

Demostración de la existencia de variabilidad asistencial en el uso del balón resucitador

Trujillo-Camero, I. Vidal-Malia, P. Trujillo-Camero, V. Rodríguez-Camero, N. Rodríguez-Camero, R.
"Demostración de la existencia de variabilidad asistencial en el uso del balón resucitador".
SANUM 2021, 5(2) 6-20

Resumen

La reanimación usando el balón resucitador, puede parecer una intervención banal, debido a la creencia de que únicamente se debe apretar por el centro del balón a una carencia determinada, e intentar ajustar y sellar lo mejor posible la mascarilla al paciente para conseguir introducir la mayor cantidad de aire posible en los pulmones. A simple vista parece una intervención muy simple y sin complicaciones, pero nada más lejos de la realidad, ya que un uso inadecuado de esta herramienta de trabajo, puede suponer un aporte deficiente de aire y oxígeno al paciente, situación que si se prolonga en el tiempo puede suponer la diferencia entre la vida y la muerte del mismo. Es por éste motivo, y debido a que nuestra profesión no es solo asistencial sino también docente, que se objetivó la diferencia de volúmenes al ventilar a los maniqués de formación en diferentes cursos, donde veíamos que en ocasiones el tórax del maniquí se expandía mucho frente a otras situaciones en las que apenas se movía, lo que nos hizo darnos cuenta de la importancia de hacer un estudio al respecto que revelase la existencia de variabilidad asistencial, y poder determinar a qué factores se debía esa variabilidad y como reducirla. Para ello tuvimos que enfocar nuestra atención en las hipótesis que suponíamos causaban esta variabilidad, y después desarrollamos instrumentos que nos permitieran hacer mediciones de forma fiable y que nos dieran la posibilidad de demostrar con datos tangibles los resultados que se describen a continuación en este estudio.

AUTORES

Iván Trujillo Camero

Enfermero del Hospital de Alta Resolución de Alcaudete.

Patricia Vidal Malia

Médico del Centro de Salud de Priego de Córdoba.

Vanessa Trujillo Camero

Auxiliar de enfermería del Hospital Santa Elena.

Noelia Rodríguez Camero

Enfermera del Hospital Costa del Sol.

Raquel Rodríguez Camero

Auxiliar de enfermería del Hospital Materno Infantil de Málaga.

Autor de correspondencia:

Iván Trujillo Camero

 ivantc81@hotmail.com

Tipo de artículo:

Artículo original

Sección:

Reanimación. Críticos

F. recepción: 02-03-2021

F. aceptación: 06-04-2021

Palabras clave:

Ventilación;
Reanimación Cardiopulmonar;
Nivel de Oxígeno.

Proof the existence of assistance variability by the use of the airway mask bag unit

Abstract

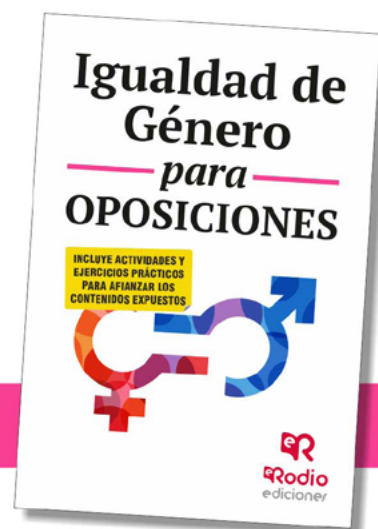
Resuscitation using the resuscitation balloon may seem like a banal intervention, due to the belief that one should only squeeze the center of the balloon to a certain gap, and try to adjust and seal the mask to the patient as well as possible to achieve the greatest possible insertion of air in the lungs. At first glance, it seems a very simple and uncomplicated intervention, but nothing is further from reality, since improper use of this work tool can result in a deficient supply of air and oxygen to the patient, a situation that if prolonged in the time can mean the difference between life and death. It is for this reason, and because our profession is not only care but also teaching, that the difference in volumes was observed when ventilating the training mannequins in different courses, where we saw that sometimes the chest of the mannequin expanded a lot in front to other situations in which he was barely moving, which made us realize the importance of conducting a study in this regard that would reveal the existence of healthcare variability, and to be able to determine what factors caused this variability and how to reduce it. For this we had to focus our attention on the hypotheses that we assumed caused this variability, and then we developed instruments that would allow us to make measurements reliably and that would give us the possibility of demonstrating with tangible data the results that are described in this study below.

Keywords:

Ventilation;
Cardiopulmonary
Resuscitation;
Oxygen Level.

Igualdad de Género — para — OPOSICIONES

INCLUYE ACTIVIDADES Y
EJERCICIOS PRÁCTICOS
PARA AFIANZAR LOS
CONTENIDOS EXPUESTOS



Introducción

En la actualidad, las actuaciones sanitarias están siendo orientadas hacia intervenciones sistematizadas, intentando reducir al máximo la variabilidad asistencial. Para ello los profesionales sanitarios, nos basamos cada vez con más fuerza en las evidencias científicas, de tal forma que nuestras actuaciones estén centradas en conocimientos probados. Pero determinadas intervenciones no dependen únicamente del uso de conocimientos actualizados y basados en la evidencia científica, sino también de las capacidades inherentes de cada individuo como profesional de la sanidad, poniendo de manifiesto las diferentes habilidades, complejidad y experiencia, entre otras cualidades, que contribuyen a desempeñar una intervención sanitaria con eficacia, como puede ser por ejemplo, a la hora de canalizar una vía venosa periférica o de realizar una sutura con mayor o menor precisión. Por lo tanto, pueden influir capacidades físicas tales como, una buena visión, un pulso firme, o incluso la corpulencia, la cual nos resulta de utilidad a la hora de movilizar a un paciente, evidentemente las personas con mayor corpulencia tendrán ventaja sobre las personas menos fuertes. Todas estas habilidades físicas y cognitivas, van a marcar una diferencia asistencial en determinadas situaciones.

Teniendo claras estas características, partimos de la base que para ventilar a un paciente con balón resucitador, el profesional sanitario necesitará de unos conocimientos para colocar la mascarilla en una posición adecuada, saber realizar una correcta hiperextensión (en el caso de pacientes no traumatizados), conocer la frecuencia de compresiones del balón resucitador, entre otros conocimientos. También deberá poseer unas características físicas y no sólo nos referimos a fuerza para realizar una correcta fijación de la mascarilla a la cara del paciente o resistencia para mantener la carencia de ventilaciones en el caso de que fuera necesario, sino que también influirá el tamaño de la mano y la técnica a la hora de introducir mayor o menor cantidad de aire con cada compresión del balón resucitador.

