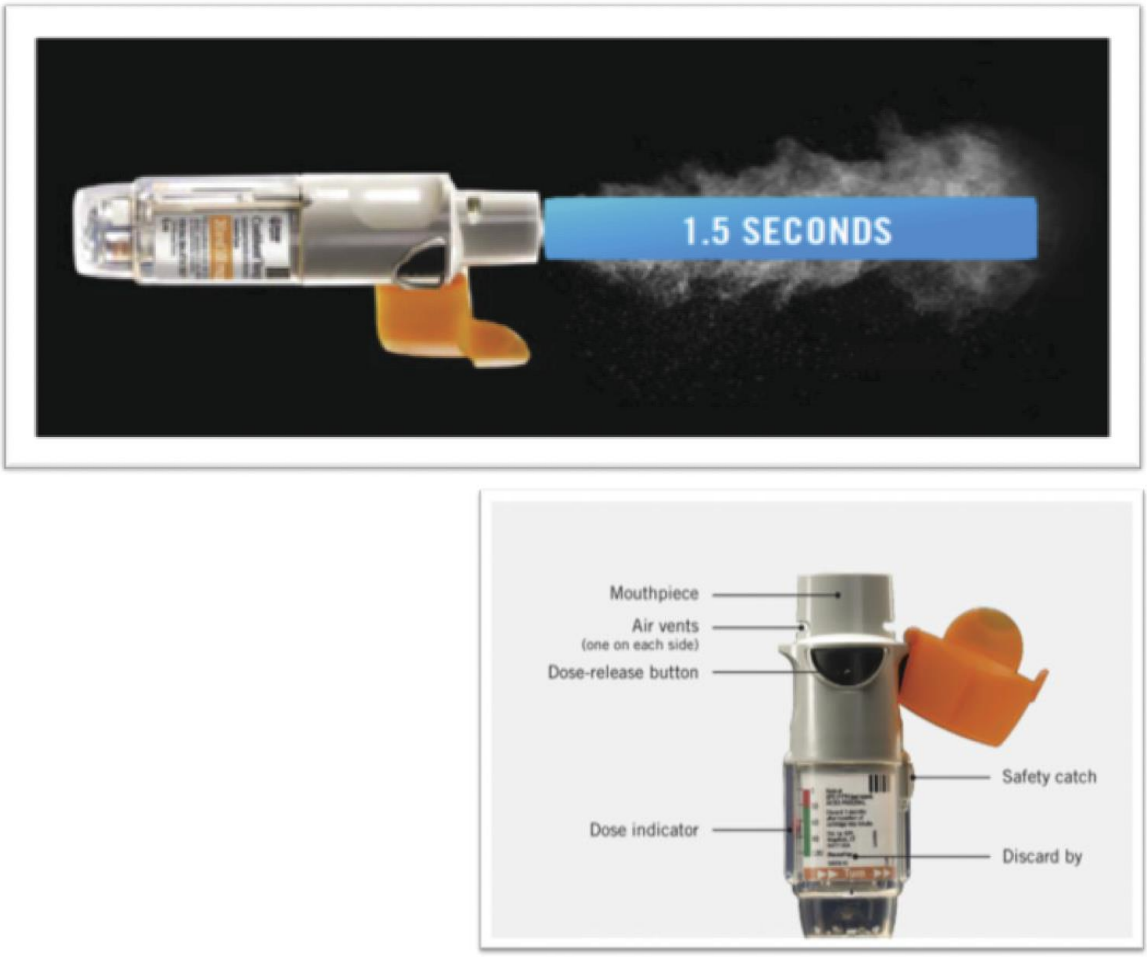



شكل (17): المكونات والعناصر الأساسية للبخاخ الذاتي.

## البخاخات أحادية الجرعة المشغلة بالرذاذ الناعم

يعتبر بخاخ الريسبيمات (بورينجر انجلهيم للأدوية ، ريدفيلد) أحد البخاخات المشغلة بالرذاذ الناعم التي تكون خالية من المواد الحاملة، ويستخدم بخاخ الريسبيمات الطاقة الميكانيكية في صورة زنبرك مشدود بحيث يعمل على توليد رذاذ ناعم، كما تعمل الطاقة على دوران القاعدة الشفافة نصف دورة نحو اليمين بحيث تجذب جرعة أحادية من المحلول من خرطوشة الدواء من خلال أنبوبة شعيرية إلى مضخة مكبرة، وعند الضغط على زرار إطلاق الجرعة، فإن الطاقة الصادرة من الزنبرك تضغط على المحلول للخروج من التوصيلة المساعدة، بما يساعد على خروج رذاذ في صورة ريشة تستمر لمدة ١،٥ ثانية تقريباً. ومثل غيره من البخاخات أحادية الجرعة، يحتاج بخاخ الريسبيمات لإعداده قبل الاستخدام في الأوقات التي يكون فيها الجهاز غير مستخدم. وفي حالة عدم استخدامه لأكثر من ثلاثة أيام، قم بتشغيل البخاخ مرة واحدة، وفي حالة عدم استخدامه لأكثر من ٢١ يوم، يوصى بتشغيل الجهاز لحين رؤية خروج الرذاذ، ثم قم بتشغيل البخاخ ثلاثة مرات أخرى. ونظراً لخلو البخاخ من المواد الحاملة للدواء، فأنه لا يلزم رجه. بخاخ الريسبيمات

مـزود بعـداد جرعـات بحيـث يـتم قفلـه بعـد انتهـاء الجرعـات، ويـبين الشـكل (18) المكونـات العادية لبخاخ الريسبيمات.




شكل (18): البخاخ أحادي الجرعة المشغل بالرذاذ.

## مستحضرات البخاخات أحادية الجرعة المتوفرة حالياً

يتوفر عددا كبيرا من مستحضرات الرذاذ المستخدمة مع البخاخات أحادية الجرعة في الوقت الحالي شكل (14)، كما تستخدم البخاخات أحادية الجرعة لإعطاء ( منبهات بيتا ٢) و(مضادات الكولين) و(مخلوط مضادات الكولين / منبهات بيتا ٢) والأدوية الستيرويدية ومضادات الربو.

## العوامل المؤثرة على أداء البخاخ أحادي الجرعة وتوصيل الدواء

تم تصميم أغلب البخاخات أحادية الجرعة بغرض توصيل جرعة دوائية تقدر بحوالي (١٠٠ميكروميتر) لكل بخة، ومثل بخاخات الرذاذ الأخرى، تقدر نسبة الدواء الموصل بواسطة البخاخات أحادية الجرعة بحوالي ( ١٠ -٢٠ ٪) من الجرعة الاسمية لكل بخة، كما يكون حجم جزيئات الرذاذ الخارجة من الجهاز في صورة جزيئات ناعمة لا يتجاوز قطرها 5 ميكروميتر، وهناك عوامل عدة تؤثر على أداء البخاخات أحادية الجرعة وتوصيل أدوية الرذاذ، كما أن فهم العوامل المؤثرة على الفاعلية والكفاءة قد يحسن أداء هذه البخاخات عند استخدامها للمرضى الذين يعانون من أمراض تنفسية رئوية. ولذلك فيجب على المرضى وأخصائيون العناية التنفسية التحكم في هذه العوامل كما يلي:

- رج وعاء البخاخ: يؤدي عدم رج وعاء هذه البخاخات إلى تقليل إجمالي الجرعة بنسبة ( ٢٥ -٣٥ ٪)، وذلك لأن الدواء الموجود في مستحضرات البخاخات عادة يتم فصله عن المادة الحاملة للدواء عند عدم الاستعمال. ولذلك يجب رج البخاخ قبل أول بخة و عند عدم الاستعمال، بحيث يتم إعادة تعبئة الصمام المعياري بخليط من المعلق المناسب من داخل الوعاء.

- درجة حرارة التخزين: يعمل استخدام الرذاذ خارج المنزل في طقس شديد البرودة على تقليل الكمية الواصلة من أدوية الرذاذ، فعلى سبيل المثال إعطاء الجرعة الدوائية من بخاخ أحادي الجرعة يستعمل مادة الكلوروفلوروكربون تتناقص الجرعة بنسبة حوالي ٧٠ ٪ عند استخدامه في درجة حرارة ١٠° مئوية، إلا أنه يكون ثابتاً مع بخاخ أحادي الجرعة يستعمل مادة هيدروفلوروالكين بمعدل من سالب ( -٢٠°) إلى ٢٠° مئوية.

- حجم فوهة البخاخ ونظافتها: تعتمد كمية الدواء المعطاه للمريض على حجم ونظافة وعدم وجود رطوبة في فوهة البخاخ. حيث تعتبر فوهة أداة التشغيل شيئاً مميز للبخاخات أحادية الجرعة، ويؤثر التنسيق بين فوهة البخاخ والدواء على الجرعة المستنشقة وحجم الجزيء. وعموماً فهناك علاقة عكسية بين القطر الداخلي وتمديد الفوهة وكمية الدواء المعطى للمريض، أن فتحة الفوهة مع

القطر الداخلي أقل من ١ مم يزيد من كمية الدواء الواصلة للمريض، وقد تؤثر بقايا الدواء الأبيض والمتكسر نتيجة لتبلور الدواء على إعطاء الدواء، ولذلك؛ يجب تنظيف الفوهة بصورة دورية وفقاً للتعليمات الواردة من الشركة المنتجة.

- **التحكم بالفترات الزمنية الخاصة بالرش من البخاخات:** قد يؤدي الرش السريع بمعدل يزيد على بختين في البخاخات أحادية الجرعة إلى تقليل الجرعة الواصلة من الدواء وذلك بسبب اضطراب وتكتل الجزيئات، ولذلك، يجب الفصل بين كل بخة وأخرى بفترة زمنية قصيرة حتى يتسنى للمريض الحصول على أفضل نتيجة لتوسع القصبات الهوائية وخصوصاً إذا كان المريض يعاني من ربو حاد مع بعض الأزيز ويصعب التحكم في الأعراض المرضية عنده، وفي بعض الحالات اليومية الأخرى، عند استخدام أدوية منبهات بيتا (تيربو تالين) والأدوية الستيرويدية (بوديسونيد) مع من هم قبل المراهقة، فأنه لم يثبت التوقف بين البخات فعاليته، حتى الأبحاث والدراسات في موقف محير من مدى أهمية التوقف بين كل بخة وأخرى، ولكن تقترح بعض الدراسات في الآونة الأخيرة التوقف لمدة دقيقة واحدة بين كل بخة وأخرى وذلك للحصول على النتيجة المنشودة من العلاج.

- **التشغيل Priming:** هو عبارة عن إخراج بخة أو أكثر إلى الهواء. ويكون الإعداد الأولي والمتكرر للبخاخات أحادية الجرعة امراً هاماً في توصيل الجرعة الدوائية بصورة جيدة. و قد يتم فصل الدواء عن المادة الحاملة والمحتويات الأخرى الموجودة في الوعاء والصمام المعياري عندما يكون البخاخ جديداً أو لم يستعمل لفترة زمنية. ونظراً لأن رج البخاخ سيمزج المعلق الموجود في الوعاء وليس الموجود في الصمام المعياري، فأن إعداد البخاخ وتجهيزه يعد أمراً ضرورياً. ويقدم جدول (١٢) التعليمات المنصوص عليها لإعداد مختلف أنواع البخاخات آحادية الجرعة المتوفرة في الاسواق.

جدول (١٢): متطلبات عملية الإعداد للبخاخات أحادية الجرعة المتوفرة تجارياً.

| الدواء | اسم الماركة | وقت التحضير | عدد البخات |
|---|---|---|---|
| **موسعات للشعب الهوائية طويلة المفعول** | | | |
| البترول سلفات | بروا ير الكلوروفلوروالكين | جديد وفي حالة عدم استخدامه لمدة ٢ أسبوع | ٣ |
| | بروفنتيل الهيدروفلوروالكين | جديد وفي حالة عدم استخدامه لمدة ٢ أسبوع | ٤ |
| | فينتولين الهيدروفلوروالكين | جديد وفي حالة عدم استخدامه لمدة ١٤ يوم | ٤ |
| بيربترول | بخاخ ذاتي ماكزير | جديد وفي حالة عدم استخدامه لمدة ٢ يوم | ٢ |
| ليفال بترول اتش سي أي | زوبينيكس الهيدروفلوروالكين | جديد وفي حالة عدم استخدامه لمدة ٣ أيام | ٤ |
| ابراتروبيوم بروميد HFA | اتروفنت الهيدروفلوروالكين | جديد وفي حالة عدم استخدامه لمدة ٣ ايام | ٢ |
| مزيج من ابراتروبيوم بروميد /البترول سلفات | كومبيفنت الهيدروفلوروالكين | جديد وفي حالة عدم استخدامه لمدة ٢٤ ساعة | ٣ |
| **بخاخات الكورتيزون** | | | |
| بيكلوميثاثون برروبينات HFA | كيوفار | جديد وفي حالة عدم استخدامه لمدة ١٠ ايام | ٢ |
| سيكليسونيد | الفسكو | جديد وفي حالة عدم استخدامه لمدة ١٠ أيام | ٣ |
| فلوتيكازون بروبينيت | فلوفنت الهيدروفلوروالكين | جديد وفي حالة عدم استخدامه لأكثر من ٧ أيام | ٤<br>١ |
| **الأدوية المخلوطة/ الممزوجة** | | | |
| بوديسونيد ممزوج مع فورميترول | سيمبكورت الهيدروفلوروالكين | جديد وفي حالة عدم استخدامه لمدة ٧ أيام | ٢ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| فلوتيكازون ممزوج مع ساليترول | ادفير الهيدروفلوروالكين | جديد وفي حالة عدم استخدامه لأكثر من ٤ أسابيع | ٤ ٢ |

- سمات المريض: ينجم عن سمات المرضى المستخدمين للبخاخ أحادي الجرعة تغير في راسب الرذاذ. فعلى سبيل المثال، يكون راسب الرذاذ أقل عند الرضع والأطفال بسبب الفروق الموجودة في بنيتهم وقدراتهم المعرفية والبدنية.

- تقنيات التنفس: هناك تقنيتان رئيسيتان لاستخدام البخاخ أحادى الجرعة بدون التوصيلة المساعدة: تقنية فتح الفم وتقنية غلق الفم. وتوصى الشركات المصنعة عالمياً بتقنية غلق الفم من أجل استخدام البخاخ أحادى الجرعة، وفي هذه الطريقة، توضع توصيلة الفم بين الشفاه المطبقة للمريض خلال إعطاء الدواء، ومن ناحية أخرى، أيّد بعض الباحثين والمعالجين تقنية فتح الفم بغرض الحد من الراسب في البلعوم وزيادة الجرعة الواصلة إلى الرئة، ويوصى بتقنية فتح الفم عند إعطاء الكلورفلوروكربون للبخاخ أحادى الجرعة، وعند استخدام تقنية فتح الفم يتم وضع البخاخ على عرض أصبعين بعيداً عن الشفاة ثم توجه إلى وسط فتحه الفم، وتشير الدراسات إلى أن تقنية فتح الفم تقلل من الراسب في البلعوم عن طريق السماح بمساحة أكبر لتريش/العمود بخاخ الرذاذ لكي يبطئ قبل الوصول إلى الجزء الخلفي من الفم وليصل إلى ضعف الراسب الدوائي في الرئة أكثر من استخدام تقنية غلق الفم، وفي المقابل يشير بعض الباحثين إلى أن تقنية فتح الفم لا تقدم أي ميزة على تقنية غلق الفم و لكنها تسبب مخاطر أخرى منها سوء الاستعمال كاتجاه الرذاذ من الفم إلى العين أو لأي مكان أخر. لذلك يتم تحديد أفضل تقنية بناءً على القدرات البدنية للمريض وقدرته على التنسيق ورغبته. ويمكن استخدامها حسب التوجيهات التالية إذا كان المريض قادر على التنسيق ويستطيع أن يسيطر على تقنية فتح الفم. وكذلك لابد من ملاحظة تقنية استعمال المريض لبخاخ الرذاذ باستمرار وتصحيحها إن امكن. تم تقديم التقنية المناسبة في الأسلوب التقني ٢.

## تقنية توصيل الدواء

يجب أن يراجع أخصائيو العناية التنفسية إرشادات التشغيل بعناية قبل إعطاء علاج الرذاذ وبالتأكيد قبل إرشاد المرضى للاستخدام المنزلي، وذلك بسبب توفر أنواع عديدة من البخاخ أحادى الجرعة في الأسواق. وتقدم التقنية المناسبة في الأسلوب التقني صندوق ٢.

**الأسلوب التقني (٢): خطوات الاستخدام الصحيح للبخاخ أحادى الجرعة.**

**تقنيات البخاخ أحادي الجرعة**

**تقنية فتح الفم: يجب إبلاغ المريض بما يلي:**

1. قم بتدفئة وعاء البخاخ أحادى الجرعة بحيث تساوي درجة حرارة اليد أو الجسم.
2. انزع غطاء توصيلة الفم وقم برج البخاخ أحادى الجرعة بدقة.
3. يتم إطلاق جرعة من البخاخ أحادى الجرعة في الهواء إذا كان جديداً أو لم يستخدم منذ عدة أيام.
4. الجلوس في وضع قائم أو وضع الوقوف.
5. تنفس كلياً للخارج.
6. ضع البخاخ بعرض أصبعين بعيداً عن الشفاة.
7. مع جعل الفم مفتوح واللسان منبسط (طرف اللسان الذي يلمس من الداخل الأسنان السفلية الأمامية) املْ منفذ البخاخ أحادى الجرعة بحيث يكون باتجاه الجزء الخلفي العلوي من الفم.
8. شغل البخاخ أحادى الجرعة عندما يبدأ المريض في التنفس ببطء.
9. تنفس ببطء وبعمق من خلال الفم وقم بكتم النفس لمدة ١٠ ثواني وإذا لم يستطيع المريض كتم النفس لمدة ١٠ ثواني، فيجب كتمه على قدر المستطاع.
10. انتظر دقيقة واحدة إذا كان هناك حاجة لبخة أخرى من الدواء.
11. كرر الخطوات ٢-١٠ إلى أن يتم الوصول إلى الجرعة المحددة من قبل الطبيب.
12. إذا تم تناول أدوية ستيرويدية يجب شطف الفم بعد أخر بخة من الدواء، ثم بصق الماء وعدم بلعها.
13. استبدلْ غطاء توصيلة الفم الموجودة على البخاخ أحادى الجرعة بعد كل استخدام.

**تقنية غلق الفم: يجب إبلاغ المريض بما يلي:**

1. قم بتدفئة وعاء البخاخ أحادى الجرعة إلى درجة حرارة اليد أو الجسم.
2. انزع غطاء توصيلة الفم و قم برج البخاخ أحادى الجرعة بدقة.
3. يتم إطلاق جرعة من البخاخ أحادى الجرعة في الهواء إذا كان جديداً أو لم يستخدم منذ عدة أيام
4. الجلوس في وضع قائم أو وضع الوقوف.
5. تنفس كلياً للخارج.
6. ضع البخاخ أحادى الجرعة بين شفتي المريض، ثم تأكد من أن اللسان منبسط تحت توصيلة الفم بحيث لا يعوق البخاخ أحادى الجرعة.
7. اطبق الشفتين.
8. شغل البخاخ أحادى الجرعة عندما يبدأ المريض في التنفس ببطء.
9. كتم النفس لمدة ١٠ ثواني. وإذا لم يستطيع المريض كتم النفس لمدة ١٠ ثواني، فيجب كتمه على قدر المستطاع.
10. انتظرْ دقيقة واحدة إذا كان هناك حاجة لبخة أخرى من الدواء.
11. كرر الخطوات ٢ -١٠ إلى أن يتم الوصول إلى الجرعة المحددة من قبل الطبيب.
12. إذا تناول المريض أدوية ستيرويدية يجب عليه شطف الفم بعد أخر بخة من الدواء، ثم بصق الماء وعدم بلعها.
13. استبدل غطاء توصيلة الفم الموجودة على البخاخ أحادى الجرعة بعد كل استخدام.

**تقنية البخاخ أحادى الجرعة المشغل بالاستنشاق (Autohaler):**

عند استخدام البخاخ الذاتي ( Autohaler)، يجب إبلاغ المريض بما يلي:

1. قم بتدفئة وعاء البخاخ أحادى الجرعة إلى درجة حرارة اليد أو الجسم.
2. انزع غطاء توصيلة الفم وتحقق من وجود أجسام غريبة.
3. حافظ على البخاخ الذاتي في وضع عمودي في حين توجيه السهم إلى أعلى مع عدم إعاقة مخارج الهواء.
4. يتم إطلاق جرعة من البخاخ الذاتي في الهواء إذا كان جديداً أو لم يستخدم منذ عدة أيام.

5. ادفع دواسة تشغيل البخاخ لأعلى.
6. ادفع شريحة اختبار الحريق البيضاء في الجزء السفلى من توصيلة الفم لإعداد البخاخ.
7. ادفع دواسة تشغيل البخاخ للأسفل من أجل إخراج الرذاذ.
8. أعدْ دواسة تشغيل البخاخ إلى وضعه لأسفل وأرفع الدواسة بحيث تستقر في مكانه.
9. الجلوس في وضع قائم أو في وضع الوقوف.
10. رج البخاخ الذاتي ثلاث أو أربع مرات.
11. تنفس بشكل طبيعي بعيداً عن البخاخ الذاتي.
12. ضع البخاخ أحادى الجرعة بين شفتي المريض، ثم تأكد من أن اللسان منبسط تحت توصيلة الفم بصورة لا تعوق البخاخ أحادى الجرعة.
13. اغلقْ الشفتين على توصيلة الفم.
14. استنشق بعمق من خلال توصيلة الفم بقوه ثابتة ومعتدلة.
15. انتبه لصوت التكة والشعور بالبخة الخفيفة عند تشغيل البخاخ مع إخراج الدواء.
16. استمر في الاستنشاق حتى تمتلئ الرئة بالكامل.
17. انزع التوصيلة من الفم.
18. كتم النفس لمدة ١٠ ثواني أو على قدر المستطاع.
19. كرر الخطوات السابقة إلى أن يتم الوصول إلى الجرعة المحددة من قبل الطبيب.
20. استبدل غطاء توصيلة الفم وتأكد من أن دواسة تشغيل البخاخ للأسفل.

### تقنية البخاخ أحادي الجرعة المشغل بالرذاذ (الريسبيمات) Soft Mist pMDI:

عند استخدام بخاخ الريسبيمات، يجب إبلاغ المريض بما يلي:

### طريقة الإعداد Prepararion:

1. عند غلق الغطاء البرتقالي، قم بالضغط على ماسك الأمان أثناء دفع القاعدة الشفافة مع عدم لمس أداة الثاقب الواقعة داخل قاع القاعدة الشفافة.
2. قم بدفع الطرف الضيق من الوعاء في اتجاه البخاخ، وعلى أن لا تكون قاعدة الوعاء بصورة مسطحة مع البخاخ، ويبقى حوالي ١/٨ من البوصة مرئياً عند إدخال الوعاء بصورة صحيحة.

3. يمكن دفع الوعاء في اتجاه سطح ثابت وذلك لضمان إدخالها بصورة صحيحة.
4. تجنب خلع الوعاء بمجرد إدخالها في البخاخ.
5. سجل ما تم استخدامه بالتاريخ على ملصق البخاخ، ويتم تسجيل ما تم استخدامه بالتاريخ لمدة ٣ شهور من تاريخ إدخال الوعاء .
6. قم بإعادة القاعدة الشفافة إلى موضعها الأصلي، كما تجنب خلع القاعدة الشفافة مرة أخرى، ويجب عدم عزل البخاخ بعد إدخال الوعاء وإعادة القاعدة الشفافة لموضعها الأصلي.

طريقة التشغيل Priming:

7. قم بمسك البخاخ في وضع قائم مع غلق الغطاء البرتقالي وذلك لتجنب الخروج العشوائي للجرعة.
8. قم بتدوير القاعدة الشفافة في اتجاه الأسهم البيضاء الموجودة على الملصق لحين سماع صوت التكة (نصف دورة).
9. قم بقلب الغطاء البرتقالي لحين فتحه بصورة كاملة.
10. قم بتوجيه البخاخ للأسفل ثم اضغط على زر إطلاق الجرعة مع غلق الغطاء البرتقالي.
11. قم بتكرار الخطواط ٥ و٦ و٧ لحين ظهور الرذاذ مرئيا.
12. وبمجرد ظهور الرذاذ مرئياً، قم بتكرار الخطوات ٥ و٦ و٧ ثلاثة مرات أخرى وذلك لضمان تهيئة البخاخ لاستخدامه.

تعليمات الاستخدام للمرضى:

1. قم بمسك البخاخ في وضع قائم مع غلق الغطاء البرتقالي وذلك لتجنب الخروج العشوائي للجرعة.
2. قم بتدوير القاعدة الشفافة في اتجاه الأسهم البيضاء الموجودة على الملصق لحين سماع صوت التكة (نصف دورة).
3. قم بقلب الغطاء البرتقالي لحين فتحه بصورة كاملة.
4. تنفس ببطئ ثم اغلقْ الشفاة حول طرف التوصيلة المساعدة دون تغطية لمصارف الهواء.

5. قم بتوجيه البخاخ لأسفل ثم اضغط على زر إطلاق الجرعة مع غلق الغطاء البرتقالي.
6. أثناء أخذك نفس عميق وبطيئ من خلال الفم، قم بالضغط على زر إطلاق الجرعة والاستمرار بالتنفس ببطئ على قدر المستطاع.
7. قم بكتم النفس لمدة ١٠ ثواني أو على قدر المستطاع.
8. قم بغلق الغطاء البرتقالي لحين خروج الجرعة الموصوفة التالية.

**خطوات عامة لتجنب قلة أو عدم خروج الجرعات الدوائية من البخاخ أحادى الجرعة:** عند استخدام البخاخ أحادى الجرعة يجب اتباع الخطوات التالية تجنباً لقلة خروج الجرعات الدوائية أو عدم خروجها من البخاخ أحادى الجرعة خلال العلاج بالرذاذ.

يجب على المريض:

1. نزع كبسولة البخاخ أحادى الجرعة من الوعاء.
2. تشغيل البخاخ حسب التعليمات جدول (١٢).
3. تنظيف وتجفيف وعاء البخاخ أحادى الجرعة بناءً على إرشادات الشركة المنتجة.
4. تتبع الجرعات المتبقية.

**الاعطال:** المشاكل التي قد تظهر مع البخاخ أحادى الجرعة: غياب أو انخفاض الرذاذ:

| الأسباب | الحلول |
|---|---|
| التركيب الخاطئ لبخاخ أحادى الجرعة | فحص أجزاء البخاخ وإعادة تركيبها من جديد عند اللزوم. |
| تجميع البخاخ أحادى الجرعة والتوصيلة المساعدة بشكل خاطئ | فحص تجميع البخاخ/التوصيلة المساعدة ثم أعدْ تجميعها عند اللزوم. |
| البخاخ أحادى الجرعة أصبح فارغاً | فحص عداد الجرعات لتتأكد من عدم فراغه من الجرعات وإلا يتم تبديل البخاخ. |

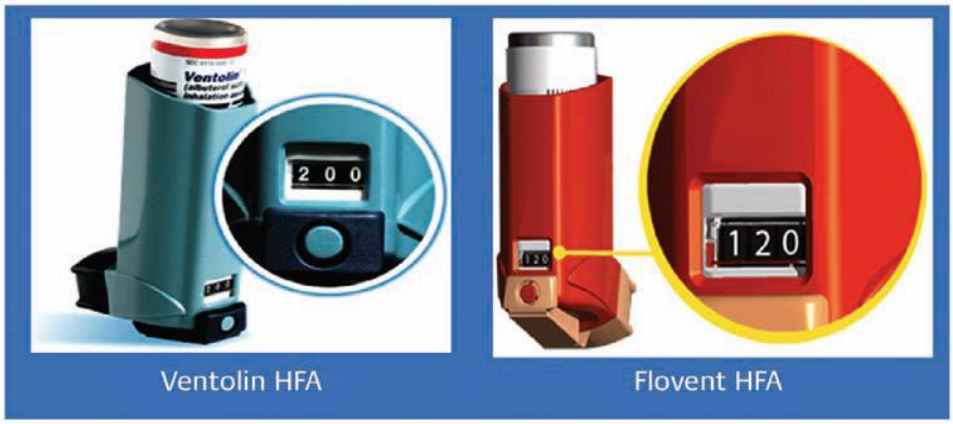
## كيف نعرف أن البخاخ أحادى الجرعة فارغاً؟

منذ ابتكار البخاخات أحادية الجرعة في ١٩٥٠م، لم يتم تزويدها بعدادات تبين الجرعات بحيث يتمكن المرضى من تحديد ما إذا كان البخاخ فارغا ويجب التخلص منه. وبعد إخراج البخاخ أحادى الجرعة عدد البخات المذكورة على الملصق، فقد يبدو للمريض ويشعر أن البخاخات لا تزال تعمل، و لكن قد تكون الجرعة الخارجة ضئيلة. هذا التأثير الضعيف قد يستمر لفترة طويلة بعد فراغ البخاخ من الدواء. ويمكن أن يؤدى البخاخ أحادى الجرعة بدون عداد الجرعة إلى فقدان الجرعة الدوائية إذا تم اهمال البخاخ قبل موعد انتهائه. وتكون الطرق غير المباشرة مثل تعويم الوعاء في الماء غير صحيحة ومضللة و انما قد تقلل من قدرة البخاخ أحادى الجرعة على العمل بشكل صحيح، لذلك لا يجب استخدامهم في تحديد كمية الدواء المتبقية في الوعاء.

وهناك طريقة وحيدة موثوق فيها لتحديد كمية الدواء المتبقية في البخاخ هي حساب الجرعات المعطاة إما يدوياً أو عن طريق عداد الجرعة. وتشمل الطرق اليدوية على قراءة الملصق لتحديد إجمالي عدد الجرعات المتاحة في البخاخ الأحادي الجرعة موضحا عدد البخات المعطاة (بما في ذلك كلا من الإعداد وجرعات العلاج)، ويتم طرح هذه الحصيلة من عدد البخات الموجودة على الملصق حتى يتم استخدامهم جميعا. وفي هذا الوقت يجب التخلص من البخاخ أحادى الجرعة بطريقة صحيحة. ولسوء الحظ، قد يكون حساب الجرعة يدويا غير واقعي وغير مفيد وخصوصا مع المرضى الذين يستخدمون أدوية بشكل مستمر.

لذلك، تتطلب وزارة الصحة والخدمات الانسانية في الولايات المتحدة أن تحظى البخاخات أحادية الجرعة الجديدة على عدادات جرعة متكاملة وتوصى أن يكون لدى كل بخاخ آلية حساب الجرعة التي تبين اقتراب الجرعات في البخاخ من الانتهاء. ويكون عداد الجرعة عبارة عن جهاز مرفق بالجزء العلوي من وعاء البخاخ او بأسفل الجهاز وذلك بغرض حساب الجرعات المتبقية والخارجة، وعند تشغيل البخاخ أحادى الجرعة يبدأ في العد تنازلياً من إجمالي الكمية المتبقية في الوعاء.

بخاخ الفينتولين HFA و فلافونت HFA مزودة بعدادات الجرعة شكل (19).




شكل (19): عداد على بخاخات فينتولين HFA و فلوفونت HFA.

وأيضاً, عدادات الجرعة الآلية والإلكترونية متاحة من طرف ثالث وذلك لاستخدامها وربطها بالبخاخ. وعلى الرغم من أن الأبحاث أيّدت الأداء المقبول من قبل المريض عن البخاخات أحادية الجرعة المزودة بعدادات حساب الجرعة، إلا أنة يجب توخي الحذر لضمان أن عداد الجرعات من طرف ثالث يعمل مع البخاخات أحادية الجرعة المستخدمة. و قد لا تكون بعض العدادات المدمجة متلائمة مع التوصيلة المساعدة، فالتركيب غير المناسب للوعاء مع التشغيل السليم قد يتداخل مع التشغيل السليم مما يسبب عدم خروج الدواء بصورة جزئية أو كلية أو حدوث خطأ في حساب الجرعات المتبقية. ويزيد استخدام عداد الجرعات من طرف ثالث من تكلفة العلاج بالرذاذ، والتي يمكن أن تحد من قبولها بصورة كبيرة. ويبين شكل (20) أنواع عدادات حساب جرعات البخاخ أحادى الجرعة المتوفرة حالياً في الولايات المتحدة.

شكل (20): عداد الجرعات للبخاخات أحادية الجرعة المتوفرة حالياً في السوق.

مع أي عداد جرعات من طرف ثالث، يجب قراءة ملصق المنتج والمعلومات الموجودة على عبوة البخاخات أحادية الجرعة قبل الاستخدام و يجب اتباع الجرعات الموصى بها من الشركة المنتجة، وعند محاولة تتبع عدد البخات المتبقية في البخاخ أحادى الجرعة يجب اتباع الخطوات التالية:

إذا كان البخاخ بدون عداد للجرعات، يجب على المستخدم:

1. تحديد عدد البخات الموجودة في البخاخ أحادى الجرعة عندما يكون مُمتلِئ.
2. حساب مدة استمرار البخاخ أحادى الجرعة بقسمة مجموع عدد البخات في البخاخ أحادى الجرعة على مجموع البخات المستخدمة ( ليصبح المجموع ٨ بخات في اليوم) وسوف يستمر هذا الوعاء ٢٥ يوما ( ٢٠٠ مقسومة على ٨ =٢٥ يوم)، ويرجى معرفة أن الدواء سوف ينفد عاجلاً إذا تم استخدام بخاخ أحادى الجرعة أكثر مما كان مخطط له.
3. معرفة تاريخ انتهاء الجرعات وكتابته على الوعاء أو على التقويم.
4. تتبع عدد بخات الدواء المستخدمة بتسجيلها على ورقة ثم حسابها لمعرفة كمية الدواء المتبقية في البخاخ أحادى الجرعة.
5. الحفاظ على الورقة المسجل بها عدد الجرعات بصفة يومية في مكان مناسب مثل مرآة الحمام.
6. استبدل البخاخ أحادى الجرعة عند انتهاء عدد البخات المسموح بها.

اذا كان البخاخ مزود بعداد للجرعات، يجب على المستخدم:

1. تحديد عدد البخات الموجودة في البخاخ أحادى الجرعة عندما يكون مُمتلِئ.
2. تتبع البخات المستخدمة في البخاخ أحادى الجرعة وتحديد كمية الدواء المتبقية في البخاخ أحادى الجرعة عن طريق فحص شاشة العداد.
3. تعلم قراءة شاشة العداد. و لكل عداد طريقة خاصة لعرض الجرعات المتبقية في الوعاء. فعلى سبيل المثال: التحول إلى اللون الأحمر يشير إلى أن عدد البخات أقل من ٢٠ بخة وحان الوقت لإعادة صرف البخاخ أحادى الجرعة. ويوصى بقراءة إرشادات الشركة المنتجة لتفسير شاشة العداد قبل استخدامها.
4. عند انتهاء أخر جرعة، تخلص بشكل صحيح من بخاخ أحادى الجرعة.

التنظيف: يرجى مراجعة قسم مكافحة العدوى صفحة (83) إرشادات تنظيف البخاخات.

# إكسسوارات البخاخ أحادي الجرعة

تم تصميم أجهزة اكسسوارات البخاخ أحادى الجرعة للتغلب على الصعوبات التي يواجهها المريض عند استخدام البخاخ أحادى الجرعة وتتوفر في أشكال ومقاسات مختلفة.

## مزايا اكسسوارات البخاخ أحادى الجرعة وعيوبها

يعمل استخدام هذه الاكسسوارات على تحسين فاعلية العلاج بالرذاذ و يقلل راسب البلعوم بإضافة مسافة بين الصمام المعياري وفم المريض. كما تعمل هذه الاكسسوارات على مواجهة مشاكل تنسيق التنفس و اليد. ويبين جدول (١٣) مزايا وعيوب التوصيلة المساعدة والتوصيلة المساعدة ذات الصمام المستخدمة مع البخاخات أحادية الجرعة.

جدول (١٣): مزايا التوصيلة المساعدة المستعملة مع البخاخات أحادية الجرعة وعيوبها.

**المزايا:**

- تقلل فقدان الجرعة الدوائية في الفم والحلق.
- تزيد الجرعة الدوائية المستنشقة إلى ضعفين أو أربعة أضعاف الجرعة الخارجة من البخاخ أحادي الجرعة لوحده.
- تساعد على استعمال البخاخ أحادي الجرعة أثناء الانسداد الحاد لتدفق الهواء في حالة ضيق التنفس للمرضى.
- لا يتطلب تحضير للأدوية.
- تسهل عملية التنسيق بين تشغيل البخاخ أحادي الجرعة وعملية الاستنشاق.

**العيوب:**

- كبير الحجم وصعب الحمل مقارنة بالبخاخ أحادي الجرعة لوحده.
- غالي الثمن وأكبر حجماً من البخاخ أحادي الجرعة لوحده.
- قد يحتاج لعمليات تركيب وتجميع.
- اخطاء للمرضى عند إطلاق عدة بخات إلى التوصيلة المساعدة قبل الاستنشاق أو التأخر بين تشغيل البخاخ والاستنشاق.
- احتمالية التلوث في حالة عدم التنظيف بالقدر الكافي.