Por ese motivo hemos decidido realizar un estudio que determine si existe variabilidad por parte de los profesionales sanitarios durante sus intervenciones con balón resucitador y si existe, a qué factores puede deberse.

Material y método

El objetivo principal de nuestro estudio es demostrar que existe variabilidad asistencial durante la ventilación con balón resucitador.

Dicho estudio también nos dará la posibilidad de responder las siguientes preguntas que las podríamos englobar como objetivos secundarios:

- ¿Existe relación entre el tamaño de la mano y el volumen de aire insuflado con balón resucitador?
- ¿Existe variabilidad entre un modelo de balón resucitador con respecto a otro? En caso de que la hubiera ¿Cuál es capaz de expulsar mas aire con cada compresión?
- ¿Qué porcentaje de volumen de aire total impulsado por el sanitario pasa a pulmones, estómago o se fuga a través de la mascarilla?
- ¿Qué técnica de fijación de la mascarilla permite un mejor hermetismo, impidiendo una mayor fuga de aire?
- ¿Es suficiente la cantidad de aire expulsado por el balón resucitador para cumplir los requerimientos ventilatorios de un paciente en parada cardiorrespiratoria (PCR)?

1. Sujetos

Los sujetos de estudio, fueron el personal sanitario perteneciente al Hospital de Alta Resolución de Alcalá la Real y Hospital de Alta Resolución Valle del Guadiato, donde intervinieron una muestra de 100 profesionales de medicina, enfermería y auxiliares de enfermería, desde Septiembre de 2018 hasta Septiembre de 2019.

- **Criterios de inclusión:** Médicos/as, enfermeros/as y auxiliares de enfermería puesto que la ventilación con balón resucitador será realizada por ellos en situación de parada cardiorrespiratoria si es necesario.
- **Criterios de exclusión:** No.
- **Muestra:** 27 médicos/as, 46 enfermeros/as. 25 auxiliares de enfermería, total muestra 100.

2. Instrumentos

Se objetivó el volumen de aire impulsado por los participantes en el estudio mediante la “teoría de los vasos comunicantes”. Se conectaron dos botellas de igual calibre en la base, mediante un tubo de forma hermética, llenándolas con la misma cantidad de agua 2.200 ml. (1.100 ml. a cada botella), para todas las veces que se realizó la prueba. Para medir el

volumen de las botellas de forma correcta, vertimos con una jeringa 20 ml. de agua, a cualquiera de las dos botellas indistintamente, que nos sirvió para medir 10 ml. en cada una (al ser dos botellas idénticas comunicadas en su base, se establece que la mitad del contenido pasará a cada una según el Principio de Pascal) una vez vertidos los 2.200 ml. hicimos una señal en la misma, para marcar el 0 (las botellas fueron puestas a nivel previamente), a partir de ahí, continuamos echando 20 ml. de agua, para seguir haciendo medidas de 10 en 10 ml. hasta llegar a un máximo de 1.000 ml. por botella (partiendo del 0), a razón de que el Volumen Corriente estándar de un adulto está establecido en 6-7 ml./Kg. por lo que se determina que un adulto medio oscilará en torno a 400-500 ml y queríamos tener de margen el doble de la capacidad pulmonar media.

Una vez realizadas las mediciones, sellamos de forma hermética la botella "A" usando el neumobalón de un tubo endotraqueal (TET), en el otro extremo, acoplamos el balón resucitador, de tal manera que la cantidad de volumen de aire despedido a través del balón resucitador, desplazará la columna de agua de la botella "A" hacia la botella "B", pudiendo medir así el volumen desplazado en cada compresión del balón. (Figura 1).

Pero debemos tener en cuenta algunos parámetros que se escapan a nuestra medición y que condi-

cionarán los sesgos en la misma. El primero de ellos, es que las mediciones van en intervalos de 10 ml. en 10 ml. de volumen, por lo que inicialmente ya partiremos con un sesgo en los resultados de ± 10 ml. También deberemos tener en cuenta la compresión del aire, que a su vez se verá influenciada por la temperatura (aunque como el experimento siempre se ha llevado a cabo en el interior de las instalaciones de los dos Hospitales, no ha habido cambios significativos de temperatura) y la altura de la columna de agua desplazada.

Asumimos estos sesgos, ya que todos los participantes realizaron la prueba en las mismas condiciones, por tanto el sesgo fue el mismo para todos, y también lo asumimos porque el objetivo de este experimento, no consiste en calcular el volumen exacto de aire desplazado por cada individuo de la muestra, sino valorar la existencia de variabilidad asistencial a la hora de ventilar con balón resucitador, por lo tanto si empleando idénticas condiciones, se obtienen resultados diferentes, estaríamos demostrando la existencia de esa variabilidad asistencial. Además de la complejidad que supondría extrapolar los resultados a conclusiones con pacientes reales, ya que éstos también son variables en sí, puesto que no todos tienen las mismas resistencias pulmonares, compliance, ni capacidad pulmonar, entre otras variables como puede ser la presencia o ausencia de mucosidad, líquido, edema, etc.

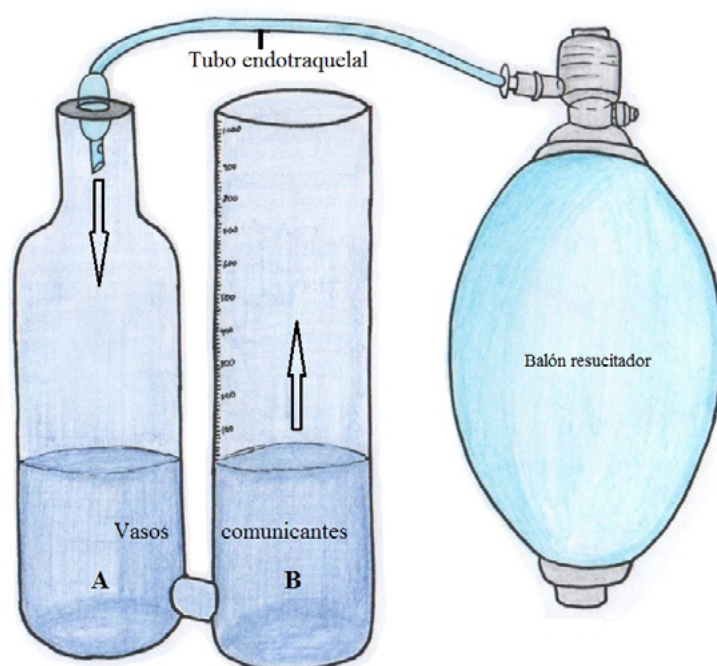


Figura 1. Vasos comunicantes conectados a balón resucitador.
Ilustración por Iván Trujillo Camero

Realizamos una medición del tamaño de la mano en milímetros, desde la base de la misma hasta el extremo del 3º dedo de la mano con la que se harían las compresiones del balón resucitador, para así poder establecer una relación entre el tamaño de la mano y el volumen de aire desplazado, tomando como referencia tres muestras, con dos balones resucitadores de marcas diferentes, un Hersill de 1.700 ml. y un Ambú de 1.475 ml. y haciendo la media aritmética de cada uno, aunque para el resto del experimento tomamos como referencia la media obtenida con la marca Ambú (lo que determinamos "volumen basal") y anotándolas en un documento EXCEL para poder establecer posteriormente esa relación en una gráfica.