على الرغم من استخدام مصطلح "التوصيلة المساعدة" Spacer في الممارسة السريرية إلى جميع أنواع الأجهزة المساعدة، إلا أنه يتم تصنيف هذه الإكسسوارات على توصيلة مساعدة وتوصيلة مساعدة ذات الصمام بناءً على تصاميمهم. والتوصيلة المساعدة هي أنبوبة بسيطة أو وصلة تضيف مساحة و حجم بين البخاخ أحادى الجرعة والفم بدون صمامات ذات اتجاه واحد لاحتواء عمود الرذاذ بعد تشغيل البخاخ أحادى الجرعة. وتكون التوصيلة المساعدة ذات الصمام عبارة عن جهاز فاصل ممتد بصمام (صمامات) ذات اتجاه واحد لاحتواء الرذاذ حتى استنشاقه، وتوجية الزفير بعيدا عن الرذاذ الموجود في التوصيلة المساعدة، والحد من خسائر الرذاذ عند التنسيق الضعيف بين اليد و التنفس . وبالإضافة إلى الفروق الأخرى في التصاميم التي تحدد الفرق بين التوصيلة المساعدة وبين التوصيلة المساعدة ذات الصمام، فأنه يوجد فروق في التصاميم الأخرى في الموديلات المستخدمة من التوصيلة المساعدة والتوصيلة المساعدة ذات الصمام، وقد يكون هناك اختلاف في الحجم، رغم أن معظم التوصيلات المساعدة في الولايات المتحدة أقل من ٢٠٠ مل. وقد يكون هناك اختلاف في اتجاه الرذاذ نحو الأمام (اتجاه الفم) ونحو الخلف (بعيدا عن الفم). ومن أمثلة الرذاذ الامامي نشاهد الإيروتشامبر (مؤسسة موناغان الطبية) والأوبتى تشامبر دايموند والأوبتى تشامبر ادفانتيج من ( فيليبس ريسبيرونكس). بينما من أمثلة الرذاذ الخلفي نشاهد محسن سحب الرذاذ ACE من ( سميثز الطبية، دبلن، أوهايو)، وقد تقبل بعض التوصيلات المساعدة مشغل توصيلة الفم الخاص بالشركة المنتجة، فى حين أن البعض الآخر يتميز بوجود فوهة بالوعاء بحيث تقبل وعاء البخاخ الخاص بها فقط ومنها: بخاخ ACE الذي به فوهة في علبة الوعاء، في حين أن الإيروتشامبر والأوبتى تشامبر دايموند والأوبتى تشامبر ادفانتيج بهم فتحات مرنة تقبل توصيلة الفم للبخاخ أحادى الجرعة. بينما يتم تصميم مكان تشغيل لكل بخاخ, قد تختلف فتحات الوعاء وربما لا تلائم فوهة أي وعاء آخر، حيث تقلل فعالية الدواء. ويبين شكل (21) أمثلة التوصيلة المساعدة .

شكل (21): أمثلة التوصيلة المساعدة والتوصيلة المساعدة ذات الصمام.

## التوصيلة المساعدة للبخاخ

إن استعمال التوصيلة مع البخاخ أحادي الجرعة يجب أن يولد جرعة معادلة لتأثير البخاخ أحادي الجرعة وحده اذ تم استخدامة بشكل صحيح. كما تعمل التوصيلة علي توفير حجم إضافي تقلل سرعة الرذاذ من البخاخ أحادي الجرعة, بحيث تقلل حجم الجزيئات. ومن ناحية أخري يعتمد احتباس وتفريغ الجرعة الدوائية داخل التوصيلة للمريض على حجم التوصيلة والشحنة الكهروستاتية (electrostatic charge) الموجودة على الجدران الداخلية للتوصيلة المصنوعة من البلاستيك. وتعمل التوصيلة المساعدة على تقليل الراسب في الفم والحلق، ولكنها تقدم فاعلية قليلة عند سوء التنسيق من قبل المريض بين التشغيل والتنفس. فعند استخدام التوصيلة يجب أن يتم التنسيق بين التشغيل والتنفس بحيث يبدأ التنفس قبل التشغيل بفترة وجيزة. تتطلب التوصيلات خلع وعاء البخاخ من مشغل الشركة وإدخاله في الفوهة الخاصة الموجودة بالتوصيلة المساعدة. و الجدير بالذكر أن عملية توصيل الجرعة يمكن أن تتأثر في بعض تصميمات التوصيلة المساعدة إذا ما لم يتناسب الجهاز مع البخاخ بشكل سليم أو إذا استعمل الموديل فوهة خاصة أو مشغل في فوهة التوصيلة نفسها ؛ و أحيانا ما يقوم الأخصائي أو المرضى عند الضرورة بعمل توصيلة مساعدة داخلية بها وعاء مصنوع من البلاستيك مثل (زجاجة الصودا) أو (لفة مناديل الحمام)، وقد توظف هذه الأشياء بمثابة توصيلة مساعدة

إلا أن أدائها أقل فعاليه بشكل كبير ولا يمكن اعتبارها بديلاً مناسباً للتوصيلة المساعدة للبخاخ.

## التوصيلة المساعدة ذات الصمام

تتميز التوصيلة المساعدة ذات الصمام بصمام منخفض المقاومة أحادي الاتجاه، حيث يسمح بدخول جزيئات الرذاذ إلى غرفة التوصيلة لفترة وجيزة لحين يتم فتح الصمام بفعل جهد الاستنشاق. و رغم وجود الصمام أحادي الاتجاه الذي يعمل على منع خروج الرذاذ من الغرفة لحين القيام بالاستنشاق، فأن الجرعة المثلى للرذاذ تعتمد على الاستنشتاق مع أو قريبا من وقت تشغيل البخاخ.

فالتأخير الزمني قد يعمل على تقليل الجرعة المتاحة للاستنشاق من التوصيلة ذات الصمام؛ وإضافة إلى ذلك، يتميز الصمام أحادي الاتجاه بمقاومة بسيطة بحيث ينفتح بفعل جهد بسيط من التنفس. و تعمل الصمامات الموجودة بين التوصيلة والمريض كنقطة انحشار تؤدي الى تقايل الترسب في البلعوم الفموي. و من الناحية المثالية، يجب أن يكون هناك مؤشر للتنبيه عندما يكون التدفق التنفسي عالي للغاية. فالأطفال قد يحتاجون إلى أخذ عدة أنفاس في التوصيلة المساعدة ذات الصمام من خلال القناع للوجه عند إعطاء الجرعة العلاجية. و في هذه الحالة يجب أن تحتوي التوصيلة المساعدة ذات الصمام على صمام أحادي الاتجاه للشهيق والزفير يعمل على تخفيض مرات إعادة التنفس داخل التوصيلة. علماً بأن التوصيلة المساعدة ذات الصمام تبلغ تكلفتها حوالي ١٥ إلي ٢٠ دولار، بينما الجهاز مع القناع الخالي من الشحنة الكهروستاتية تبلغ تكلفته حوالي ٥٠ إلي ٦٠ دولار أمريكي.

## تقنية توصيل الدواء

نظراً للمزايا العديدة التي تحظى بها التوصيلة المساعدة والتوصيلة المساعدة ذات الصمام من أجل توصيل الدواء بصورة مثالية من البخاخ أحادي الجرعة، إلا أن هناك عدة مشاكل تظهر عند استعمال هذه الأجهزة جدول (١٣). وقد يؤدي عدم استخدام هذه التوصيلات بصورة صحيحة إلى تقليل نسبة توصيل الدواء أو فقدان الجرعة تماماً. ومن هذه الأسباب المحتملة: زيادة كمية البخات داخل غرفة التوصيل والشحنة الكهروستاتية

والاستنشاق قبل تشغيل البخاخ أو التأخير الحادث بين تشغيل البخاخ و استنشاق الجرعة.
أما في حالة الأطفال، فهناك مشكلات منها عدم توفر الأقنعة المناسبة والمقاس الأكبر للتوصيلة من سعة الهواء الطبيعية للأطفال، وكذلك البكاء.
ويبين جدول (٣) طريقة الاستخدام الصحيحة لهذه البخاخات.

التنظيف: يرجى مراجعة قسم مكافحة العدوى صفحة (83) لتعليمات الخاصة بتنظيف توصيلة البخاخ أحادى الجرعة والكيس القابل للانكماش.

**الأسلوب التقني (٣): خطوات الاستعمال الصحيح للبخاخ أحادي الجرعة مع التوصيلات المساعدة.**

**طريقة الاستعمال الصحيحة للبخاخات أحادية الجرعة مع التوصيلة المساعدة والتوصيلة ذات الصمام: يجب إبلاغ المريض باتباع التالي:**

1. تسخين وعاء البخاخ أحادي الجرعة إلى درجة حرارة الجسم أو اليد.
2. فك غطاء توصيلة الفم ورج البخاخ بصورة جيدة.
3. إطلاق بخة من البخاخ في الهواء إذا كان جديدا أو لم يتم استخدامه لعدة أيام.
4. تركيب الجهاز مع التأكد من عدم وجود مخلفات أو أجسام غريبة به.
5. اجعل الوعاء في وضع عمودي.
6. الجلوس في وضع قائم او الوقوف.
7. تنفس كلياً للخارج.
8. اتبع التعليمات أدناه حسب نوع الجهاز المستخدم.

**عند استخدام توصيلة الفم، يجب:**

أ. وضع توصيلة الفم بين الأسنان، والتأكد من أن لسانهم تحت توصيلة الفم مع عدم إعاقة البخاخ أحادى الجرعة وغلق شفاههم.
ب. تشغيل البخاخ أحادي الجرعة مع البدء في التنفس ببطء والتأكد من الاستنشاق ببطء في حالة اصدار الجهاز "صوت تصفير" والذي يبين أن الشهيق سريع للغاية.
ج. تحريك توصيلة الفم بعيداً عن الفم مع كتم نفسه لحوالي ١٠ ثواني، أو كتمه على قدر الإمكان.

عند استخدام القناع، يجب:

د. وضع القناع تماماً على الأنف والفم وتأكد أنها محكمة على وجهه بشدة.

ه. مسك القناع في موضعه ثم تشغيل البخاخ أحادي الجرعة مع التنفس ببطء ثم التأكد من الاستنشاق ببطء إذا أخرج الجهاز صوت "تصفير" يبين أن التنفس سريعاً للغاية.

و. مسك القناع في موضعه بينما يأخذ الطفل (٦) أنفاس طبيعية (بما فيها شهيق وزفير) وإزالة القناع عن وجه الطفل.

9. الانتظار لمدة من ١٥ - ٣٠ ثانية إذا كانت هناك حاجة إلى نفخة أخرى من الدواء.

10. تكرار الخطوات السابقة حتى الوصول للجرعة الموصوفة من قبل الطبيب المعالج للمريض.

11. إذا تم إعطاء أدوية ستيرويدية، فيجب شطف الفم بعد أخر بخة من الدواء، ثم ابصق الماء للخارج و لا تبتلعه.

12. تبديل غطاء توصيلة الفم على البخاخ أحادى الجرعة بعد كل استخدام.

خطوات عامة لتجنب قلة أو عدم خروج الجرعات الدوائية من البخاخ أحادى الجرعة مع التوصيلات المساعدة: عند استخدام البخاخ أحادى الجرعة مع التوصيلات المساعدة، يجب اتباع الخطوات التالية تجنباً لقلة خروج الجرعات الدوائية أو عدم خروجها من البخاخ أحادى الجرعة خلال العلاج بالرذاذ، يجب على المريض:

1. ضمان المطابقة المناسبة للبخاخ أحادي الجرعة مع التوصيلة المساعدة والتوصيلة المساعدة ذات الصمام.
2. خلع الغطاء من البخاخ أحادي الجرعة.
3. تنظيف وتجميع التوصيلات المساعدة للبخاخ أحادى الجرعة بناءً على إرشادات الشركة المنتجة.

# بخاخات البودرة الجافة

تكون بخاخات البودرة الجافة سهلة الحمل علاوة على أنها بخاخات تعمل بتدفق التنفس من أجل توصيل مستحضرات البودرة الجافة إلى الرئتين. ولا تشتمل بخاخات البودرة الجافة على مادة حاملة للدواء لكن يتم تشغيلها بالاستنشاق، ويؤدي معدل تدفق الشهيق أو الكمية المستنشقة من قبل المريض إلى توليد طاقة تعمل على تجمع الجزيئات الصغيرة الخارجة من الجزيئات الحاملة الأكبر وتوزع الجزيئات في صورة رذاذ خارج من الجهاز. وتعمل بخاخات البودرة الجافة على تنسيق عملية إخراج الدواء بفعل الاستنشاق. ولقد تم تطويرها للتغلب على صعوبات استخدام أجهزة البخاخات أحادية الجرعة، وغالبا ما توصف على أمل توفيرعلاج سهل الاستعمال ويمكن التنبؤ به.

## مزايا بخاخات البودرة الجافة وعيوبها

يتم توضيح مزايا بخاخات البودرة الجافة وعيوبها في جدول (١٤)، ونظراً لأنها لا تتطلب تنسيق يدوي، فأنه يجب على المريض عمل تدفق شهيق بما يكفى لسحب الدواء من الجهاز، وعليه أيضاً أن يعرف كيفية عمل البخاخ وكيفية استخدامه. فعلى سبيل المثال، يجب إبلاغ المريض بعدم التنفس في الجهاز، و ذلك لمنع وصول الرطوبة المجودة في المحيط الخارجي إلى توصيلة الفم، تاركة آثاراً سلبية على ناتج الدواء، ولذلك يجب مراعاة هذه الاحتياطات المذكورة أدناه وغيرها من قبل المعالجين عند وصف البخاخ للمرضى وعند تقييم مدى نجاح المريض في استخدام بخاخ البودرة الجافة.

جدول (١٤): مزايا بخاخ البودرة وعيوبها.

| المزايا: | العيوب: |
|---|---|
| • صغير الحجم وسهل حمله<br>• مزّود بعداد كاشف للجرعات<br>• خالي من المادة الحاملة للدواء<br>• يتم تشغيله عن طريق الاستنشاق<br>• يتطلب فترة الزمنية قصيرة حتى | • الاعتماد على تدفق هواء الشهيق لدى المريض.<br>• قلة إدراك المرضى بالجرعة المأخوذة.<br>• يمكن حدوث انحشار عالي نسبياً في البلعوم الفموي. |

| | |
|---|---|
| يتم إعداده لإعطاء الدواء | • معرض لوصول رطوبة المحيط الخارجي أو الرطوبة الصادرة عن طريق زفير المرضى إلى توصيلة الفم.<br>• نطاق محدود من الأدوية،<br>• هناك أنواع مختلفة من بخاخات البودرة الجافة ذات أدوية مختلفة<br>• حدوث حيرة للمريض في إرشادات الاستخدام مع الأجهزة الاخرة بسهولة. |

## أنواع بخاخات البودرة الجافة

يمكن تصنيف بخاخات البودرة الجافة حالياً إلى ثلاث فئات وذلك على حسب تصميم جرعات وأوعية هذه البخاخات، ومنها بخاخات البودرة أحادية الجرعة وبخاخات البودرة ذات الجرعة الأحادية المتعددة وبخاخات البودرة متعددة الجرعة شكل (22). بينما تحظى البخاخات الأحادية الجرعة بكبسولات مغلفة تحتوى على جرعة واحدة من الدواء، الا أن البخاخات أحادية الجرعة المتعددة توزع الجرعات دواء الفردية التي تم معايرتها مسبقاً من قبل الشركة المنتجة. أما النوع الثالث وهو بخاخات البودرة متعددة الجرعة فإما أن تقيس الجرعة من خلال غرفه البودرة أو من خلال أشرطة تم إعدادها من قبل الشركة المنتجة لتوصيل الجرعات المتكررة. وبغض النظر عن نوع البخاخ فكلهم لديهم المكونات الأساسية المدمجة مع البخاخ. فنجد بها ماسك أدوية ومنفذ هوائي وأنبوبة تجميع الدواء وتوصيلة الفم، وتصمم مكونات هذه البخاخات بحيث يتم رج وتصادم الجزيئات بالجزئيات بصورة تكفي لفصل الجزيئات عن السطح الحامل لها مع تفتيت الجزئيات الكبيرة إلى جزيئات أصغر.

## بخاخات البودرة الجافة أحادية الجرعة

تشغل بخاخات البودرة الجافة أحادية الجرعة عن طريق إخراج البودرة الدوائية من الكبسولة المثقوبة، ومن أمثلة هذا النوع من البخاخات نجد الإيروليزر(سكيرنج – بلوف وكينولورث وان جيه) والهانديهيلر (بورينغر إنغالهيم) شكل (22)، ورغم استخدام الإيروليزر في توصيل دواء الفورميترول، الا أن الهانديهيلر يستخدم في إعطاء دواء بروميد

تيروتربيوم، ومع أن الإيروليزرله مواصفات تختلف عن مواصفات الهاند هيلر، فإن كلا النوعين من هذه البخاخات يتم تشغيلها بطرق متشابهة ومماثلة، وعند استخدام بخاخات البودرة الجافة أحادية الجرعة، يجب على المستخدم أن يضع كل كبسولة في ماسك الدواء، وعليه أيضاً تشغيل الجهاز عن طريق خرق كبسولة الجرعة الواحدة مع حبس الهواء في الجهاز بغرض تشتيته عند الاستنشاق. ومن العيوب الرئيسية لبخاخات البودرة الجافة أحادية الجرعة هو الوقت المطلوب لتحميل الجرعة عند كل استخدام، كما يجب إبلاغ المرضى بتجنب أكل الكبسولة.

## بخاخات البودرة ذو الجرعة الأحادية المتعددة

يعد البخاخ القرصي Diskhaler (غلاسكوسميث كلاين) أحد أمثلة بخاخات البودرة ذو الجرعة الأحادية المتعددة، حيث تستخدم في إعطاء الزناميفير من خلال عجلة دوارة تحتوى على حقيبة بها أربع أو ثمان أنواع من الأدوية، وتثقب كل كبسولة عند رفع الغطاء، بما يسمح باستنشاق الدواء من خلال الفم، وعند استخدام البخاخ القرصي، يجب أن يكون معدل تدفق الشهيق أكبر من ٦٠ ل/ دقيقة حتى يتحقق الراسب الكافي من الدواء في الرئة.

## بخاخات البودرة متعددة الجرعة

تعمل بخاخات البودرة متعددة الجرعة على قياس الجرعات الموجودة في غرفه البودرة أو تفريق الجرعات الفردية من خلال أشرطة تم إعدادها سابقاً، ومن أكثر أنواع بخاخات البودرة متعددة الجرعة شيوعاً نجد التويست هيلر (شيرينغ بلوف) والفليكس هيلر(استرازينيكا ويلمينجتون ودى إى) والديسكس (غلاسكوسميث كلاين)، ويعد التويست هيلر من بخاخات البودرة متعددة الجرعة التي تستخدم في توصيل موميتازون فيوروايت، بينما يعمل بخاخ الفليكس هيلر على توصيل البوديسونيد، ويعمل البخاخ ذو القرص على توصيل سالمترول وفلوتكازون، أو مركب من سالمترول وفلوتكازون.

وفى حالة التويست هيلر والفليكس هيلر، تتألف فوهة البخاخ من جزئين: غرفه سفلية ومدخنة علوية في توصيلة الفم، وتعمل تصاميم المدخنة على حدوث دوران أقوى مع زيادة عدد تصادم الجزيئات مع المدخنة لتقليل التجمعات، وعند استخدام بخاخ فليكس هيلر

جديد، لابد من تشغيله أثناء مسكه في وضعية قائمة ثم تبدا في ثنيه والضغط على القبضة البنية مرتين، ولا يتطلب التويست هيلر الإطلاق قبل الاستخدام.

ويعد البخاخ ذو القرص diskus أحد بخاخات البودرة متعددة الجرعة التي تحتوي على ٦٠ جرعة من دواء البودرة الجافة المغلف، حيث يحميه التغليف من الرطوبة وعوامل البيئة الأخرى، وفي حالة انزلاق دواسة إطلاق الجرعة، فأنها تخرق هذا التغليف وتثقبه بصورة تجهز الجرعة لاستنشاقها، وعند إغلاق غطاء البخاخ ذو القرص، تعود هذه الدواسة إلى وضعها الطبيعي بصورة الية، وكما هو الحال مع التويست هيلر، لا يحتاج البخاخ ذو القرص إلى عملية تجهيز لاستعماله.

## مستحضرات بخاخات البودرة الجافة المتوفرة حالياً

كما هو موضح في شكل (22)، يحدد تصميم الجهاز ما إذا كان موديل بخاخ البودرة الجافة ذو الجرعة الأحادية (تحميل جرعة واحدة قبل كل استخدام) أو جرعة أحادية متعدد (تحميل أربع أو ثمانية جرعات من الدواء) أو جرعة متعددة (تحتوي على وصفة شهر كامل).

شكل (22): مستحضرات بخاخات البودرة الجافة المتوفرة حالياً بالولايات المتحدة المصنفة بواسطة سمات التصميم.

## العوامل المؤثرة على أداء وتوصيل أدوية بخاخات البودرة الجافة

لابد أن يتحكم أخصائي العناية التنفسية والمرضى بفاعلية في العوامل التالية:

- المقاومة الذاتية والتدفق التنفسي: يكون لكل نوع من بخاخات البودرة الجافة مقاومة داخلية للتدفق الهوائي، بما يحدد مدى احتياجه من تدفق هوائي إلى الجهاز حتى يتم إخراج القدر المطلوب من الدواء. فعلى سبيل المثال، يحظى بخاخ الهانديهيلر بمقاومة أعلى من البخاخ ذو القرص، مما يجعله يتطلب بذل مزيد من الجهد التنفسي، وعندما يستنشق المريض الجرعة الدوائية من بخاخ البودرة الجافة، فأنه يسبب تدفق هوائي مع تقليل الضغط بين ما هو وارد وما هو خارج من توصيلة الفم، وبذلك، يمكن للمريض أن يحصل على البودرة الدوائية من غرفه أو كبسولة الدواء بناء على الموديل المستخدم. ويلعب جهد المريض في التنفس دوراً هاماً في تفتيت البودرة إلى جزيئات أنعم، بينما يعمل تدفق التنفس الشديد على تحسين عملية تفتيت الجرعة الدوائية وإخراجها في صورة جزيئات الناعمة يمكن توصيلها إلى الرئة وكما يمكن أن يؤدي التدفق الزائد للتنفس إلى زيادة التأثير على التجويف الفموي، مما يقلل راسب الرئة.

- قدرة المريض على التدفق التنفسي: تعتمد بخاخات البودرة الجافة على قدرة المريض على القيام بأقل تدفق تنفسي، لذلك، قد يكون الأطفال الصغار والمرضى ذوي الانسداد الحاد في التدفق الهوائي بسبب الربو أو مرض الانسداد الرئوي المزمن COPD غير قادرين على القيام بتدفق تنفسي يكفي لاستخدام بخاخ البودرة الجافة. ونظراً لأن التدفق التنفسي الضعيف قد يسبب وصول كمية ضئيلة من الدواء للمريض وخصوصا وصول الجزيئات الناعمة، فأنه يجب تقييم المرضى المستخدمين لبخاخ البودرة الجافة بناء على قدرتهم على توليد أقل قدر من التدفق التنفسي.

- التعرض للرطوبة: نظراً لأن جميع بخاخات البودرة الجافة تتأثر بالرطوبة التي قد تسبب تكتل البودرة وتقلل من تفتيت وحدوث الجزيئات الناعمة أثناء الاستنشاق، فإنه لابد من الحفاظ على هذه البخاخات في حالة جافة. وتوفر الكبسولات والأدوية درجة وقاية أكبر ضد الرطوبة من العلب الحاوية على جرعات متعددة من أجل توصيلها. وبناء عليه، يجب وقاية الموديلات ذات علب التخزين مثل بخاخ التويست هيلر من

الرطوبة على قدر المستطاع. و نظراً لأنه من السهل الحفاظ على بخاخ التويست هيلر بعيدا عن الحمام، فانه يصعب وقايته من الرطوبة الموجودة في المحيط الجوي مثل حمله إلى الشاطئ أو بقاءه في المنزل بدون تكييف أو تركه في السيارة. ويفضل استخدام بديلاً لبخاخات البودرة الجافة في هذه الحالات مثل البخاخات أحادية الجرعة والتي قد تناسب هذه الظروف. وتتأثر جميع بخاخات البودرة الجافة بالهواء الخارج من فمك والداخل إلى توصيلة الفم، وخصوصاً بعد تحميل الجهاز وتعرية البودرة وكشفها، ولذلك، لابد من إبلاغ المرضى بعمل الزفير بعيداً عن بخاخ البودرة الجافة قبل الاستنشاق.

## تقنية توصيل الدواء

نظرا لتوفر أنواع مختلفة من البخاخات في السوق، فان أخصائي العناية التنفسية ينبغي أن يراجع بدقة تعليمات التشغيل قبل إعطاء العلاج وبالتأكيد قبل تدريبه للمريض على استخدامه في المنزل، ويتم عرض التقنية السليمة في مربع الأسلوب التقني الصندوق (٤).

**الأسلوب التقني (٤): خطوات الاستعمال الصحيح لجميع أنواع بخاخات البودرة الجافة.**

### تقنيات استخدام بخاخات البودرة الجافة أحادية الجرعة

**البخاخ الهوائي Aerolizer: يجب إبلاغ المريض بما يلي:**

1. قم بإزالة غطاء توصيلة الفم.
2. امسك قاعدة البخاخ ثم حرك توصيلة الفم عكس عقارب الساعة.
3. قم بإزالة الكبسولة من الشريط foil blister قبل الاستعمال مباشرة.
4. ضع الكبسولة في الغرفه المخصصة لها في قاعدة البخاخ.
5. امسك قاعدة البخاخ ثم قم بتدويرها في اتجاه عقارب الساعة لغلقها.
6. اضغط كلاً من الزرين معاً في آن واحد . على اليمين واليسار، من أجل خرق الكبسولة وثقبها.
7. اجعل رأس البخاخ في وضع قائم أو عمودي.
8. تجنب القيام بالزفير في الجهاز.
9. اجعل البخاخ في وضع أفقي، بحيث تكون الأزرارعلى اليمين واليسار.

10. ضع فتحة التوصيلة في الفم ثم اطبق الشفاه بإحكام حول توصيلة الفم.
11. قم باستنشاق الجرعة بسرعة وبعمق بقدر المستطاع.
12. قم بإزالة التوصيلة عن الفم مع كتم النفس لمدة ١٠ ثوان (أو على قدر المستطاع).
13. تجنب القيام بالزفير في الجهاز.
14. افتحْ الغرفه المخصصة للكبسولة في قاعدة البخاخ ثم افحصْ الكبسولة ما إذا كان هناك بودرة متبقية أم لا، وفي حالة وجود بودرة قم بتكرار عملية الاستنشاق.
15. بعد الانتهاء من الاستعمال قم بإزالة الكبسولة وتخلص منها.
16. اغلقْ توصيلة الفم بأحكام ثم اعد غطاء البخاخ.
17. قم بتخزين البخاخ في مكان جاف وبارد.

البخاخ اليدوي HandiHaler: يجب إبلاغ المريض بما يلي:

1. قم بنزع الكبسولة مباشرة من شريط الألمنيوم قبل استعمال البخاخ اليدوي.
2. افتحْ غطاء البخاخ بدفعه إلى أعلى.
3. افتحْ توصيلة الفم.
4. ضع الكبسولة في وسط الغرفه المخصصة لها بغض النظر عن أي طرف من الكبسولة يتم وضعه في الغرفه.
5. اغلقْ الكبسولة بإحكام لحين سماع صوت "كليك"، واجعل الغطاء ينفتح.
6. اجعل البخاخ مع توصيلة الفم متجهة للأعلى.
7. اضغط على الزر مرة واحدة من أجل خرق الكبسولة، ثم ارفع الضغط عن الزر، مسبباً فتحات في الكبسولة يخرج منها الدواء عند الاستنشاق.
8. القيام بالزفير خارج البخاخ.
9. ضع فتحة التوصيلة في الفم ثم أطبق الشفاه بإحكام حول توصيلة الفم.
10. ضع رأس البخاخ في وضع قائم أو عمودي.
11. تنفس بمعدل يكفي لسماع اهتزاز الكبسولة حتى امتلاء الرئة بالهواء.
12. قم بإزالة التوصيلة عن الفم مع كتم النفس لمدة ١٠ ثوان (أو على قدر المستطاع).
13. القيام بالزفير خارج البخاخ.
14. كررعملية الاستنشاق من البخاخ.
15. افتحْ توصيلة الفم ثم انزع الكبسولة المستعملة ثم تخلص منها مع تجنب تخزين

الكبسولة في البخاخ.

16. اغلقْ توصيلة الفم والغطاء لتخزين البخاخ.
17. قم بتخزين البخاخ في مكان جاف وبارد.

**تقنيات استخدام بخاخ البودرة الجافة متعدد الجرعة الأحادية**

**البخاخ القرصي Diskhaler: يجب إبلاغ المريض بما يلي:**

1. نزع الغطاء وفحص مدى نظافة التوصيلة والجهاز.
2. تمديد الطبق ودفع الحواف لازالة الطبق.
3. تحميل قرص الدواء على عجلة دوارة.
4. دفع وعاء البودرة للخارج ثم دفعه للداخل حتى يظهر قرص الدواء في مؤشر الجرعة، وقد تكون هذه هي الجرعة الأولى التي تعطى للمريض.
5. اجعل البخاخ في وضع منبطح ثم ارفع ظهر الغطاء لحين رفعه لأعلى وذلك لخرم كبسولة الدواء.
6. اضغط للوراء لإعادته لوضعه الأصلي.
7. حرك بخاخ القرص (الديسك) بعيداً عن الفم ثم انفخ للخارج على قدر المستطاع.
8. ضع توصيلة الفم بين الأسنان والشفاه وتأكد من أن فتحة الهواء بالتوصيلة غير مغطاه.
9. استنشق بسرعة وبعمق على قدر المستطاع.
10. حرك البخاخ بعيداً عن الفم مع كتم لنفس لمدة ١٠ ثوان أو قدر المستطاع.
11. انفخ ببطء.
12. في حالة الحاجة إلى جرعة أخرى، ادفع وعاء البودرة للخارج ثم أعدْه لوضعه الطبيعي لكي تتحرك الكبسولة التالية مكانها، ثم كرر الخطوات من (٤) إلى (١٢).
13. أعدْ غطاء التوصيلة إلى وضعها الطبيعي بعد العلاج، وتأكد من بقاء الكبسولات في مكانها بإحكام لحين التنفس وذلك لوقايتها من الرطوبة والفقدان.

**بخاخ البودرة الجافة ذو الجرعة المتعددة**

**البخاخ ذو القرص Diskus: يجب إبلاغ المريض بما يلي:**

1. افتحْ غطاء البخاخ.
2. ادفع الدواسة lever من اليسار إلى اليمين.
3. تنفس بشكل طبيعي، وتجنب الزفير في الجهاز.
4. ضع فتحة التوصيلة في الفم ثم أطبق الشفاه بإحكام حول توصيلة الفم.
5. امسك البخاخ في وضع أفقي أثناء استنشاق الجرعة ثم استنشق بسرعة مع تدفق ثابت من الهواء.
6. قم بإزالة التوصيلة من الفم مع كتم النفس لمدة ١٠ ثوان (أو على قدر المستطاع).
7. تجنب القيام بالزفير في الجهاز.
8. قم بوضع الجهاز في مكان جاف وبارد.
9. لاحظ عدد الجرعات المتبقية بالبخاخ وتبديله عند اللزوم.

بخاخ تويستهيلر Twisthaler: يجب إبلاغ المريض بما يلي:

1. امسك البخاخ في وضع قائم بحيث تكون قاعدة البخاخ الوردية اللون في الأسفل.
2. قم بإزالة الغطاء أثناء الوضع القائم للبخاخ وذلك للتأكد من إعداد الجرعة بصورة سليمة.
3. امسك القاعدة الوردية ثم حرك غطاء البخاخ في الاتجاه المعاكس لعقارب الساعة وذلك لفكه.
4. عند إزالة غطاء البخاخ، يبدأ عداد الجرعات الموجود في قاعدة البخاخ في العد التنازلي بما يدل على أنه تم تحميل الجرعة.
5. تأكد من أن السهم المحدد للجرعة الموضوع على الجزء الأبيض (مباشرة أعلى القاعدة الوردية) يشير إلى عداد الجرعة.
6. تنفس بشكل طبيعي، وتجنب الزفير في الجهاز.
7. ضع توصيلة البخاخ في الفم بحيث تكون توصيلة الفم موجهة نحو المريض ثم أطبق الشفاه بإحكام.
8. قم باستنشاق الجرعة بسرعة مع تدفق ثابت من الهواء أثناء مسك البخاخ في وضع أفقي.
9. قم بإزالة التوصيلة عن الفم مع كتم النفس لمدة 10 ثوان (أو على قدر المستطاع).
10. تجنب القيام بالزفير في البخاخ.

11. قم بتبديل الغطاء على الفور ثم قم بتدويره في اتجاه عقارب الساعة مع الضغط برفق لأسفل لحين سماع صوت "كليك".
12. اغلقْ البخاخ بإحكام للتأكد من تحميل الجرعة التالية بشكل سليم في البخاخ.
13. تأكد من أن السهم مواز لنافذة عداد الجرعات.
14. قم بتخزين الجهاز في مكان جاف وبارد.

بخاخ فليكس هيلر: يجب إبلاغ المريض بما يلي:

1. قم بلف الغطاء، ثم انزعه.
2. قم بإمساك البخاخ في وضع عمودي (توصيلة الفم لأعلى) أثناء تحميل الجرعة.
3. تجنب مسك توصيلة الفم عند تعبئة البخاخ .
4. قم بلف االمقبض البني اللون في اتجاه واحد إلى أقصى مسافة، بغض النظر عن الاتجاه الذي ستدار نحوه.
5. قم بلفها في الاتجاه الأخر بالكامل على قدر الإمكان.
6. تأكد من سماع صوت "كليك" في كل مرة تقوم بلفها.
7. تأكد من عدم إخراج الهواء (الزفير) داخل الجهاز.
8. ضع التوصيلة داخل فمك، ثم ضع التوصيلة بين شفتيك وقم بالاستنشاق بقوة وبشدة في البخاخ.
9. قم بإزالة جهاز البخاخ من فمك، ثم أزفر.
10. تأكد من عدم النفخ في التوصيلة.
11. في حالة الحاجة إلى أكثر من جرعة واحدة، فقم بتكرار الخطوات السابقة.
12. قم بإعادة الغطاء إلى البخاخ، وقم بلفه للإغلاق .
13. قم بغسل فمك بعد كل جرعة وذلك للحد من خطر الإصابة بمرض القلاع وتجنب بلع ماء الغسول.

الخطوات العامة لتجنب قلة أو عدم خروج الجرعات الدوائية من بخاخات البودرة الجافة:

عند استخدام بخاخات البودرة الجافة، لابد من اتباع الخطوات التالية وذلك لتجنب انخفاض أو انتهاء الجرعات في العلاج بالرذاذ، ويجب على المريض ما يلي:

1. قراءة واتباع تعليمات التجميع والتركيب بصورة سليمة.
2. التأكد من أن بخاخ البودرة نظيف وجاف.

3. المحافظة على الاتجاه السليم لبخاخ البودرة خلال فترة العلاج.
4. تأكد من خرق الكبسولة أو العبوة.
5. عدم إخراج الهواء (الزفير) داخل بخاخ البودرة.
6. تأكد من توليد التدفق الكافي من النفس.
7. تعقب الجرعات المتبقية في البخاخ.

**الأعطال:** المشاكل التي قد تظهر مع بخاخ البودرة الجافة: سوء تشغيل بخاخ البودرة الجافة:

| الاسباب | الحلول |
|---|---|
| التركيب الخاطئ لبخاخ البودرة الجافة | فحص تجميع وتركيب البخاخ وإعادة تركيبه من جديد عند اللزوم. |
| الإخفاق في إخراج الدواء | تبديل الوحدة. |
| بخاخ البودرة أصبح فارغاً | فحص عداد الجرعات لتتأكد من عدم فراغه من الجرعات وإلا قم بتبديل البخاخ. |

## كيف تعرف أن بخاخ البودرة الجافة أصبح فارغا؟

**بخاخ البودرة الجافة أحادى الجرعة:** تستخدم بخاخات البودرة الجافة أحادية الجرعة مثل الإيروليزر والهاندىهيلر كبسولة واحدة لكل جرعة، وينبغي استخدام كبسولات كاملة فقط عند إعطاء كل جرعة. ويجب فحص الكبسولة للتأكد من أن الجرعة أخذت كاملة من قبل المريض. وإذا كان هناك بودرة متبقية، فإنه ينبغي أن تعاد الكبسولة إلى البخاخ ويتم تكرار الاستنشاق، ثم يجب التخلص من الكبسولة بعد العلاج. ويجب أن يتم تجديد الوصفة بناء على ما تبقى من كبسولات.

**بخاخ البودرة الجافة ذو الجرعة الأحادية المتعددة:** الديسك هيلر(البخاخ القرصي) هو بخاخ بودرة ذو الجرعة المتعددة مع عبوة أقراص تحتوى على ٤ أو ٨ كبسولات احادية الجرعة. ونظراً لعدم وجود عداد للجرعات في بخاخ البودرة فيجب تتبع الجرعات يدوياً، وبناء عليه، يؤكد الفحص البصرى استخدام كافة العبوات، كما يجب التخلص من القرص بعد استخدام كل الجرعات.