Para responder al resto de preguntas, partimos de que ya disponíamos de los "volúmenes basales" de cada sujeto para dar ventilaciones, asignando el volumen medio obtenido en los tres intentos con el modelo Ambú.

Modificamos un maniquí de reanimación cardiopulmonar, para poder ajustar la cantidad de aire que pasaba a estómago o pulmones en función al ángulo de hiperextensión realizado. Colocamos el neumobalón de un tubo endotraqueal (TET), en la boca del maniquí y el extremo del TET lo conectamos a una "T", de tal forma que pudiera bifurcarse el aire que entraba desde la boca-nariz hacia estómago y pulmones, dejamos la vía que va a pulmones libre y en la vía que va a estómago colocamos una "llave de paso", tipo grifo, conectada a un palo, que a su vez estaba anclado en la parte occipital de la cabeza del maniquí, y fabricamos una caja en madera que contuviese toda esa estructura y que al mismo tiempo tuviera un soporte en el cuello donde poder colocar la cabeza a través de una varilla que hacía de eje. Para determinar el ángulo de flexo-extensión de la cabeza del maniquí, se realizó una búsqueda

bibliográfica en la base de datos PubMed usando los descriptores: "angle, neck, breath", obteniendo 122 resultados, se realizó una revisión sistemática en la que se hallaron los siguientes datos en relación a la angulación media de flexo-extensión del cuello: "La angulación de flexión fue -4° (8°) (IC del 95%: $-5,9$ a $-2,9$); en la posición neutra, la angulación fue de 21° (6°) (IC del 95%: $19,9$ a $22,3$); y en extensión el ángulo era de 42° (6°) (95% CI $40,8$ a $43,0$) y difería significativamente entre cada posición ($p^{0.000} < 0,001$). Los ángulos de flexión y posición neutra fueron mayores en hombres que en mujeres: 2° (7°) vs -8° (7°) y 22° (7°) vs 20° (5°), respectivamente ($p < 0,001$ y $p = 0,03$). El ángulo de extensión fue 42° tanto en hombres como en mujeres ($p = 0,65$)"¹.

Partiendo de ésta referencia, ya que el ángulo del maniquí oscilaba desde -20° a 60° , tomando como referencia el eje horizontal (0°), al igual que se hace en el artículo citado. Establecemos por tanto que a partir de 40° (extensión) la llave de paso cierre por completo el paso de aire a estómago (100% va a pulmones) y a partir de 0° (flexión) la llave de paso permita por completo la entrada de aire a estómago (50% a estómago y 50% a pulmones), de tal forma que a 20° de angulación (posición neutra), la distribución del aire será, 25% a estómago y 75% a pulmones.

Una vez ajustados los flujos de aire en función a la flexo-extensión del cuello, decidimos continuar con el experimento, acoplando el maniquí de soporte ventilatorio a nuestros vasos comunicantes. Para ello fabricamos una replica exacta de dichos vasos comunicantes, uniendo uno a la toma que va a pulmones y otro a la toma que va a estómago, (Figura 2) y le pedimos a los participantes, que en este caso ventilasen el muñeco con mascarilla y balón resucitador (usando el modelo Ambú), nuevamente en 3 intentos (Figura 3) de tal forma que:

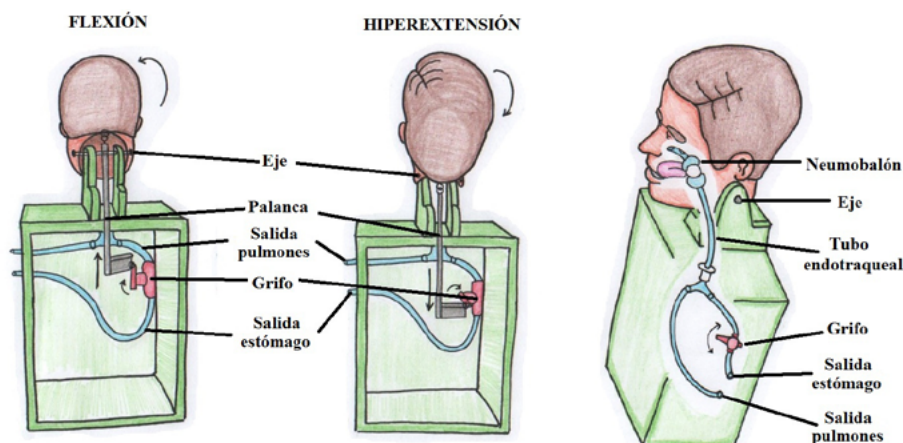


Figura 2. Diseño y partes del maniquí empleado para el experimento.
Ilustración por Iván Trujillo Camero

La idea era anotar en un EXCEL las medidas obtenidas de los volúmenes que han ido a pulmones, posteriormente anotar en el EXCEL las medidas obtenidas de los volúmenes que han ido a estómago y por último anotar en el EXCEL las medidas obtenidas

de los volúmenes fugados a través de la mascarilla como consecuencia de una inadecuada fijación. Dicho resultado lo obtenemos, restando el sumatorio de los volúmenes que han ido a estómago y pulmones, del "volumen basal":

Volumen Basal = Volumen Pulmones + Volumen Estómago + Volumen Fuga

Volumen Fuga = Volumen Basal - (Volumen Pulmones + Volumen Estómago)