**بخاخ البودرة الجافة متعدد الجرعات:** تأتي بخاخات البودرة متعددة الجرعة مع الأجهزة الميكانيكية المتكاملة التى تشير إلى عدد الجرعات المتبقية فى البخاخ. كما تعطى الأجهزة علامة خاصة عندما تقترب الجرعة من الانتهاء بحيث يمكن طلب بخاخات بودرة جديدة من الصيدلى. ويوضح الجدول التالي مقياس الجرعات لكل نوع من البخاخات متعددة الجرعة.

| | الفليكس هيلر | التويست هيلر | البخاخ ذو القرص |
|---|---|---|---|
| وعاء الجرعة | مخزن | مخزن | مخزن |
| عدد الجرعات | ٦٠ _ ١٢٠ | ٣٠ | ٦٠ |
| نوع مؤشر الجرعة | "صفر" | "٠١" | أرقام حمراء |
| معنى مؤشر الجرعة | برغم مقياس المؤشر يتناقص عند تحميل كل جرعة، كما أنها لن تتحرك مع كل جرعة فردية بل تتوقف بعد كل خمس جرعات. ويعطي المؤشر علامة كل (١٠) جرعات مثل تبديل الأرقام أو الشرطات. وعند الوصول إلى الرقم "صفر" يجب التخلص من الجهاز. | عندما تظهر الجرعة "٠١" فإنها تشير إلى آخر جرعة من الدواء في تويست هيلار ويجب إعادة تعبئة الدواء. | تشير الأرقام الحمراء في الشاشة إلى وجود خمس جرعات متبقية ويشير الرقم "صفر" إلى عدم وجود دواء وبالتالي يجب التخلص من البخاخ القرصي. |

التنظيف: يرجى الرجوع إلى قسم مكافحة العدوى صفحة (83) لتعليمات تنظيف بخاخات البودرة.

## معايير اختيار مولد الرذاذ

يعد اختيار جهاز توصيل الرذاذ أمراً هاماً للحصول على الاستفادة المثلى من العلاج بأدوية الرذاذ. وتشير الدراسات إلى أن أنواع بخاخات الرذاذ الثلاثة تتساوى من حيث فاعليتها وكفاءتها إذا تم استخدامها بطريقة صحيحة من قبل المريض. وهناك أربعة معايير أو عوامل يتم من خلالها اختيار مولد الرذاذ المناسب: عوامل مرتبطة بالمريض وعوامل مرتبطة بالدواء وعوامل مرتبطة بالجهاز وعوامل بيئية وسريرية.

### العوامل المرتبطة بالمريض

#### عمر المريض وقدرته البدنية والمعرفية

يجب اختيار مولد الرذاذ وفقاً لعمر المريض و قدرته البدنية والمعرفية، فالعمر يغير العوامل التشريحية والفسيولوجية مثل: حجم السبيل التنفسي و معدل التنفس وحجم الرئة. وتعتبر قدرة المريض المعرفية ودرايته بكيفية ووقت استخدام الدواء والبخاخ إضافة إلى قدرته البدنية على استخدام مولد الرذاذ من اسباب اختيار مولد الرذاذ، وتحظى أجهزة الرذاذ بمتطلبات مختلفة للاستخدام الصحيح، وللحصول على إرشادات اختيار الجهاز للأطفال وحديثي الولادة. انظر"توصيل أدوية الرذاذ للأطفال وحديثي الولادة" في صفحة (□□).

أما بالنسبة للبالغين وكبار السن الذين لا يستطيعون التحكم في تنسيق التنفس باليد أو اتباع طريقة الاستنشاق الصحيحة، فإن البخاخ أحادى الجرعة قد لا يناسبهم، كما أن عدم القدرة على توليد تدفق كافٍ للشهيق (أكثر من ٤٠-٦٠ ، لتر/الدقيقة) قد تلغى فكرة استخدام بخاخات الرذاذ مثل بخاخات البودرة الجافة لدى المريض.

### الخيارات المفضلة لدى المرضى

تعتبر الخيارات المفضلة لدى المريض عاملاً حاسماً في اختيار بخاخات الرذاذ وفى فاعلية العلاج بالرذاذ، حيث يميل بعض المرضى إلى استخدام البخاخات التي يفضلونها أكثر من الأجهزة التي لا يفضلونها. لذلك فاختيار بخاخات الرذاذ لا بدّ أن تكون مصممة بناءً على ارتياح المريض وحاجته لنوع البخاخ.

## العوامل المرتبطة بالدواء

### توفير الدواء

تكون بعض التركيبات الدوائية متوفرة مع نوع واحد من البخاخات. فإذا كان الدواء يمكن إعطائه من خلال أنواع بخاخات الرذاذ الثلاثة، فيجب على المعالج اختيار مولد الرذاذ بناءً على رغبة المريض واحتياجه لمولد الرذاذ، أو قد تفرض تركيبة الدواء المستخدمة نوع مولد الرذاذ الذي يمكن استخدامه.

### مزج العلاج بالرذاذ

قد يتم وصف أكثر من دواء استنشاق للمرضى، وفي هذه الحالة، فأن استخدام نفس المولد ممكن أن يؤدى إلى مواظبة المريض على العلاج باستخدام هذا البخاخ دون غيره من أجهزة الرذاذ المختلفة.

## العوامل المرتبطة بالبخاخ

### ملائمة مولد الرذاذ

يعد اختيار مولد الرذاذ المناسب للمريض أمراً هاماً يجعله يلتزم باستخدامه. وهناك عدة أمور تجعل المريض يرغب في استخدام البخاخ وأهمها: سهولة الاستخدام و وقت العلاج وسهولة حمل البخاخ وتنظيفه وصيانته. فعلى سبيل المثال، لا بدّ أن تكون الأدوية المسعفة صغيرة وخفيفة و ويمكن حملها بحيث يحصل عليها المريض بسهوله عند اللزوم, وكذلك تعد أجهزة البخار Nebulizers من الأجهزة التي ليس عليها اقبال في توصيل الجرعة الدوائية من الرذاذ وذلك لأنها غالية الثمن وتحتاج إلى مصدر طاقة وكذلك تحتاج إلى صيانة دورية. وفي حالة تساوت جميع العوامل يجب اختيار البخاخ المناسب والمفضل من قبل المريض.

### متانة مولد الرذاذ:

عند اختيار لجهاز مولد الرذاذ, يجب التأكد من متانته الجيدة التي تجعله يقاوم كثرة الاستعمال أثناء فترة العلاج وكذلك كثرة التنظيف اليومي الذي يجرى له. مع العلم أن الأجهزة التي تتطلب كثرة التنظيف لا تكون مفضلة من قبل المرضى الذين يرغبون في التنظيف الدائم للجهاز وصيانته.

### تكاليف مولد الرذاذ:

يتم تحديد مولد الرذاذ بناء على رخص تكلفته، فالمرضى لا يقومون بشراء أجهزة أو أدوية لا يستطيعون تحمل نفقاتها. وحسبما هو موضح في جدول (٣) وجدول (٦) وجدول (٧) فأن تكاليف بخاخات الرذاذ ومستحضرات الأدوية تتفاوت بصورة كبيرة، وتعتمد التكاليف بالنسبة للمريض على توفرالتأمين الطبي ونوعيته. ففي حالة عدم قدرة المريض على تحمل تكاليف ألأفضل من ناحية الجهاز أو الأدوية, فانه يتم تحديد مولد الرذاذ والأدوية التي تكون أسعارها في متناول يد المريض وتفي أيضاً بالغرض المطلوب. وبناء عليه. فمن المهم التعاون مع المريض من أجل معرفة استراتيجيات الوصول إلى العلاج بالسعر المتناول الذي يفي بالاحتياجات السريرية. وفي حالة تساوي جميع العوامل فأنه يتم اختيار مولد الرذاذ ومستحضرات الأدوية الأقل تكلفة.

## العوامل البيئية والسريرية

من العوامل التي تؤثر على اختيار الجهاز هي مكان المعالجة ووقتها. فعلى سبيل المثال، ليس هناك هناك حاجة لحمل الأدوية التي تؤخذ مرة أو مرتين في اليوم أو التي تؤخذ قبل أو بعد مواعيد النوم مباشرة اذا ما قورنت بالأدوية المسعفة التي قد يحتاجها في أي وقت. وكذلك الأجهزة المزعجة ومنها ادوات الضغط المزعجة التي لا تناسب المنازل الصغيرة وذلك لأنها قد توقظ افراد العائلة الاخرين عند استخدامها في وقت متأخر بالليل. وفي البيئة التي يكون فيها المرضى قريبين من أشخاص آخرين ف التعرض السلبي للرذاذ قد يكون عاملاً سلبياً, لذا يفضل اختيار أجهزة تقلل أو تفلتر الرذاذ المستنشق.

# توصيل أدوية الرذاذ لحديثي الولادة وللأطفال

لم يكن الأطفال الرضع ببساطة شريحة مصغرة من البالغين. لذلك، يختلف إعطاء أدوية الرذاذ لدى الأطفال وحديثي الولادة، كما أن القدرة المعرفية ( فهم طريقة ووقت استخدام الجهاز والدواء) والقدرة البدنية ( التنسيق لاستخدام هذا الجهاز) والعوامل الفسيولوجية والتشريحية المتعلقة بالعمر(مثل: حجم السبيل التنفسي ومعدل الجهاز التنفسي وحجم الرئة) من التحديات التي تواجه توصيل أدوية الرذاذ بفاعلية في كل مرحلة من من مراحل النمو والتطور، وعندما يفهم أخصائيون العناية التنفسية هذه التحديات بوضوح، فأنهم يتمكنوا من تحسين عملية توصيل الجرعة الدوائية للعلاج بالرذاذ وتحقيق نتائج فعالة لدى المرضى، ويكشف هذا القسم النقاب عن التحديات والحلول التي يمكن أن تحسن عملية توصيل أدوية الرذاذ لحديثي الولادة والأطفال.

## العمر والقدرة البدنية

يعد اختيار جهاز الرذاذ أمراً بالغ الأهمية في العلاج بالرذاذ عند الأطفال وحديثي الولادة. وقد لا يستطيع الأطفال دون سن الثالثة استخدام توصيلة الفم بشكل صحيح، مما يجعل التوصيل عبر القناع ضروري لكل من أجهزة البخار nebulizer والبخاخ أحادى الجرعة، وتكون التوصيلات المساعدة ذات الصمام الطريقة المفضلة لتوصيل البخاخ أحادى الجرعة الدواء لحديثي الولادة والأطفال الصغار. وتتغير أنماط التنفس ومعدلات تدفق الشهيق حسب العمر، حتى الأطفال الأصحاء دون سن الرابعة لا يمكنهم إخراج معدلات تدفق مستمرة من الشهيق بشكل صحيح من ٦٠ -٩٠ لتر/ دقيقة المطلوبة للاستخدام الأمثل لكثير من بخاخات البودرة الجافة. ومع ذلك، فأن استخدام البخاخات المحرضة بالتنفس أو بخاخات البودرة الجافة قد لا يمكن الاعتماد عليها في حالة الأطفال دون سن الرابعة من العمر.

## العمر والقدرة المعرفية

يجب أن يكون اختيار جهاز الرذاذ مناسب لعمر المريض وقدرته المعرفية وذلك لاستخدام الجهاز بصورة صحيحة. ويبين جدول (١٥) الأعمار المناسبة لاستخدام الأنواع المختلفة من

بخاخات الرذاذ للأطفال، ويفضل استخدام أجهزة البخار صغيرة الحجم والبخاخ أحادى الجرعة مع التوصيلة المساعدة ذات الصمام مع الأطفال حديثي الولادة حتى سن خمس سنوات. ونظراً لأن الأطفال حتى سن ٣ سنوات ليست لديهم القدرة على استخدام توصيلة الفم. فيجب إعطاء الدواء بواسطة أجهزة الرذاذ والبخاخ أحادى الجرعة مع التوصيلة المساعدة ذات الصمام من خلال الأقنعة. وبغض النظر عن العمر، ينبغي استخدام قناع الوجه حتى يستطيع الطفل استخدام توصيلة الفم بشكل مريح. فالطفل دون ٥ سنوات من العمر قد لا يكون قادراً على إتقان تقنيات معينة من التنفس. و مع انخفاض كمية ووقت الشهيق ، يمكن أن تؤدي أجهزة البخار المحرضة بالاستنشاق إلى زيادة جرعة الاستنشاق مقارنة بالرذاذ المستمر، إلا أنة قد يستغرق ثلاثة أضعاف الوقت المطلوب لإعطاء الجرعة. وكما أن ضيق الوقت و صعوبة حمل أجهزة البخار جعلتهم غير مفضلين عند الأطفال دون عمر المدرسة. وعموماً تتطور القدرة المعرفية للتحكم في التنفس وتنسيق اليد/ التنفس عند عمر خمس أو ست سنوات. فبمجرد بلوغ الأطفال سن الرابعة وما فوق، فقد يكون لديهم فهم كاف لطريقة استخدام البخاخ أحادى الجرعة وبخاخات البودرة الجافة بنجاح .

جدول (١٥): إرشادات السن لاستخدام أنواع أجهزة توصيل الرذاذ.

| مولد الرذاذ | السن |
|---|---|
| أجهزة البخار صغيرة الحجم مع القناع. | ≤٣ سنوات |
| أجهزة البخار صغيرة الحجم مع توصيلة الفم. | ≥٣ سنوات |
| البخاخ أحادى الجرعة مع التوصيلة المساعدة والقناع. | < ٤ سنوات |
| البخاخ أحادى الجرعة مع التوصيلة المساعدة. | ≥ ٤ سنوات |
| بخاخات البودرة الجافة. | ≥ ٤ سنوات |
| البخاخ أحادى الجرعة. | ≥ ٥ سنوات |
| البخاخ أحادى الجرعة المحرضة | ≥ ٥ سنوات |

| |
|---|
| بالاستنشاق(مثل اوتوهيلر). |
| أجهزة البخار المحرضة بالاستنشاق. ≥ ٥ سنوات |

## توصيل أدوية الرذاذ للرضع ذوي الضائقة التنفسية والأطفال الذين يبكون

يجب إعطاء أدوية الاستنشاق للرضع بعد هدوءهم وبدء التنفس بهدوء. كما أن أدوية الرذاذ قد لا تصل إلى الرئة عند الأطفال الباكين حيث تترسب معظم الجرعة المستنشقة في السبيل التنفسي العلوي أو البلعوم التي يتم بلعها فيما بعد. ولذلك من الضروري تطوير طرقاً تعمل على الحد من الضيق قبل إعطاء دواء الرذاذ، وتشتمل هذه الطرق على لعب الألعاب وتهدئة الأطفال الرضع وتوفير أشكال أخرى فعالة لتلهيهم فيها. وكذلك يمكن إعطاء الطفل الرضيع الدواء وهو نائم طالما إعطاء الدواء لا يوقظ أو يزعج الرضيع. وعلى الرغم من أن أنماط التنفس عند النوم تشير إلى جرعة أعلى للرئة في نموذج دراسة الطفل الرضيع حيث أظهرت دراسة أن ٦٩٪ من الأطفال يستيقظون أثناء أخذهم دواء الرذاذ و٧٥٪ منهم كانوا في ضائقة تنفسية.

## شكل الجهاز بالنسبة للمريض

حتى الأطفال والرضع والصغار يمكن أن يتعرفوا على الأجهزة المفضلة لهم. حيث يؤخذ في الاعتبار اختيار الجهاز، كما أن استخدام جهاز يفضله الأطفال والآباء يمكن أن يزيد من درجة المواظبة على العلاج والجرعة المستنشقة والاستجابة السريرية المفضلة.

## توصيلة الفم أم قناع الوجه؟

يكثر استخدام توصيلة الفم وأقنعة الوجه لتوصيل أدوية الرذاذ إلى الأطفال الذين تزيد أعمارهم عن ٣ سنوات. والجدير بالذكر أن توصيلة الفم توفر قدر جيد من الجرعة الواصلة للرئة بصورة أكبر من قناع الرذاذ العادي للأطفال وهي ايضاً فعالة في المعالجة السريرية للأطفال وبناءاً على ذلك يجب تشجيع استخدام توصيلة الفم، إلا أن القناع الذي يستخدم باستمرار أفضل من توصيلة الفم التي لا تستخدم بصورة مستمرة.

## أهمية قناع الوجه المناسب

يعتبر درجة إحكام قناع الوجه عاملاً حاسماً في تحقيق ترسب الدواء الأمثل وتجنب وصول الرذاذ للعين ورغم قلة الكمية المتسربة (حوالي ٠،٥ سم) حول قناع الوجه إلا أنها قد تقلل من كمية الدواء المستنشقة من قبل الأطفال والرضع بنسبة تزيد عن ٥٠٪. وفي البداية، قد يرفض الطفل الصغير استخدام قناع الوجه عند الشعور بالمرض أو الانفعال، ومع ذلك فأن توعية الآباء ولعب الأنشطة والتشجيع على ارتداء القناع بإحكام على وجه الطفل والإشراف الدقيق يمكن أن يقلل من تحمل قناع الوجه وتحسين عملية توصيل دواء الرذاذ .

## قناع الوجه أم النفخ؟

تعتبر طريقة النفخ أحد عمليات إعطاء أدوية الرذاذ وتتم من خلال منفذ رذاذ موجود في البخاخات الموجهة نحو وجه المريض، وعلى الرغم من أن النفخ هي تقنيه يكثر استخدامها بين الأطفال الرضع والأطفال غير المتعاونين، إلا أنه تم التعامل معها على أنها أقل كفاءة من قناع الوجه وذلك لان ترسيب دواء الرذاذ يقل بشكل ملحوظ كلما ازدادت المسافة بين الجهاز ووجه الطفل، ولذلك تشير البراهين على أن طريقة النفخ غير فعالة ويجب عدم استخدامها.

## تثقيف المرضى و الآباء

كلما كبر الأطفال لابد من تغيير أجهزة الرذاذ الخاصة بهم، وعليهم وعلى مقدمي الرعاية أن يتدربوا على أفضل طرق استخدام و صيانة أجهزة الرذاذ. وقد يبدي الأطفال عدم رغبتهم في الالتزام باستعمال أجهزة توصيل أدوية الرذاذ وذلك بسبب عدم قدرتهم على استخدام الجهاز بشكل صحيح فيتم استخدامه من قبلهم بطريقة غير فعالة. ولذلك يجب على أخصائيون العناية التنفسية شرح آثار الأدوية الموصوفة وأهمية العلاج بالرذاذ والاستخدام المناسب لبخاخات الرذاذ من للآباء والمرضى. وبعد تدريبهم، تتم المتابعة بصورة مستمرة لتحسين عملية توصيل أدوية الرذاذ والالتزام بالعلاج الموصوف للرضع والأطفال.

# مكافحة العدوى

يمكن أن تتلوث بخاخات الرذاذ عن طريق مسببات الأمراض من قبل المريض ومقدمي الرعاية والبيئة، وقد تم مشاهدة تلوث البخاخات في المرضى الذين يعانون من التليف الكيسي والربو ونقص المناعة، وفي حالة عدم وجود مكافحة للعدوى، يتلوث مولد الرذاذ مسببا نمو بكتيري في الجهاز التنفسي، ولذلك من الضروري إنشاء نظام إدارة مكافحة للعدوى يعمل على الحد من عدوى المستشفيات طول البقاء في المستشفى وكذلك الحد من التكاليف المرتبطة بفترة البقاء في المستشفى.