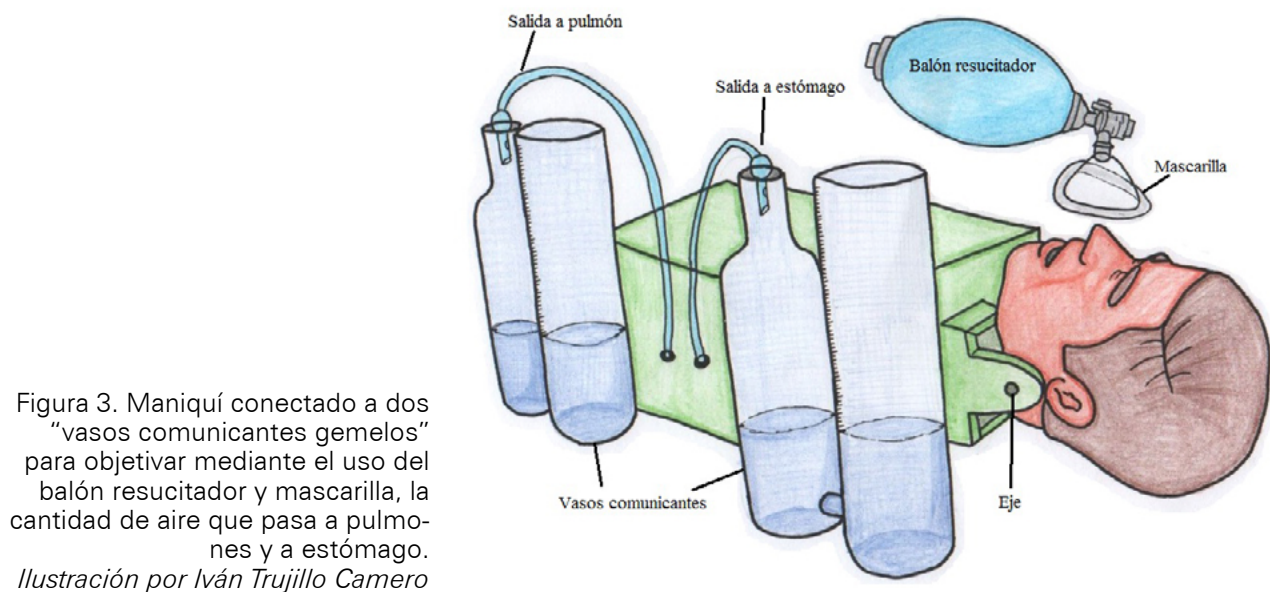


Figura 3. Maniquí conectado a dos "vasos comunicantes gemelos" para objetivar mediante el uso del balón resucitador y mascarilla, la cantidad de aire que pasa a pulmones y a estómago.

Ilustración por Iván Trujillo Camero

Una vez realizadas las mediciones, se añadió una nueva variable, la fijación de la mascarilla con dos manos, los sujetos pasaban a sujetar la mascarilla con las dos manos y el investigador principal procedía a insuflar el aire con una mano (haciendo las cuentas en función al volumen basal del investigador principal) con la intención de valorar cual de ellas resulta más eficaz en el sellado, llegando a dicha conclusión obteniendo los resultados de la técnica que menor fuga de aire produzca.

3. Procedimientos

Se procedió por tanto de forma inicial con la recogida de datos, empleando "la teoría de los vasos comunicantes" como describimos con anterioridad, para determinar el "basal de volumen insuflado" en relación al tamaño de la mano. Con este experimento ya podíamos evidenciar el objetivo principal de nues-

tro estudio, la existencia o no de variabilidad asistencial a la hora de reanimar con balón resucitador, entre profesionales como consecuencia del tamaño de la mano, pero nos surgió un problema, ya que nos dimos cuenta, que la diferencia de volúmenes podía ser casi de un 300%, y que en la mayoría de las situaciones no tenía correlación el tamaño de la mano con los volúmenes administrados. Estuvimos observando la muestra inicial de 30 sujetos y vimos que la principal diferencia radicaba en la técnica empleada a la hora de ventilar con el balón resucitador. Observando algunas diferencias significativas en lo referente a la técnica que lo describimos a continuación:

- 1.º Los que ventilaban con los dedos de las manos separados introducían más volumen de aire, que los que lo hacían con los dedos de la mano cerrada (**Figura 4 (A, B)**).
- 2.º Había personas que no realizaban una aducción completa del pulgar sobre la palma de la mano,

Demostración de la existencia de variabilidad asistencial en el uso del balón resucitador

desplazando como consecuencia menos aire que los que realizaban esa aducción completa, llegando a tocar el pulgar con la palma de la mano (**Figura 4 (C,D)**).

3.º Otros no tenían toda la superficie de contacto de la mano con el balón resucitador, por lo tanto también desplazaban menos volumen de aire que los que abarcaban con la totalidad de su mano el balón resucitador (**Figura 4 (E,F)**).

4.º Finalmente nos encontramos también con algún sujeto del estudio, que nos dio la sensación que al sentirse “examinado”, pretendían desplazar más volumen del que harían normalmente en una situación real, por lo que apretaban el balón resucitador con la totalidad de la mano y posteriormente cerraban el puño envolviendo por completo el mismo y como consecuencia desplazando volúmenes muy altos (**Figura 4 (G)**).

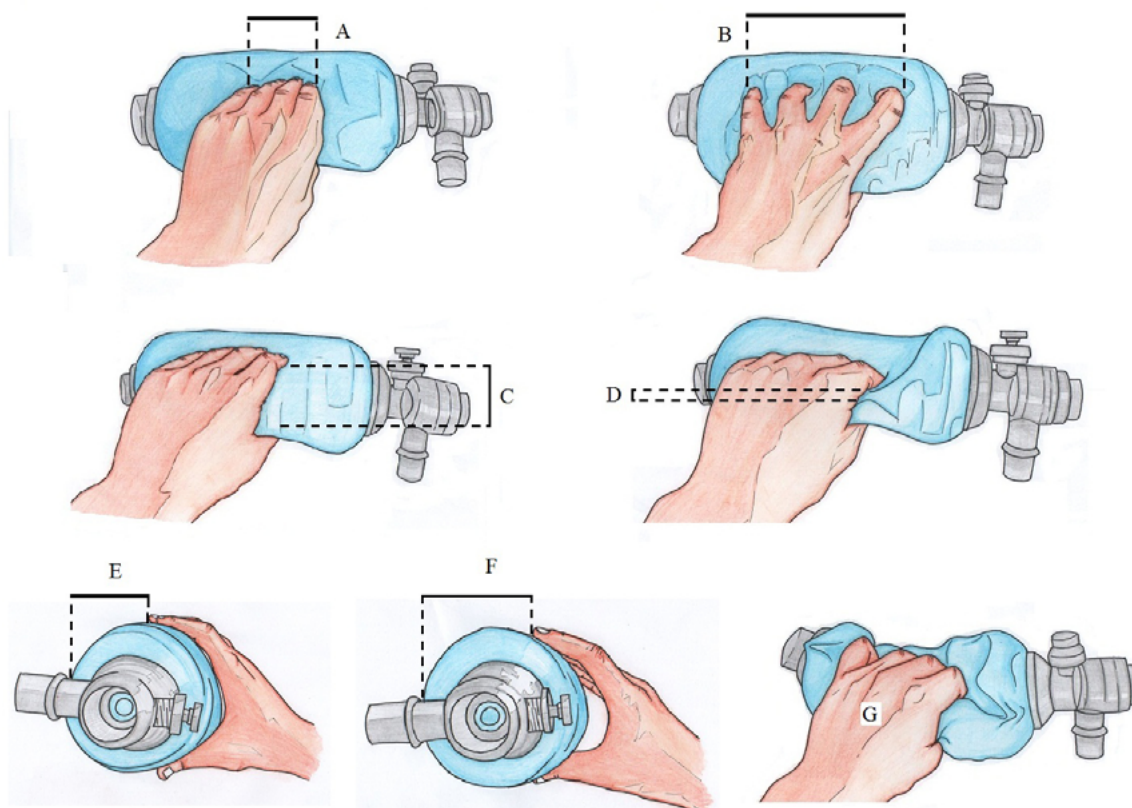


Figura 4. Diferentes técnicas para usar el balón resucitador.
Ilustración por Iván Trujillo Camero

Por lo que se decidió desechar esas 30 muestras e iniciar el estudio nuevamente, dándole unas directrices concretas a los sujetos antes de usar el balón resucitador. Determinamos pues, que los dedos de las manos deberían estar juntos, ya que si lo hiciéramos con los dedos de las manos separados, nos costaría determinar el grado de separación de los mismos, induciéndonos a error en los cálculos. En el caso de la aducción, nos pasa exactamente lo mismo, determinamos que se hiciera aducción completa para no dejar al azar el grado de aducción de cada

individuo. Establecimos también que la mano debería estar en contacto con toda su superficie sobre el balón resucitador, y por último les pedimos que no cerraran el puño como si “estrujasen” el balón, para no tener que invalidar esa medición.

Una vez establecidas las pautas a seguir, comenzamos de nuevo el experimento, realizando las medidas de las manos y pidiéndoles que realizasen tres compresiones cada sujeto para poder establecer la media aritmética y así calcular el “volumen basal”

de cada sujeto. Primero realizamos tres medidas con un balón resucitador marca Hersill de 1.700 ml. y después hicimos otras tres mediciones con un balón marca Ambú de 1.475 ml. para valorar si existía alguna diferencia al usar una marca u otra. Las cifras de las tres mediciones en cada sujeto, y con cada marca, eran muy similares entre sí, sino idénticas en muchísimas ocasiones. Al igual que también nos sorprendió que a pesar de que la marca Hersill tuviera mayor volumen total que la marca Ambú, gran parte de los sujetos (91%), desplazaron mayor volumen con el modelo Ambú que con el Hersill.

Una vez obtenidos los resultados, se conectaron dos vasos comunicantes idénticos, uno a pulmones y otro a estómago del maniquí que fabricamos, y les pedimos que ventilasen "como si fuera un paciente real". En este punto, algunos compañeros no hicieron hiperextensión y otros si, se corrió la voz entre los participantes de la necesidad de hacer hipertensión para que de esa manera entrase menos aire en estómago, los primeros participantes cuando se enteraron de la necesidad de hacer hiperextensión con el maniquí, acudieron para hablar con nosotros manifestándonos que no lo sabían, las indicaciones de "intervenir igual que lo harían con un paciente" les parecieron insuficientes ya que desconocían que el maniquí fuera capaz de regular el aire en función al grado de hiperextensión. Por lo que decidimos invalidar nuevamente los resultados y comenzar de nuevo, ahora dando la indicación a los sujetos que debían hiperextender el cuello del maniquí para conseguir un mayor aporte de aire en pulmones. Finalmente como todos realizaban la hiperextensión máxima que admitía el maniquí, desistimos del apartado del proyecto de investigación, que pretendía determinar los porcentajes de aire que iban a estómago, pulmones y se fugaban en cada ventilación, únicamente determinamos por tanto el aire que iba a pulmones y el aire que se fugaba a través de la mascarilla. Además de la dificultad que encontramos para determinar si los datos obtenidos podrían ser extrapolables o no a un paciente real, debido a las variables de los pacientes descritas anteriormente.

Aunque el objetivo principal de nuestro estudio seguía adelante, ya que los sujetos se veían forzados a realizar dicha hiperextensión (se les explicó a todos la técnica de fijación de mascarilla con una mano) para que entrase la totalidad del aire en pulmones, por lo tanto el hecho de tener que hiperextender con la misma mano que se fija la mascarilla y ventilar con la otra mano, nos pareció suficiente para determinar que la técnica se asemejaba mucho a la usada en situación real.

Una vez anotados los resultados obtenidos de la cantidad de aire que iba a pulmones y la cantidad de aire que se fugaba a través de las mascarillas, les hicimos sujetar la mascarilla con dos manos (se les explicó a todos la técnica de fijación de mascarilla con dos manos) e hiperextender como en la vez anterior y el investigador principal, del cual se habían anotado ya todos los datos en primer lugar, era el que ventilaba siempre con el balón resucitador cuando los sujetos usaban la técnica de fijación con dos manos y se anotaron nuevamente los resultados obtenidos.

Se transcribieron todos los datos a una tabla EXCEL y se procesaron mediante una representación gráfica de dispersión de las variables, "tamaño de la mano y volumen desplazado con el modelo Ambú", se establece el coeficiente de correlación lineal de Pearson: $R^2 = 0,55$ y posteriormente hicimos lo mismo con las variables "tamaño de la mano y volumen desplazado con el modelo Hersill", estableciéndose el coeficiente de correlación lineal de Pearson: $R^2 = 0,53$ determinando por tanto una relación moderada entre las dos variables de modelos de balón resucitador, frente a la variable "tamaño de la mano", no llegando a ser significativo. Consideramos que un factor a tener en cuenta para próximos estudios podría ser, además de la longitud de la mano, la anchura de la misma, de tal manera que si hubiésemos calculado la superficie (longitud por anchura), quizás la relación entre las dos variables hubiera sido mas fuerte, ya que algunos de los participantes tenían manos largas pero dedos finos, al igual que había sujetos con manos cortas pero dedos anchos.