## نظام إدارة مكافحة العدوى في توصيل أدوية الرذاذ

### توعية المريض وتثقيفه

توعية المريض: لقد لوحظ أن بخاخات الرذاذ المستخدمة في المنزل قد يتم تلويثها بالبكتيريا بصورة مستمرة. لذا، يجب التركيز على أهمية تنظيف معدات الرذاذ والمحافظة عليها من خلال برامج التوعية بمكافحة العدوى التي تجرى للمرضى والعاملين بمجال الرعاية الطبية من خلال التعليمات الكتابيه واللفظية المتكررة.

مواظبة المرضى على العلاج: يخفق حوالي ٨٥٪ من المرضى ذوي التليف الكيسي Cystic Fibrosis في تطهير البخاخات التي يستعملونها في المنزل. بالإضافة إلى الى عدم اتباع تعليمات التنظيف والتطهير المقدمة من قبل الشركة المنتجة، والتي يمكن التأثير عليها من خلال العوامل الشخصية والثقافية الاجتماعية والنفسية. أن تغيير بخاخات الرذاذ كل ٢٤ ساعة باستعمال معدات تستخدم لمرة واحدة باعتماد التامين الصحي وبمشاركة المرضى و زيادة التزامهم بطرق مكافحة العدوى يمكن أن يقلل من خطر العدوى.

## تنظيف بخاخات الرذاذ وصيانتها

### وقاية العدوى و سوء استخدام بخاخات الرذاذ المنزلية:

التنظيف: يوجد أدناه توضيح لتعليمات التنظيف لمختلف أنواع بخاخات الرذاذ.

- **البخاخ أحادي الجرعة المضغوط:** يجب تنظيف الوعاء البلاستيكي للبخاخ أحادي الجرعة المضغوط مرة أسبوعياً على أقل تقدير كما هو موضح في الجدول (١٦):

جدول (١٦): تعليمات التنظيف للبخاخ أحادي الجرعة والبخاخ الذاتي.

| تنظيف البخاخ أحادي الجرعة | تنظيف البخاخ الذاتي |
|---|---|
| تنظف مرة واحدة في الأسبوع أو عند اللزوم. | ينظف مرة أسبوعيا أو عند اللزوم. |
| انظر إلى الفتحة الموجودة بالبخاخ التي يخرج منها الدواء. | إزالة غطاء توصيلة الفم. |
| قم بتنظيف البخاخ إذا رأيت المسحوق داخل الفتحة أو حولها. | قم بقلب البخاخ الذاتي رأساً عن عقب. |
| فك وعاء البخاخ أحادي الجرعة من الوعاء البلاستيك بحيث لا يبتل. | مسح توصيلة الفم بقطعة جافة ونظيفة من القماش. |
| شطف الوعاء البلاستيك بالماء الدافئ ثم رجه لإزالة الماء الزائد. | قم برفق عمل ثقب في خلف البخاخ الذاتي بحيث ينزل الغطاء flap، مما يسهل رؤية الرذاذ. |
| دعة يجف طول الليل. | قم بتنظيف سطح الغطاء flap بمسحة قطنية جافة. |
| قم بتبديل الوعاء واعادته داخل توصيلة الفم وإعادة غطاء توصيلة الفم mouthpiece. | أعدْ غطاء توصيلة الفم و تأكد من أن الدواسة lever في وضعها لأسفل. |

- **الأجهزة المساعدة للبخاخ أحادي الجرعة:**

عندما يتم استخدام التوصيلة المساعدة Spacer مع البخاخ أحادي الجرعة المضغوط، فيجب تنظيفه قبل الاستخدام، ثم يتم تنظيفه دورياً بناء على توصيات الشركة المنتجة، و يوضح جدول (١٧) الخطوات التي يتم استخدامها لتنظيف الأجهزة المساعدة للبخاخ أحادي الجرعة.

جدول (١٧): تعليمات التنظيف الخاصة بغرفه البخاخ أحادي الجرعة.

| تنظيف غرفه الجهاز |
| --- |
| ينظف كل أسبوعين أو عند اللزوم. |
| فك الجهاز من أجل تنظيفه. |
| نقع أجزاء التوصيلة المساعدة في الماء الدافئ بمطهر سائل، ثم قم برج القطعتين للخلف والأمام برفق. |
| تحريكه لأزالة الماء الزائد. |
| تجفيف أجزاء التوصيلة المساعدة بالهواء في وضع رأسي طول الليل. |
| لا تستخدم منشفة لتجفيف الأنبوبة لأنه قد يقلل عملية توصيل الجرعة بسبب الشحنة الاستاتيكية. |
| تبديل القطعة الخلفية على التوصيلة المساعدة عندما يتم جفافها تماما. |

- بخاخ البودرة الجافة: الجدير بالذكر أنه يجب عدم غمس بخاخ البودرة الجافة في الماء، علاوةً على الحفاظ عليه في حالة جافة دائماً لأن الرطوبة إذا اصابته فانها تقلل الجرعة الدوائية الواصلة للمريض. ورغم عدم وجود دليل واضح عن ممارسة تنظيف بخاخ البودرة الجافة، فإن كل شركة منتجة لها توصيات بخصوص التنظيف الدوري وكذلك تقترح مسح توصيلة الفم لبخاخ البودرة الجافة باستخدام قطعة قماش جافة ونظيفة.

- أجهزة البخار: يجب تنظيف أجهزة البخار بعد كل معالجة في المنزل، فكلما طالت فترة تجفيف أجهزة البخار المتسخة كلما صعب تنظيفها بصورة جيدة. فشطف وغسل أجهزة البخار على الفور بعد كل معالجة يمكن أن يقلل خطر العدوى، و طبقا لتعليمات جمعية التليف الكيسي، يجب غسل أجزاء من بخاخات الرذاذ بالصابون والماء الحار بعد كل معالجة بعناية بحيث لا يتم تلف أي جزء من بخاخات الرذاذ. ويقدم جدول (١٨) تعليمات تخص أجهزة البخار النفاثة. ويجب تنظيف أجهزة البخار فوق الصوتية والشبكية وتطهيرها طبقا لتوصيات الشركة المنتجة، والجدير بالذكر أنه يجب عدم لمس الشبك أثناء تنظيف أجهزة البخار الشبكية، و ذلك لأنه قد يسبب تلف للوحدة.

جدول (١٨): التعليمات الخاصة بتنظيف أجهزة البخار النفاثة.

| التنظيف بعد كل استخدام | التنظيف مرة واحدة أو مرتين كل أسبوع |
|---|---|
| قم بغسل يديك قبل التعامل مع الجهاز. | قم بغسيل يديك قبل التعامل مع الجهاز. |
| فك الأجزاء بعد كل معالجة. | فك القطع بعد كل استخدام. |
| نزع الأنابيب من آلة ضغط الهواء وتركها على جنب، كما يجب عدم غسل أو شطف الأنابيب. | نزع الأنبوبة من آلة ضغط الهواء Compressor ثم اتركها، و يجب عدم غسل الأنابيب أو شطفها. |
| اشطف كأس االجهاز وتوصيلة الفم سواء بالماء المعقم أو الماء المقطر. | اغسل قطع الجهاز في ماء دافئ بالصابون السائل. |
| تخلص من الماء الزائد. | قم بتطهير الجهاز طبقاً لتوصيات الشركة المنتجة، وقد يتم نقع الجهاز في أحد المحاليل التالية:<br>1. جزء واحد من مسحوق المبيض المنزلي و ٥٠ جزء من الماء لمدة ثلاث دقائق.<br>2. ٧٠٪ من كحول ايزوبروبيل لمدة خمس دقائق.<br>3. ٣ ٪ من بروكسيد الهيدروجين لمدة 30 دقيقة.<br>4. خل مقطر جزء -واحد في ثلاثة أجزاء ماء ساخن لمدة ساعة واحدة (غير موصى به لمرضى التليف الكيسي). |
| اجعلها تجف في الهواء على منشفة ماصة. | اشطف أجزاء الجهاز بماء مقطر أو معقم. |
| قم بتخزين كأس الجهاز في كيس بلاستيك به سحاب zipper. | تخلص من الماء الزائد وضع جميع أجزاء الجهاز على منشفة ورقية نظيفة. |
| | تعريضهم للهواء من أجل تجفيفهم بصورة كاملة على منشفة ماصة. |
| | إعادة تركيب الجهاز وتخزينه في وعاء كيس جاف ونظيف. |

## التطهير

يوصى بتطهير وتبديل أجهزة البخار وذلك لتقليل التلوث، حيث يكون لكل شركة منتجة توصيات مختلفة تخص عملية تطهير منتجاتها، لذا؛ يجب اتباع التعليمات الخاصة بالشركة المنتجة بخصوص تطهير البخاخات، والجدير بالذكر أن جميع الحلول يجب إهمالها بعد عملية التطهير، وتشتمل الطرق المتنوعة للتطهير بأن يقوم المريض بما يلي:

1. اجعل أجزاء أجهزة البخار تغلي لمدة خمس دقائق، ولم تتطلب هذه العملية التطهيرية شطف نهائي.
2. نقعها في محلول مبيض منزلي و ٥٠ -جزء من الماء لمدة ثلاث دقائق.
3. نقع أجزاء أجهزة البخار في ٧٠٪ من كحول الايزوبروبيل لمدة خمس دقائق.
4. نقعها في ٣٪ من بيروكسيد الهيدروجين لمدة ٣٠ دقيقة.
5. نقعها في خل ابيض مقطر جزء واحد في ثلاثة أجزاء ماء ساخن لمدة ساعة (غير موصى به لمرضى التليف الكيسي).

يجب على المريض أن يطهر أجهزة البخار مرة أو مرتين في الأسبوع من خلال استخدام احد طرق التطهير المذكورة أعلاه، و يبين البرهان أن مركب رباعي الألمنيوم يمكن أن يستخدم لتطهير أجهزة البخار النفاثة لأنها تتميز بفاعلية إذا ما قورنت بإجراءات التطهير من خلال استخدام مطهر قبيل الغسيل وينقع في حمض الخل بحوالي ٥٢،١٪، على أن يتم النقع في مركب حمض رباعي الألمنيوم لمدة ١٠ دقائق، بينما يتم النقع في الحمض الخلي لفترة لا تقل عن ١٠ دقائق، و هناك ميزة أخرى لاستخدام المحلول الرباعي هي أنه يمكن استخدامه لمدة أسبوع إذا ما قورنت بحمض الخل الذي لا يمكن استخدامه لهذه المدة.

الشطف النهائي: يجب على المريض استخدام ماء طاهر (غير مقطر ولا معبأ) من أجل القيام بالشطف النهائي، ويمكن تصنيع الماء الطاهر عن طريق غليانه لمدة خمس دقائق.

التجفيف و الصيانة: نظراً لأن البكتيريا تنمو في الأماكن الرطبة المبللة، فإن أجهزة البخار يجب تجفيفها وتخزينها تماما في مكان جاف ونظيف بين كل معالجة وأخرى، و يمكن تحسين عملية التجفيف من خلال ضمان تدفق الغاز إلى أجهزة البخار لفترة قصيرة بعد شطفها/تنظيفها، وقد يتغير أداء أجهزة البخار حسب الوقت المستغرق بسبب عمليات

التنظيف غير الصحيحة أو الصيانة أو إجراءات التطهير، ولابد أن يتم الاحتفاظ بأجهزة البخار بعيداً عن التلوث من خلال اتباع تعليمات الشركة المنتجة الخاصة بالعناية والتنظيف، وهذا أمراً ضرورياً لجميع بخاخات الرذاذ المستخدمة مع الأدوية المستنشقة.

## الوقاية من العدوى وسوء استخدام بخاخات الرذاذ في المستشفيات أو العيادات

بخاخات الرذاذ: يصاحب تلوث أجهزة البخار بالبكتيريا عدوى مكتسبه من المستشفى، حيث توصي مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها بأن يتم تنظيف أجهزة البخار وتطهيرها وشطفها بالماء المعقم والمجفف بين كل معالجة وأخرى، فعلى كل مستشفى أو عيادة خارجية يجب أن يكون لها برامج مراقبة تعمل على تحديد ممارسات العناية المركزة المحلية بناء على التفسير والتحليل والجمع النظامي والمستمر للبيانات عن العدوى، يجب تعديل أجهزة البخار كل ٢٤ ساعة، فإذا تم تسمية مولد الرذاذ لاستخدام مريض واحد فقط" فانه يجب استخدامه لمريض واحد فقط ثم يتم التخلص منه.

أدوية الاستنشاق: تصطحب أوعية الأدوية متعددة الجرعة بأجهزة البخار ملوثة، كما أنها مصدر فعال لانتشار العدوى داخل المستشفيات؛ لذلك، يوصى بتعاطي الأدوية أحادية الجرعة عند اللزوم، ومن المهم أيضاً تجنب محاليل الأدوية الملوثة.

انتقال العدوى: يمكن تقليل انتقال العدوى من المعالج إلى المريض عن طريق غسل المعالجين أيديهم بالماء والصابون أو تنظيف أيديهم بمواد معقمة قبل المعالجة وبعدها، كما يجب الأخذ في الاعتبار استخدام القفازات بين المرضى وتنظيف الأيدي بعد خلع القفازات، ويرجع ذلك إلى الحقيقة التي فحواها أن القفازات تخلق بيئة رطبة ودافئة التي تساعد على نمو التلوث الميكروبي وبذلك تنتشر العدوى، كما يجب استخدام النظارات الوقائية وأقنعة الوجه ودروع الوجه لوحدها كي تمنع الأمراض الاعتلالية المنقولة عبر الهواء التي قد يستنشقها المعالجين في علاج الأدوية بالرذاذ.

التقيد بنظام إدارة مكافحة العدوى: يكون هذا النظام فعال فقط عند تطبيقه من قبل أخصائيي االعناية التنفسية المعروفين والذين يلتزمون به، لذلك، يجب تدريب أخصائيي

العناية التنفسية بصورة سليمة على استخدام القوانين الموضوعة من قبل نظام إدارة مكافحة العدوى في توصيل أدوية الرذاذ.

مراقبة العدوى: يجب على المستشفيات أن تضع إجراءات ملموسة و بسيطة لمراقبة العدوى بحيث يتسنى لها إجراء التقييم بصورة دورية لأعمال مكافحة العدوى المستخدمة من قبل أخصائي العناية التنفسية.

## الأمان والصحة المهنية لأخصائي العناية التنفسية

يخضع أخصائيون العناية التنفسية لخطر التعرض للأدوية المستنشقة، إلا أنهم يواجهون أيضاً خطر الأمراض المستنشقة أثناء العلاج بالرذاذ، و قد تم توضيح عناصر الأمان والصحة المهنية لأخصائيي العناية التنفسية أدناه:

تحصين الصحة وتقييمها: لأبد من فحص أخصائيي العناية التنفسية للوقاية من العدوى وتحصينهم منذ بداية تعيينهم إلى نهاية خدمتهم.

نظافه الأيدي: تكون نظافه الأيدي فعالة في تقليل انتقال الفيروسات التنفسية، ولذلك فأن العاملين بمجال الرعاية الصحية الذين يغسلون أيديهم بصورة دائمة عند التعامل مع المرضى يتعرضون لخطر أقل للإصابة بعدوى تنفسية.

المعدات الوقائية: لابد من تزويد أخصائيي العناية التنفسية بالأجهزة الشخصية الوقائية مثل الأقنعة وأدوات وقاية العين عند اللزوم.

جهاز التهوية: تعمل هذه الأجهزة على تبديل هواء الغرفة من ٦ إلى ١٠ مرات بالساعة وتخلق بيئة ضغط سلبية في غرفة المريض التي تكون فعالة في أزالة ٩٩،٩٪ من التلوثات المنقولة عبر الجو في ٦٩ دقيقة.

أجهزة البخار ذات المرشح: أن وضع مرشح على قطعة الاستنشاق في أجهزة البخار قد يحمي أخصائي العناية التنفسية من العدوى ويقلل انتشار الرذاذ الملوث بالمستشفيات والعيادات الخارجية.

## تثقيف المرضى بالاستخدام الصحيح لأجهزة الرذاذ

تحدث بعض المشاكل عند استعمال المريض لأجهزة الرذاذ، ومعرفة هذه الأمور لدى أخصائي العناية التنفسية تساعد على إرشاد المريض بشكل صحيح وتعزز معرفته بتقييم المريض الذي لديه صعوبة في التحكم بحالته المرضية، كما أن المواظبة السيئة للمريض بالمعالجة بالرذاذ الموصوف له وحدوث أخطاء في استعمال جهاز الرذاذ تقلل من فاعلية الأدوية؛ لذا، يجب تقييم كلا المشكلتين.

### مواظبة المريض على العلاج

هناك مشكلة عامة في استعمال أدوية البخاخ وهي مواظبة المريض على استعمال البخاخ الموصوف له، إلا أن لفظ "مواظبة" يشير إلى تقبّل المريض لاتباع خطة العلاج الموصوفة له، كما أن هناك عدة طرق لمراقبة مدى تقيد المريض بالخطة العلاجية الموصوفة له مثل عمل المقابلات مع المريض دورياً والتقرير من المريض و تعداد الجرعة و كذلك أجهزة المراقبة الإلكترونية الملحقة بالبخاخ نفسه؛ إضافة إلى أن أجهزة المراقبة الملحقة بالبخاخات هي من أكثر الأجهزة دقة، ففي إحدى الدراسات، تبين أن نتيجة الملاحظات اليومية المدونة من قبل المرضى أظهرت الاستخدام المتوسط لمنبهات البيتا بنسبة ٧٨٪، بينما توضح البيانات الإلكترونية للبخاخ أحادي الجرعة نسبة حوالي ٤٨٪، وهذا يدل على أن المرضى يميلون إلى إعطاء تقارير مبالغ فيها عند استعمال أدوية البخاخات إذا ما قورنت بالبيانات التي تم الحصول عليها من الأجهزة المراقبة الإلكترونية، كما تم تصنيف الإخفاق في المواظبة بالخطة العلاجية الموصوفة إلى البعض من المرضى كالإخفاق عمداً والبعض الآخر كان عفويا وبدون قصد، ويوضح جدول (١٩) نمطين من عدم المواظبة مع ذكر الأسباب والأمثلة.

جدول (١٩): الأسباب العامة والعوامل المحتملة في عدم المواظبة من قبل المرضى على استخدام أدوية الرذاذ.

عوامل غير مقصودة:

- عدم فهم العلاج بشكل صحيح.
- سوء فهم الخطة الدوائية الموصوفة.
- سوء التواصل بين المريض وطبيبه.
- سوء عملية التواصل بين المريض و الأخصائي المعالج.
- عوائق لغوية.

عوامل مقصودة: فهم طريقة استخدام البخاخ إلا أن المريض لا يواظب على العلاج بصورة صحيحة.