OPOSICIONES

Servicio Andalúz de Salud

¡Trabajar en la Administración pública es ahora más fácil!

www.edicionesrodio.com

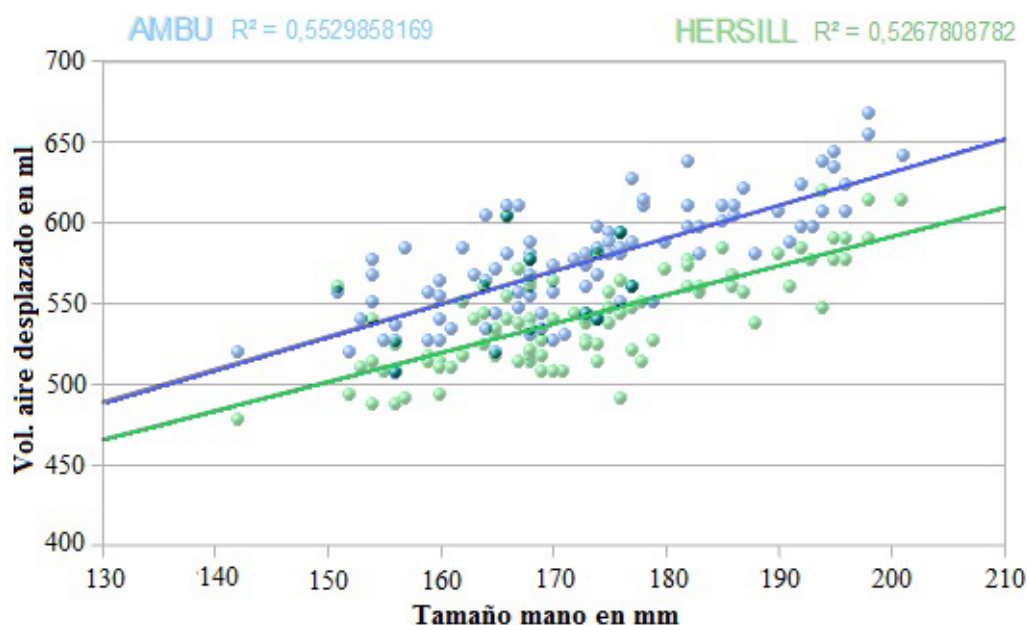





Demostración de la existencia de variabilidad asistencial en el uso del balón resucitador

Posteriormente, superpusimos ambas gráficas, puesto que objetivamos que con el modelo Ambú a pesar de ser de menor volumen, permitía desplazar mas aire que el modelo Hersill, obteniendo la **Grá-**

fica 1, donde se puede observar como la linea de tendencia del modelo Ambú, se encuentra por encima de la línea de tendencia del modelo Hersill, reafirmando nuestras sospechas durante las mediciones.



Gráfica. 1. Comparativa entre la correlación del uso del Ambú frente al Hersill.

Resultados

Se observó que existe variabilidad asistencial en el uso del balón resucitador, y que esa variabilidad depende de varios factores, por un lado tenemos los factores que influyen en la cantidad de aire que se consigue desplazar con el balón resucitador y por otro lado los factores que interfieren en el sellado, para permitir que la transferencia de aire al paciente se produzca sin fugas:

A) Factores que influyen en el aire desplazado

- 1.º El *tipo de balón resucitador empleado*, donde el 91% de los sujetos de estudio movieron mayores volúmenes de aire con el modelo Ambú, que con el modelo Hersill, a pesar de que este segundo tenga 225 ml. más de capacidad que el modelo Ambú.
- 2.º La *técnica empleada*, siendo quizás este factor el más importante o significativo ya que el coefi-

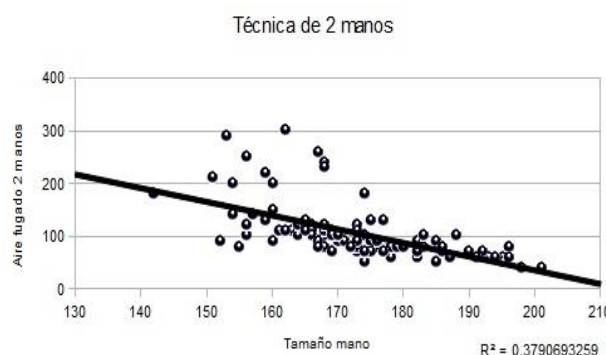
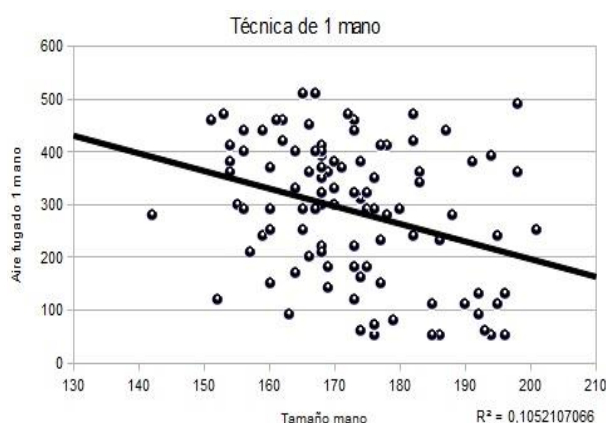
ciente de correlación lineal de Pearson de las primeras 30 muestras donde no se les dieron pautas a los sujetos sobre la técnica a emplear fue de $R^2 = 0,053$, siendo el valor mínimo registrado 340 ml y el valor máximo 950 ml. aunque se registró un valor mayor que tuvo que ser desestimado ya que hizo bozar nuestro sistema de vasos comunicantes, cuya capacidad máxima era de 1000 ml. por lo que podríamos decir que hubo un valor $> 1.000\text{ml.}$ pero desconocemos el volumen real que se hizo, con estos datos podemos determinar que puede haber una diferencia de hasta casi un 300% del volumen insuflado entre los sujetos de estudio.

- 3.º El *tamaño de la mano*. Con el modelo Ambú, se establece el coeficiente de correlación lineal de Pearson: $R^2 = 0,55$ y con el modelo Hersill, se establece el coeficiente de correlación lineal de Pearson: $R^2 = 0,53$, por lo que se determina que existe una relación moderada aunque no significativa, aunque debemos considerar que sólo se tuvo en cuenta la longitud de la mano y no la anchura de la misma.

B) Factores que influyen en el sellado:

- 1.º La técnica de fijación *de la mascarilla*, donde el 94% de los sujetos realizaron un mejor sellado usando la técnica de dos manos (Volumen medio fugado = 106,7 ml.) frente la técnica de fijación de una sola mano (Volumen medio fugado = 288,3ml.).
- 2.º El *tamaño de la mano*, como se puede observar en la **Gráfica 2**, la línea de tendencia tanto en la *Técnica con una mano* como en la *Técnica*

con dos manos, se inclina a favor de las manos mas grandes, observándose en la gráfica de la *Técnica de 1 mano*, que esa tendencia seguramente se deba al azar, puesto que se aprecia mucha dispersión de los puntos a lo largo de la gráfica, pero sin embargo en la gráfica de la *Técnica de dos manos*, se observa como también existe dispersión cuando el tamaño de las manos es menor de 170 cm. pero sin embargo conforme va aumentando el tamaño, curiosamente se agrupan los puntos junto a la línea de tendencia central.



Gráfica 2. Comparativa entre la correlación de la técnica de fijación de la mascarilla de 1 mano, frente a la técnica de 2 manos.

- 3.º Cuando se conecta el balón resucitador al TET, el sellado es completo y no se producen fugas.

Discusión

Hemos intentado ser lo más rigurosos posible durante el desarrollo de este proyecto, en el cual he-

mos invertido mucho tiempo, en gran medida como consecuencia del retraso que ha provocado la actual pandemia, los datos han sido analizados de forma transparente mostrando las vicisitudes que nos han ido surgiendo y que en algunas ocasiones nos han impedido conseguir objetivos secundarios del estudio, que hemos preferido sacrificar para conservar el rigor científico. Una vez dicho esto, declaramos que no existe conflicto de intereses por nuestra parte y



OPOSICIONES

Servicio Andalúz de Salud

¡Trabajar en la Administración pública es ahora más fácil!

www.edicionesrodio.com




que los datos ofrecidos son veraces.

Nos ha sorprendido, la poca o casi nula influencia que ejerce el tamaño de la mano en el volumen insuflado a través del balón resucitador, y sin embargo, sí ha tenido una influencia muy importante la técnica, tanto de compresión del balón, como de fijación de la mascarilla para la correcta ventilación del paciente, casi desmontando nuestra hipótesis inicial, en la que se describía la importancia no solo de los conocimientos y la técnica empleada, sino también de las características físicas del individuo, aunque también hemos podido comprobar que unas determinadas características, como pueden ser un mayor tamaño de la mano y mayor fuerza, no influyen directamente en que entre mas aire, pero si hace que la fijación de la mascarilla sea más hermética permitiendo así una menor fuga de aire.

Intentamos reducir al máximo los errores, como los ya descritos a la hora de realizar las mediciones, como pueden ser que partimos de un error de ± 10 ml. que la presión ejercida por la columna de agua puede comprimir más el aire, la temperatura, etc. pero también debemos tener en cuenta otros errores relacionados con el sellado de la mascarilla en el maniquí, ya que no es lo mismo realizar un correcto sellado con mascarilla a un maniquí que a un paciente real. El maniquí, resulta mas complejo ya que los plásticos de los que está formada la cara, son más rígidos y angulados lo que dificulta un correcto sellado, mientras que en pacientes reales la piel se adapta mejor a la mascarilla, salvo en pacientes con barba profusa, o algún tipo de tumoración o alteración facial que impida un correcto sellado. En el caso de otros errores que si hemos pensado que podían influir para que los resultados no fueran objetivos, como es el caso de la hiperextensión del maniquí, o el partir de insuflar aire sin haber dado unas directrices de la técnica a emplear, se decidió desechar las mediciones y comenzar de nuevo con pautas muy concretas para reducir los sesgos, y eso nos hizo en una ocasión tener que desistir de uno de los objetivos secundarios como era el de obtener los porcentajes de aire que podían ir a pulmones, estómago, o se fugaban por la mascarilla, tuvimos que limitarnos al aire que se fugaba y al que se insuflaba al interior del maniquí, sin poder diferenciar entre lo que entraba en pulmones y lo que entraba en estómago.

Discussion

We have tried to be as rigorous as possible during the development of this project, in which we have invested a lot of time, largely as a consequence of the delay caused by the cur-

rent pandemic, the data has been analyzed in a transparent way showing the vicissitudes that have us. They have been emerging and that on some occasions have prevented us from achieving secondary objectives of the study, which we have preferred to sacrifice in order to preserve scientific rigor. Having said this, we declare that there is no conflict of interest on our part and that the information provided is true.

We were surprised by the little or almost no influence that the size of the hand exerts on the volume inflated through the resuscitation balloon, and yet the technique, both for compression of the balloon and for fixation, has had a very important influence. of the mask for the correct ventilation of the patient, almost dismantling our initial hypothesis, which described the importance not only of the knowledge and the technique used, but also of the physical characteristics of the individual, although we have also been able to verify that certain Characteristics, such as a larger hand size and greater strength, do not directly influence that more air enters, but they do make the mask attachment tighter, thus allowing less air leakage.

We try to minimize errors, such as those already described when making measurements, as it may be that we start from an error of ± 10 ml. that the pressure exerted by the water column can further compress the air, the temperature, etc. But we must also take into account other errors related to sealing the mask on the manikin, since it is not the same to perform a correct seal with a mask on a manikin than on a real patient. The mannequin is more complex since the plastics from which the face is made are more rigid and angled, which makes a correct seal difficult, while in real patients the skin adapts better to the mask, except in patients with profuse beards. , or some type of tumor or facial alteration that prevents a correct seal. In the case of other errors that we thought could influence the results to be non-objective, such as hyperextension of the manikin, or starting to breathe air without having given guidelines for the technique to be used, it was decided discard the measurements and start over with very specific guidelines to reduce biases, and that made us once have to give up one of the secondary objectives such as obtaining the percentages of air that could go to the lungs, stomach, or they leaked through the mask, we had to limit ourselves to the air that was leaking and the air that was blown into the manikin, without being able to differentiate between what entered the lungs and what entered the stomach.

Conclusión

En lo referente a la diferencia entre el volumen de aire movido con el modelo Ambú, frente al volumen de aire movido con el modelo Hersill, consideramos que se puede deber a dos factores principalmente:

Figura 5.

1.º La forma del modelo Ambú es como un balón de rugby, lo que le permite tener en su centro un diámetro mayor que el modelo Hersill, por tanto al ser su centro de mayor diámetro y colocarse la mano exactamente en el centro del balón resucitador en

el momento de ser usado, permite desplazar mayor volumen de aire que el modelo Hersill, que tiene un diámetro menor en el centro por ser de tipo cilíndrico aunque más alargado, ésto hace que los extremos conserven gran parte del volumen tras haber sido presionado el centro.