- معتقدات عند المريض
- لا يحتاج إلى علاج منتظم.
- أنه غير مريض فعلاً.
- عناية الآباء وتوصيتهم بلزومه للفراش (الأطفال).
- الدواء باهظ التكاليف.
- القلق بشأن الآثار الجانبية.
- عدم الثقة بالعلاج.
- النسيان.
- الإرهاق والحياة المليئة بالأعمال.
- أنظمة الرذاذ المعقدة.
- العوامل النفسية مثل الكآبة.

الجدير بالذكر أن أحد الأمثلة عن عدم المواظبة غير المقصودة لاستخدام البخاخ هو الأسلوب التقني غير الصحيح لاستعمال الجهاز الذي يمكن تصحيحه من خلال تدريب المريض وتثقيفه. ويعد البخاخ أحادي الجرعة من أصعب الأدوية استعمالاً على المرضى ولا يتوافر بخاخ جيد وآمن من الأخطاء والإخفاق، لذا تم ابتكار التوصيلة المساعدة للبخاخ لمواجهة تحديات صعوبة استعماله وكذلك زيادة فاعلية الجرعة المستنشقة من قبل

المريض، ومن ناحية أخرى يعتبر استخدام بخاخ البودرة الجافة على أنه أسهل في الاستعمال من البخاخ أحادي الجرعة، بينما يعد البخاخ أبسط أنواع أجهزة الرذاذ في الاستعمال؛ ومع ذلك، قد تكون هناك مشاكل متعلقة بكل نوع من أنواع البخاخات، ويوضح جدول (٢٠) الأخطاء الشائعة التي يمكن أن تحدث مع كل نوع من هذه الأجهزة.

جدول (٢٠): المشاكل الشائعة والعيوب والأخطاء المصاحبة لكل نوع من أنواع بخاخات الرذاذ.

| البخاخ أحادي الجرعة المضغوط |
| --- |
| الأخطاء المرتكبة أثناء الاستخدام: |
| ▪ الإخفاق في تنسيق عملية تشغيل البخاخ أحادي الجرعة عند الاستنشاق. |
| ▪ عدم كتم النفس لفترة وجيزة كافية بعد الاستنشاق. |
| ▪ معدل تدفق الهواء أثناء الشهيق سريع للغاية. |
| ▪ عدم التشغيل بالقدرة الكافية /الرج غير الكافي/ مزج الدواء بصورة غير كافية قبل الاستعمال. |
| ▪ التوقف المفاجئ للاستنشاق عند وصول الجرعة إلى الحلق. |
| ▪ تشغيل البخاخ أحادي الجرعة عندما تكون الرئة في أقصى سعة لها. |
| ▪ تشغيل البخاخ قبل الاستنشاق. |
| ▪ إطلاق البخاخ أحادي الجرعة عدة مرات أثناء استنشاق جرعة واحدة. |
| ▪ إطلاق البخاخ أحادي الجرعة في الفم، لكن يتم الاستنشاق من الأنف. |
| ▪ إطلاق الزفير أثناء تشغيل البخاخ. |
| ▪ وضع البخاخ في الفم بطريقة خاطئة. |
| ▪ امساك البخاخ في الوضع الخطأ. |
| ▪ الإخفاق في إزالة الغطاء قبل الاستعمال. |
| ▪ الاستعمال المفرط للبخاخ أحادي الجرعة بما يزيد عن سعته المعروفة (فقدان حساب الجرعة). |
| ▪ الإخفاق في تنظيف الغرفة. |
| ▪ ضياع الجرعات المتبقية. |

عدم تثقيف المريض وتدريبه على استعمال البخاخ أحادي الجرعة.

قلة المعرفة والدراية بالبخاخ بالنسبة للمستخدمين.

انعدام القوة اليدوية الكافية أو المرونة عند تشغيل البخاخ أحادي الجرعة.

عدم الانسجام الحركي الفكري Ideomotor dyspraxia.

### التوصيلة المساعدة للبخاخ Valevd Holding Chamber/spacers

- التركيب الخاطئ للتوصيلة المساعدة مع البخاخ.
- الإخفاق في إزالة الشحنة الكهروستاتية في كثير من التوصيلات المساعدة التي يمكن أن تقلل الجرعة المنبعثة في غرفة التوصيلة المساعدة الجديدة للبخاخ.
- التأخر لفترة طويلة بين تشغيل البخاخ أحادي الجرعة والاستنشاق من التوصيلة المساعدة للبخاخ.
- الاستنشاق بسرعة للغاية.
- إطلاق العديد من البخات (الجرعات الدوائية) في التوصيلة المساعدة قبل الاستنشاق.
- عدم وجود تثقيف للمريض وتدريبه على تركيب واستعمال التوصيلة المساعدة للبخاخ.

### بخاخات البودرة الجافة

#### الأخطاء المرتكبة أثناء الاستخدام:

- عدم مسك البخاخ بطريقة صحيحة أثناء تحميل الجرعة.
- الإخفاق في خرم أو فتح عبوة الدواء.
- استخدام االبخاخ بوضعية خاطئة.
- عدم القدرة على إطلاق الجرعة المطلوبة.
- إخراج الزفير من خلال التوصيلة المساعدة.
- عدم إخراج زفير كافٍ من الرئة قبل استنشاق الجرعة.
- عدم الاستنشاق بدرجة قوية كافية.
- عدم كتم النفس لفترة تكفي وصول الجرعة إلى الرئة.
- إخراج الزفير داخل التوصيلة المساعدة بعد الاستنشاق.

استعمال تصاميم متعددة الجرعات (مثل البخاخ التربيني) في مناطق رطوبة مما يؤدي إلى تقليل الجزيئات الناعمة للجرعة عند الاستنشاق.

عدم وجود تدريب وتثقيف للمريض على تركيب واستعمال بخاخ البودرة.

| أجهزة البخار |
| --- |
| ▪ الإخفاق في تجميع وتركيب الأجزاء الخاصة بالبخاخ بشكل سليم. |
| ▪ فقدان الجرعة الدوائية عند امالة بعض أجهزة البخار. |
| ▪ الإخفاق في الحفاظ على توصيلة الفم أثناء استنشاق الجرعة الدوائية. |
| ▪ الإخفاق في التنفس من الفم خلال استنشاق الجرعة الدوائية. |

## الأخطاء الشائعة للمرضى عند استعمال البخاخ أحادي الجرعة

رغم أن عملية التنسيق بين عملية الاستنشاق وإخراج جرعة الدواء مع البخاخ أحادي الجرعة من أهم المشكلات، إلا أن هناك بعض الأخطاء الجوهرية التي يمكن أن يقوم بها المريض عند استعمال البخاخ كما موضح في جدول (٢٠)، حيث أن الإخفاق في رج البخاخ أحادي الجرعة قبل الاستعمال يمكن أن يعوق خروج الجرعة الدوائية بطريقة سليمة؛ إضافة إلى ذلك، نرى بعض المشكلات التي تسبب انزعاج للمرضى مثل عدم وجود بخاخ مجهز بعداد يبين عدد الجرعات حتى يساعدهم في معرفة إذا ما كان قد فرغ البخاخ وانتهى أم ما زال به جرعات. يتوفر عداد يبين الجرعات في السوق تجاريا مما يجعل المريض قد يضطر إلى شراء جهاز إضافي، وفي أحدى الاستطلاعات، ذكر حوالي ٧٢٪ من المرضى أنهم يستخدمون البخاخ أحادي الجرعة لحين عدم سماع صوت عند تشغيله وهذه طريقة غير صحيحة، فالبخاخ أحادي الجرعة يستمر في إخراج رذاذ بدون دواء إذا تم تشغيله بعد الكمية المحددة له سواء كان ذلك ١٢٠ أو ٢٠٠ بخة، لذا على المعالجين إرشاد مرضاهم بأهمية تعقب عدد الجرعات الباقية في البخاخ أحادي الجرعة صفحة (55).

## الأخطاء الشائعة للمرضى عند استعمال التوصيلة المساعدة للبخاخ

لقد تم تدوين الأخطاء الشائعة التي يمكن أن تحدث مع استعمال التوصيلة المساعدة للبخاخ في جدول (٢٠)، كما يعتبر التركيب غير السليم للتوصيلة المساعدة مشكلة أخرى، حيث يعتقد الكثير من المرضى بشكل خاطئ أن التوقف قبل الاستنشاق من التوصيلة بعد تشغيل البخاخ أحادي الجرعة لم يكن له تأثير على الجرعة المراد توصيلها

أو إذا تم إطلاق عدة بخات من البخاخ في التوصيلة ثم يليها استنشاق لمرة واحدة، كلاً الأسلوبين خاطئ و يعمل على تقليل الجرعة الدوائية المراد توصيلها إلى الرئة؛ ومع ذلك، نجد الأسلوب التقني المثالي هو أن تضع توصيلة الفم بين الشفاه ثم تأخذ نفس عميق ببطئ عند تشغيل البخاخ أحادي الجرعة.

أما تواجد الشحنة الكهروستاتية على جدران الغرفة للتوصيلة المساعدة فيمكن إزالتها بالغسيل المسبق بمنظف الايونات أو من خلال إطلاق ١٠ إلى ٢٠ بخة من البخاخ أحادي الجرعة في غرفه التوصيلة المساعدة، و بدلاً من ذلك يمكن شراء توصيلة مساعدة غير كهروستاتية أو خالية من الشحنات ذاتها.

## الأخطاء الشائعة للمرضى عند استعمال بخاخ البودرة الجافة

لقد تم التعرف على بعض المشكلات عند استعمال المرضى لبخاخ البودرة جدول (٢٠)، كما تم عرض معدلات الأخطاء المعروفة بالإخفاق في القيام بالخطوات السليمة حيث أنها مشابهة لتلك المذكورة مع البخاخ أحادي الجرعة وبخاخ البودرة الجافة (Aerolizer والتربيني والبخاخ القرصي)،علماً بان من أهم المشكلات الظاهرة لبخاخات البودرة الجافة هي أن جميع الموديلات المتوفرة حالياً بالولايات المتحدة الأمريكية تتميز بتصاميم وموديلات مختلفة، كما أن هناك فروقا في خطوات عملية الاستخدام عند الاستنشاق وتحميل الجرعة لبخاخ البودرة، ومن أكثر معدلات الخطأ مع هذا النوع من البخاخات هو الإخفاق في مسك الجهاز بطريقة سليمة.

## الأخطاء الشائعة للمرضى عند استعمال أجهزة البخار صغيرة الحجم

المشكلات المعتاد عليها مع أجهزة البخار صغيرة الحجم لا تكون نتيجة لاستعمال المريض وإنما هي عيوب لهذا النوع من أجهزة الرذاذ جدول (٢٠) و تشتمل هذه العيوب على حجم الجهاز والحاجة لوحدة إمداد خارجية (غاز مضغوط أو كهرباء) والمدة الزمنية الطويلة للجرعة الدوائية للمرضى؛ ومع ذلك، وتعد أجهزة البخار من ابسط الأنواع استعمالاً من قبل المريض.

ولقد تم تطوير أجهزة أجهزة البخار الجديدة من الناحية التقنية حيث تم تصغير حجمها والاستغناء عن وحدة إمداد القوى الخارجية، مع تقليل الفترة الزمنية المطلوب للعلاج والسيطرة على فقدان الجرعة الدوائية أثناء الزفير.

## تعليم المرضى وتقييمهم من حيث مدى إتقانهم لاستعمال البخاخات

يوجد هناك تنوع كبير من أجهزة الرذاذ وطرق تشغيلها مثل (بخاخات البودرة الجافة)، مما يؤدي إلى الحيرة وارتكاب الأخطاء عند الاستخدام من قبل المريض، لذا يوصى باتباع الخطوات العامة التالية من قبل الأخصائيين لضمان اتباع المريض للطرق الصحيحة لاستخدام البخاخات:

1. مراجعة تعليمات البخاخ بإتقان ثم تجريب عينة زائفة على جهاز على أنفسهم قبل تعليم المرضى.
2. تدريب المريض على تركيب و طريقة استخدام البخاخ مع التأكد من فهم المريض لجميع الخطوات.
3. تزويد المريض بالتعليمات الكتابية الخاصة باستخدام البخاخ ومنها خطة كتابية لاستعمال الأدوية.
4. اجعل المريض يتمرن أمامك على كيفية استعمال البخاخ مع أهمية مراقبة الخطوات معاً.
5. مراجعة طريقة استعمال المريض للبخاخ في كل زيارة.
6. مراجعة فهم المريض لاستخدام البخاخات في كل زيارة له (كموعد الاستعمال والغرض من الدواء وعدد الوصفات).
7. ضع احتمالية شك عالية على ان المريض لم يستخدم البخاخ بالصورة الصحيحة وعدم التزامه بالخطة العلاجية في حالة سوء الحالة الصحية أو تدهورها للمريض.

# المراجع العلمية


1. Hess DR, Myers TR, Rau JL. A guide to aerosol delivery devices for respiratory therapists. American Association for Respiratory Care, Dallas, Texas 2005.
2. Rau JL Jr. Respiratory care pharmacology. St. Louis: Mosby;2002.
3. Newman S, Hollingworth A, AR C. Effect of different modes of inhalation on drug delivery from a dry powder inhaler. Int J Pharm 1994; 102:127-132.
4. Newman SP, Pavia D, Moren F, et al. Deposition of pressurised aerosols in the human respiratory tract. Thorax 1981;36(1):52-55.
5. Newman SP, Woodman G, Clarke SW, Sackner MA. Effect of InspirEase on the deposition of metered-dose aerosols in the human respiratory tract. Chest 1986; 89(4):551-556.
6. Lewis RA, Fleming JS. Fractional deposition from a jet nebulizer: how it differs from a metered-dose inhaler. Br J Dis Chest 1985; 79(4):361-367.
7. Fink JB. Humidity and aerosol therapy. In: Mosby's respiratory care equipment. St. Louis MO: Mosby-Elsevier Inc;2010:91-140.
8. Dolovich MB, Ahrens RC, Hess DR, et al. Device selection and outcomes of aerosol therapy: evidence-based guidelines: American College of Chest Physicians/ American College of Asthma, Allergy, and Immunology. Chest 2005; 127(1):335-371.
9. Leach CL, Davidson PJ, Hasselquist BE, Boudreau RJ. Influence of particle size and patient dosing technique on lung deposition of HFA-beclomethasone from a metered dose inhaler. J Aerosol Med 2005; 18(4):379-385.
10. Geller DE. New liquid aerosol generation devices: systems that force pressurized liquids through nozzles. Respir Care 2002; 47(12):1392-1404.
11. Dulfano MJ, Glass P. The bronchodilator effects of terbutaline: route of administration and patterns of response. Ann Allergy 1976; 37(5):357-366.
12. Gardenhire DS. Airway pharmacology. In: Egan's fundamentals of respiratory care. St Louis MO: Mosby Elsevier; 2009:667-692.
13. Fink JB. Aerosol drug therapy. In: Egan's fundamentals of respiratory care. St Louis MO: Mosby Elsevier; 2009:801-842.
14. Babu KS, Marshall BG. Drug-induced airway diseases. Clin Chest Med 2004; 25(1):113-122.
15. Leuppi JD, Schnyder P, Hartmann K, et al. Drug-induced bronchospasm: analysis of 187 spontaneously reported cases. Respiration 2001; 68(4):345-351.
16. Steckel H, Eskandar F. Factors affecting aerosol performance during nebulization with jet and ultrasonic nebulizers. Eur J Pharm Sci 2003; 19(5):443-455.
17. O'Callaghan C, Barry PW. The science of nebulised drug delivery. Thorax 1997; 52(Suppl 2):S31-S44.

18. Hess DR. Aerosol delivery devices in the treatment of asthma. Respir Care 2008; 53(6):699-723.

19. Ip AY, Niven RW. Prediction and experimental determination of solute output from a Collison nebulizer. J Pharm Sci 1994; 83(7):1047-1051.

20. Pitchford K, Corey M, Highsmith A, et al. Pseudomonas species contamination of cystic fibrosis patients' home inhalation equipment. J Pediatr 1987; 111(2):212-216.

21. Rosenfeld M, Emerson J, Astley S, et al. Home nebulizer use among patients with cystic fibrosis. J Pediatr 1998; 132(1):125-131.

22. Vassal S, Taamma R, Marty N, et al. Microbiologic contamination study of nebulizers after aerosol therapy in patients with cystic fibrosis. Am J Infect Control 2000; 28(5):347-351.

23. Barnes KL, Clifford R, Holgate ST, et al. Bacterial contamination of home nebuliser. Br Med J (Clin Res Ed) 1987; 295(6602):812.

24. Wexler MR, Rhame FS, Blumenthal MN, et al.Transmission of gram-negative bacilli to asthmatic children via home nebulizers. Ann Allergy 1991; 66(3):267-271.

25. Jakobsson BM, Onnered AB, Hjelte L, Nystrom B. Low bacterial contamination of nebulizers in home treatment of cystic fibrosis patients. J Hosp Infect 1997; 36(3):201-207.

26. Carnathan B, Martin B, Colice G. Second hand (S)-albuterol: RT exposure risk following racemic albuterol (Abstract). Respir Care 2001; 46(10):1084.

27. Dimich-Ward H, Wymer ML, Chan-Yeung M. Respiratory health survey of respiratory therapists. Chest 2004; 126(4):1048-1053.

28. Christiani DC, Kern DG.Asthma risk and occupation as a respiratory therapist.Am Rev Respir Dis 1993; 148(3):671-674.

29. Kern DG, Frumkin H. Asthma in respiratory therapists. Ann Intern Med 1989; 110(10):767-773.

30. Rhinehart E, Friedman MM. Personal protective equipment and staff supplies. In: Infection control in home care (An official APIC publication). Gaithersburg MD: Aspen Publishers, Inc.; 2006:61-69.

31. Gamage B, Moore D, Copes R, et al. Protecting health care workers from SARS and other respiratory pathogens: a review of the infection control literature. Am J Infect Control 2005; 33(2):114-121.

32. Segal-Maurer S, Kalkut G. Environmental control of tuberculosis: continuing controversy. Clin Infect Dis 1994; 19(2):299-308.

33. Dennis JH. Standardization issues: in vitro assessment of nebulizer performance. Respir Care 2002; 47(12):1445-1458.

34. Hess D, Fisher D, Williams P, et al. Medication nebulizer performance. Effects of diluent volume, nebulizer flow, and nebulizer brand. Chest 1996; 110(2):498-505.

35. Dennis JH. A review of issues relating to nebulizer standards. J Aerosol Med 1998; 11(Suppl 1):S73-S79.

36. Welch MJ. Nebulization therapy for asthma: a practical guide for the busy pediatrician. Clin Pediatr (Phila) 2008; 47(8):744-756.

37. Rau JL, Ari A, Restrepo RD. Performance comparison of nebulizer designs: constant-output, breath-enhanced, and dosimetric. Respir Care 2004; 49(2):174-179.

38. Alvine GF, Rodgers P, Fitzsimmons KM, Ahrens RC. Disposable jet nebulizers. How reliable are they? Chest 1992; 101(2):316-319.

39. Camargo CA Jr, Spooner CH, Rowe BH. Continuous versus intermittent beta-agonists in the treatment of acute asthma. Cochrane Database Syst Rev 2003; (4):CD001115.

40. Everard ML, Evans M, Milner AD. Is tapping jet nebulisers worthwhile? Arch Dis Child 1994; 70(6):538-539.

41. Malone RA, Hollie MC, Glynn-Barnhart A, Nelson HS. Optimal duration of nebulized albuterol therapy. Chest 1993; 104(4):1114-1118.

42. Newman SP. Principles of metered-dose inhaler design. Respir Care 2005; 50(9):1177-1190.

43. Gross G, Cohen RM, Guy H. Efficacy response of inhaled HFA-albuterol delivered via the breath-actuated Autohaler inhalation device is comparable to dose in patients with asthma. J Asthma 2003; 40(5):487-495.

44. Newman SP, Weisz AW, Talaee N, Clarke SW. Improvement of drug delivery with a breath actuated pressurised aerosol for patients with poor inhaler technique. Thorax 1991; 46(10):712-716.

45. Everard ML, Devadason SG, Summers QA, Le Souef PN. Factors affecting total and “respirable” dose delivered by a salbutamol metered dose inhaler. Thorax 1995; 50(7):746-749.

46. Niven RW, Kacmarek RM, Brain JD, Peterfreund RA. Small bore nozzle extensions to improve the delivery efficiency of drugs from metered dose inhalers: laboratory evaluation. Am Rev Respir Dis 1993; 147(6 Pt 1):1590-1594.

47. Pedersen S.The importance of a pause between the inhalation of two puffs of terbutaline from a pressurized aerosol with a tube spacer. J Allergy Clin Immunol 1986; 77(3):505-509.

48. Pedersen S, Steffensen G. Simplification of inhalation therapy in asthmatic children. A comparison of two regimes. Allergy 1986; 41(4):296-301.

49. Dolovich M, Ruffin RE, Roberts R, Newhouse MT. Optimal delivery of aerosols from metered dose inhalers. Chest 1981; 80(6 Suppl):911-915.

50. Lawford P, McKenzie. Pressurized bronchodilator aerosol technique: influence of breath-holding time and relationship of inhaler to the mouth. Br J Dis Chest 1982; 76(3):229-233.

51. Thomas P, Williams T, Reilly PA, Bradley D. Modifying delivery technique of fenoterol from a metered dose inhaler. Ann Allergy 1984; 52(4):279-281.

52. Unzeitig JC, Richards W, Church JA. Administration of metered-dose inhalers: comparison of open- and closed-mouth techniques in childhood asthmatics. Ann Allergy 1983; 51(6):571-573.

53. Chhabra SK. A comparison of “closed” and “open” mouth techniques of inhalation of a salbutamol metered-dose inhaler. J Asthma 1994; 31(2):123-125.

54. Newman S, Clark A. Inhalation techniques with aerosol bron-chodilators. Does it matter? Pract Cardiol 1983; 9:157-164.

55. Holt S, Holt A, Weatherall M, et al. Metered dose inhalers: a need for dose counters. Respirology 2005; 10(1):105-106.

56. Ogren R, Baldwin J, Simon R. How patients determine when to replace their metered dose inhalers. Ann Allergy Asthma Immunol 1995; 75(6 Pt 1):485-489.

57. Rubin BK, Durotoye L. How do patients determine that their metered-dose inhaler is empty? Chest 2004; 126(4):1134-1137.

58. Schultz RK. Drug delivery characteristics of metered-dose inhalers. J Allergy Clin Immunol 1995; 96(2):284-287.

59. Cain WT, Oppenheimer JJ. The misconception of using floating patterns as an accurate means of measuring the contents of metered-dose inhaler devices. Ann Allergy Asthma Immunol 2001; 87(5):417-419.

60. Brock TP, Wessell AM, Williams DM, Donohue JF. Accuracy of float testing for metered-dose inhaler canisters. J Am Pharm Assoc (Wash) 2002; 42(4):582-586.

61. U.S. Department of Health and Human Services, U.S. Food and Drug Administration. Guidance for industry: integration of dose-counting mechanisms into MDI drug products. Rockville MD, 2003.

62. Sheth K, Wasserman RL, Lincourt WR, et al. Fluticasone propionate/salmeterol hydrofluoroalkane via metered-dose inhaler with integrated dose counter: Performance and patient satisfaction. Int J Clin Pract 2006; 60(10):1218-1224.

63. Simmons MS, Nides MA, Kleerup EC, et al.Validation of the Doser, a new device for monitoring metered-dose inhaler use. J Allergy Clin Immunol 1998; 102(3):409-413.

64. Julius SM, Sherman JM, Hendeles L. Accuracy of three electronic monitors for metered-dose inhalers. Chest 2002; 121(3):871-876.

65. Williams DM, Wessell A, Brock TP. The Doser external counting device. Chest 1999; 116(5):1499.

66. American College of Chest Physicians. Patient instructions for inhaled devices in English and Spanish. Northbrook IL, 2006.

67. Rau JL. The inhalation of drugs: advantages and problems. Respir Care 2005; 50(3):367-382.

68. Fink JB, Rubin BK. Aerosol and medication administration. In: Czerviske MP, Barnhart SL, editors. Perinatal and pediatric respiratory care. St Louis MO: Elsevier Science; 2003.

69. Everard ML. Aerosol delivery to children. Pediatr Ann 2006; 35(9):630-636.

70. Everard ML. Inhalation therapy for infants. Adv Drug Deliv Rev 2003; 55(7):869-878.

71. Ahrens RC. The role of the MDI and DPI in pediatric patients: “Children are not just miniature adults”. RespirCare 2005; 50(10):1323-1328.

72. Pongracic JA. Asthma delivery devices: age-appropriate use. Pediatr Ann 2003; 32(1):50-54.

73. Boe J, Dennis JH, O’Driscoll BR, et al. European Respiratory Society Guidelines on the use of nebulizers. EurRespir J 2001; 18(1):228-242.

74. Rubin BK, Fink JB. Optimizing aerosol delivery by pressur- ized metered-dose inhalers. Respir Care 2005; 50(9):1191-1200.

75. Rau JL. Practical problems with aerosol therapy in COPD. Respir Care 2006; 51(2):158-172.

76. Rubin BK. Nebulizer therapy for children: the device-patient interface. Respir Care 2002; 47(11):1314-1319.

77. Geller DE. Comparing clinical features of the nebulizer, metered-dose inhaler, and dry powder inhaler. Respir Care 2005; 50(10):1313-1321.

78. Gray SL, Williams DM, Pulliam CC, et al. Characteristics predicting incorrect metered-dose inhaler technique in older subjects. Arch Intern Med 1996; 156(9):984-988.

79. Allen SC, Ragab S. Ability to learn inhaler technique in relation to cognitive scores and tests of praxis in old age.Postgrad Med J 2002; 78(915):37-39.

80. McFadden ER Jr. Improper patient techniques with metered-dose inhalers: clinical consequences and solutions to misuse. J Allergy Clin Immunol 1995; 96(2):278-283.

81. Atkins PJ. Dry powder inhalers: an overview. Respir Care 2005; 50(10):1304-1312.

82. Fink JB, Rubin BK. Problems with inhaler use: a call for improved clinician and patient education. Respir Care 2005; 50(10):1360-1375.

83. Lewis RM, Fink JB. Promoting adherence to inhaled therapy: building partnerships through patient education. Respir Care Clin N Am 2001; 7(2):277-301, vi.

84. Fink JB. Inhalers in asthma management: is demonstration the key to compliance? Respir Care 2005; 50(5):598-600.

85. van der Palen J, Klein JJ, van Herwaarden CL, et al. Multiple inhalers confuse asthma patients. Eur Respir J 1999; 14(5):1034-1037.

86. Castro-Rodriguez JA, Rodrigo GJ. Beta-agonists through metered-dose inhaler with valved holding chamber versus nebulizer for acute exacerbation of wheezing or asthma in children under 5 years of age: a systematic review with meta-analysis. J Pediatr 2004; 145(2):172-177.

87. Meadows-Oliver M, Banasiak NC. Asthma medication delivery devices. J Pediatr Health Care 2005; 19(2):121-123.

88. Chan PW, DeBruyne JA. Parental concern towards the use of inhaled therapy in children with chronic asthma. Pediatr Int 2000; 42(5):547-551.

89. Apter AJ, Reisine ST, Affleck G, et al. Adherence with twice-daily dosing of inhaled steroids. Socioeconomic and health-belief differences. Am J Respir Crit Care Med 1998; 157(6 Pt 1):1810-1817.

90. Rubin BK. What does it mean when a patient says, “my asthma medication is not working?” Chest 2004; 126(3):972-981.

91. Everard ML. Inhaler devices in infants and children: challenges and solutions. J Aerosol Med 2004; 17(2):186-195.

92. Tal A, Golan H, Grauer N, et al. Deposition pattern of radiolabeled salbutamol inhaled from a metered-dose inhaler by means of a spacer with mask in young children with airway obstruction. J Pediatr 1996; 128(4):479-484.

93. Everard ML, Clark AR, Milner AD. Drug delivery from holding chambers with attached facemask. Arch Dis Child 1992; 67(5):580-585.

94. Nikander K, Berg E, Smaldone GC. Jet nebulizers versus pressurized metered dose inhalers with valved holding chambers: effects of the facemask on aerosol delivery. J Aerosol Med 2007; 20(Suppl 1):S46-S55.

95. Bower L, Barnhart S, Betit P, et al. American Association for Respiratory Care. AARC Clinical Practice Guideline: selection of an aerosol delivery device for neonatal and pediatric patients. Respir Care 1995; 4(12):1325-1335.

96. National Asthma Education and Prevention Program. Expert Panel Report III: guidelines for the diagnosis and management of asthma. Bethesda MD: National Institutes of Health; 2007.

97. Everard ML. Guidelines for devices and choices. J Aerosol Med 2001; 14(Suppl 1):S59-S64.

98. Ritson S JD, Everard ML. Aerosol delivery systems acceptable to young children improve drug delivery.Thorax 1998; 53:A55.

99. Fink JB. Aerosol delivery to ventilated infants and pediatric patients. Respir Care 2004; 49(6):653-665.

100. Nikander K, Agertoft L, Pedersen S. Breath-synchronized nebulization diminishes the impact of patient-device inter- faces (face mask or mouthpiece) on the inhaled mass of nebulized budesonide. J Asthma 2000; 37(5):451-459.

101. Iles R, Lister P, Edmunds AT. Crying significantly reduces absorption of aerosolised drug in infants. Arch Dis Child 1999; 81(2):163-165.

102. Everard ML. Trying to deliver aerosols to upset children is a thankless task. Arch Dis Child 2000; 82(5):428.

103. Murakami G, Igarashi T, Adachi Y, et al. Measurement of bronchial hyperreactivity in infants and preschool children using a new method. Ann Allergy 1990; 64(4):383-387.

104. Janssens HM, van der Wiel EC,Verbraak AF, et al. Aerosol therapy and the fighting toddler: is administration during sleep an alternative? J Aerosol Med 2003; 16(4):395-400.

105. Esposito-Festen J, Ijsselstijn H, Hop W, et al. Aerosol therapy by pressured metered-dose inhaler-spacer in sleeping young children: to do or not to do? Chest 2006; 130(2):487-492.

106. Restrepo RD, Dickson SK, Rau JL, Gardenhire DS. An investigation of nebulized bronchodilator delivery using a pediatric lung model of spontaneous breathing. Respiratory Care 2006; 51(1):56-61.

107. Kishida M, Suzuki I, Kabayama H, et al. Mouthpiece versus facemask for delivery of nebulized salbutamol in exacerbated childhood asthma. J Asthma 2002; 39(4):337-339.

108. Lowenthal D, Kattan M. Facemasks versus mouthpieces for aerosol treatment of asthmatic children. Pediatr Pulmonol 1992; 14(3):192-196.

109. Smaldone GC, Berg E, Nikander K. Variation in pediatric aerosol delivery: importance of facemask. J Aerosol Med 2005; 18(3):354-363.

110. Amirav I, Newhouse MT. Aerosol therapy with valved holding chambers in young children: importance of the facemask seal. Pediatrics 2001; 108(2):389-394.

111. Janssens HM, Tiddens HA. Facemasks and aerosol delivery by metered-dose inhaler valved holding chamber in young children: a tight seal makes the difference. J Aerosol Med 2007; 20(Suppl 1):S59-S65.

112. Everard ML, Clark AR, Milner AD. Drug delivery from jet nebulisers. Arch Dis Child 1992; 67(5):586-591.

113. Esposito-Festen JE, Ates B, van Vliet FJ, et al. Effect of a face-mask leak on aerosol delivery from a pMDI-spacer system. J Aerosol Med 2004; 17(1):1-6.

114. Kesser B, Geller D, Amirav I, Fink J. Baby don't cry: in vitro comparisons of "baby's breath" aerosol delivery hood vs. face mask or blow-by using the "Saint" infant upper airway model and "Aeroneb Go" vs. T-piece nebulizer (Abstract). Respir Care 2003; 48(11):1079.

115. Rubin BK. Bye-bye, Blow-by. Respir Care 2007; 52(8):981.

116. Everard ML. Aerosol therapy: regimen and device compliance in daily practice. Paediatr Respir Rev 2006; 7(Suppl 1):S80-S82

117. Everard ML. Regimen and device compliance: key factors in determining therapeutic outcomes. J Aerosol Med 2006; 19(1):67-73.

118. Craven DE, Lichtenberg DA, Goularte TA, et al. Contaminated medication nebulizers in mechanical ventilator circuits. Source of bacterial aerosols. Am J Med 1984; 77(5):834-838.

119. Hutchinson GR, Parker S, Pryor JA, et al. Home-use nebulizers: a potential primary source of Burkholderia cepacia and other colistin-resistant, gram-negative bacteria in patients with cystic fibrosis. J Clin Microbiol 1996; 34(3):584-587.

120. Saiman L, Siegel J. Infection control recommendations for patients with cystic fibrosis: microbiology, important pathogens, and infection control practices to prevent patient-to-patient transmission. Infect Control Hosp Epidemiol 2003; 24(5 Suppl):S6-S52.

121. Cohen HA, Kahan E, Cohen Z, et al. Microbial colonization of nebulizers used by asthmatic children. Pediatr Int 2006; 48(5):454-458.

122. Blau H, Mussaffi H, Mei Zahav M, et al. Microbial contamination of nebulizers in the home treatment of cystic fibrosis. Child Care Health Dev 2007; 33(4):491-495.

123. Saiman L, Siegel J. Infection control in cystic fibrosis. Clin Microbiol Rev 2004; 17(1):57-71.

124. Lester MK, Flume PA, Gray SL, et al. Nebulizer use and maintenance by cystic fibrosis patients: A survey study. Respir Care 2004; 49(12):1504-1508.

125. Rau JL. Determinants of patient adherence to an aerosol regimen. Respir Care 2005; 50(10):1346-1359.

126. Chew NY, Reddel HK, Bosnic-Anticevich SZ, Chan HK. Effect of mouthpiece washing on aerosol performance of CFC-free Ventolin. J Asthma 2004; 41(7):721-727.

127. American College of Chest Physicians. Priming and cleaning your MDI and spacer, 2006.

128. The Cystic Fibrosis Foundation. Stopping the spread of germs, 2009.

129. Chatburn RL, Kallstrom TJ, Bajaksouzian S. A comparison of acetic acid with a quaternary ammonium compound for disinfection of hand-held nebulizers. Respir Care 1988; 33(3):179-187.

130. Le Brun PP, de Boer AH, Heijerman HG, Frijlink HW. A review of the technical aspects of drug nebulization. Pharm World Sci 2000; 22(3):75-81.

131. Grieble HG, Colton FR, Bird TJ, et al. Fine-particle humidifiers. Source of Pseudomonas aeruginosa infections in a res piratory-disease unit. N Engl J Med 1970; 282(10):531-535.

132. Mertz JJ, Scharer L, McClement JH. A hospital outbreak of Klebsiella pneumonia from inhalation therapy with contaminated aerosol solutions. Am Rev Respir Dis 1967; 95(3):454-460.

133. Tablan OC, Anderson LJ, Besser R, et al. Guidelines for preventing health care-associated pneumonia, 2003: recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. MMWR Recomm Rep 2004; 53(RR-3):1-36.

134. O'Malley CA,VandenBranden SL, Zheng XT, et al. A day in the life of a nebulizer: surveillance for bacterial growth in nebulizer equipment of children with cystic fibrosis in the hospital setting. Respir Care 2007; 52(3):258-262.

135. American Association for Respiratory Care. AARC Clinical Practice Guideline: selection of an aerosol delivery device. Respir Care 1992; 37(8):891-897 (retired August 2006).

136. Estivariz CF, Bhatti LI, Pati R, et al. An outbreak of Burkholderia cepacia associated with contamination of albuterol and nasal spray. Chest 2006; 130(5):1346-1353.

137. Hamill RJ, Houston ED, Georghiou P, et al. An outbreak of Burkholderia (formerly Pseudomonas) cepacia respiratory tract colonization and infection associated with nebulized albuterol therapy. Ann Intern Med 1995; 122(10):762-766.

138. Rau JL, Restrepo RD. Nebulized bronchodilator formula- tions: unit-dose or multi-dose? Respir Care 2003; 48(10):926-939.

139. U.S. Food and Drug Administration, Center for Drug Evaluation and Research. Public health advisory: contamination of multi-dose bottles of Albuterol Sulfate Solution for Inhalation (0.5%), 2002.

140. Center for Disease Control and Prevention. Clean hands save lives, 2008.

141. Center for Disease Control and Prevention. Guideline for hand hygiene in healthcare settings, 2008.

142. Larson EL. APIC guideline for handwashing and hand anti sepsis in health care settings. Am J Infect Control 1995; 23(4):251-269.

143. Paes BA. Current strategies in the prevention of respiratory synctial virus disease. Pediatr Respir Rev 2003; 4(1):21-27.

144. Purssell E. Preventing nosocomial infection in paediatric wards. J Clin Nurs 1996; 5(5):313-318.

145. Hall CB. Nosocomial respiratory syncytial virus infections: the "Cold War" has not ended. Clin Infect Dis 2000; 31(2):590-596.

146. Milgrom H, Bender B, Ackerson L, et al. Noncompliance and treatment failure in children with asthma. J Allergy Clin Immunol 1996; 98(6 Pt 1):1051-1057.

147. Melani AS, Zanchetta D, Barbato N, et al. Inhalation technique and variables associated with misuse of conventional metered-dose inhalers and newer dry powder inhalers in experienced adults. Ann Allergy Asthma Immunol 2004; 93(5):439-446.

148. McFadden ER Jr. Improper patient techniques with metered-dose inhalers: clinical consequences and solutions to misuse. J Allergy Clin Immunol 1995; 96(2):278-283.

149. Wildhaber JH, Devadason SG, Eber E, et al. Effect of electro-static charge, flow, delay and multiple actuations on the in vitro delivery of salbutamol from different small volume spacers for infants. Thorax 1996; 51(10):985-988.