2.º El material del que está fabricado el modelo Ambú es más rígido que el material del modelo Hersill, que es más maleable, ésto hace que el modelo Hersill se deforme más cuando es comprimido y desplace menos aire, sin embargo el modelo Ambú al ser más rígido y deformarse menos, desplaza más aire cuando es comprimido.

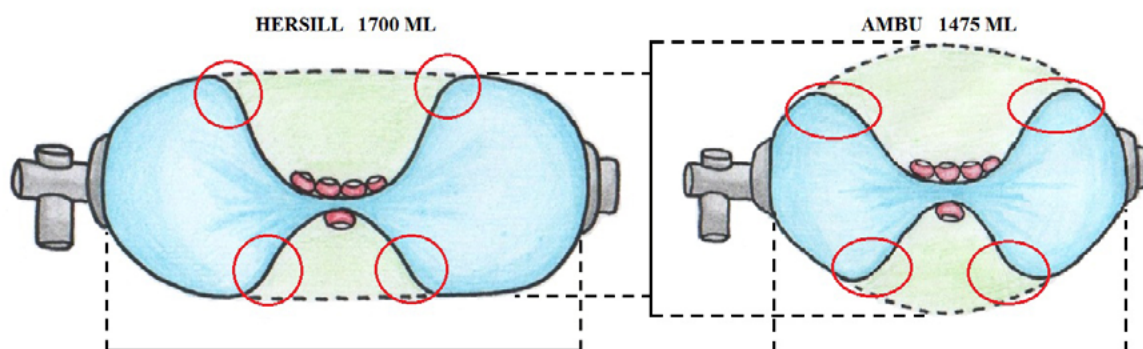


Figura 5. Comparativa del volumen desplazado con la marca Ambú frente a la marca Hersill.
Ilustración por Iván Trujillo Camero

No obstante, la diferencia de volúmenes desplazada entre ambos es escasa, mientras que el modelo Ambú desplazó una media de 575,7ml. el modelo Hersill desplazó 542,4 ml. lo que supone una diferencia de un 5,8% de volumen, lo cual no supondría una diferencia significativa asistencialmente hablando.

En lo referente a la fuga de aire según la fijación con la técnica de una mano o con dos, se determinó que la fijación con dos manos es mucho más segura que con una mano, donde el 94% de los sujetos fugaron menos aire con la técnica de dos manos. El volumen medio fugado con la técnica de dos manos fue de 106,7 ml. frente a los 288,3 ml. de aire medio fugado con la técnica de una mano, por lo que se estima que es mucho más eficaz el sellado con dos manos que con una, casi el triple. Otro detalle a tener en cuenta es que las personas con manos más grandes, abarcan mejor la mascarilla y pueden hacer una mejor hiperextensión con la técnica de una mano, frente a las personas con manos más pequeñas, que les costaba mucho más abarcar la

mascarilla al mismo tiempo que hiperextendían, por lo que se les fugaba más aire. Quizás el factor fuerza de la mano, también juegue un papel importante a la hora de realizar un correcto sellado, hubiera sido interesante utilizar un dinamómetro de mano, para determinar la fuerza de la mano de cada sujeto antes de realizar el sellado con una mano y poder establecer así una conexión entre ambas variables. Por último, se objetivó aunque no se hizo registro al respecto, que el personal de quirófano por lo general, realizaba un mejor sellado de la mascarilla que el personal de otras áreas, hubiera sido interesante hacer un registro de las unidades en las que trabajaban cada uno de los sujetos que intervinieron en el estudio. Estos factores podrán ser tenidos en cuenta en futuros estudios para determinar su influencia con más claridad.

En relación a la cantidad de aire desplazado en cada embolada por el balón resucitador hacia el paciente en situación de reanimación cardiopulmonar, si tenemos en cuenta que el volumen medio expul-

sado con el balón marca Ambú es de 575,7 ml. con una fuga media de 288,3 ml. nos da un volumen que pasa a el interior del paciente de 287,4 ml. éste volumen pasa a estómago y pulmones, en éste estudio no hemos podido determinar que proporción de aire pasa a pulmones y que proporción de aire pasa a estómago, pero aún suponiendo que el total de ese aire pasara a pulmones, estaríamos muy por debajo de la cantidad de aire que necesita un adulto medio en cada ventilación, teniendo en cuenta que las cifras son de 6-7 ml/kg. por lo que una persona de unos 70 Kg. necesitará cerca de 500 ml. de aire en cada inspiración, de ahí la importancia de un sellado precoz de la vía aérea mediante intubación endotraqueal o cualquier otro medio del que se disponga para permeabilizar en la medida de lo posible la vía aérea, una vez sellada y conectado el tubo bien al balón resucitador o al respirador, conseguiremos que la cantidad de aire que pase a los pulmones del paciente, sí sea la adecuada.

En relación a la cantidad de aire desplazado en función del tamaño de la mano, existe una relación moderada entre ambas variables, observándose una diferencia en el caso del modelo Ambú de 160 ml. entre la cifra máxima y mínima, frente a los 144 ml. de diferencia entre la cifra máxima y mínima del modelo Hersill. Obteniendo sin embargo, una importancia mucho mayor la técnica empleada, ya que cuando analizamos los 30 primeros sujetos antes de darles las directrices a seguir para reducir la variabilidad en la técnica, nos encontramos con una correlación lineal de Pearson: $R^2=0,053$ lo que determina que no existe relación alguna entre el tamaño de la mano y el volumen de aire desplazado si se deja al sujeto usar libremente la técnica que desee, existiendo una diferencia entre el volumen máximo (950 ml.) y el mínimo (340 ml.) de 610 ml. lo cual demuestra que no sólo existe variabilidad asistencial a la hora de reanimar con balón resucitador, sino que además si no damos pautas a seguir en relación a la técnica esa variabilidad es abismal.

Conclusion

Regarding the difference between the volume of air moved with the Ambú model, versus the volume of air moved with the Hersill model, we consider that it can be mainly due to two factors: Fig. 5.

1.º The shape of the Ambú model is like a rugby ball, which allows it to have a larger diameter in its center than the Hersill model, therefore, since its center is of greater diameter and the hand is placed exactly in the center

of the resuscitation ball in When used, it allows moving a greater volume of air than the Hersill model, which has a smaller diameter in the center because it is cylindrical but more elongated, this means that the ends retain a large part of the volume after having been pressed in the center.

2.º The material from which the Ambú model is manufactured is more rigid than the Hersill model material, which is more malleable, this makes the Hersill model deform more when it is compressed and displace less air, however the Ambú model is more rigid and less deformed, displaces more air when compressed.

However, the difference in volumes displaced between both is scarce, while the Ambú model displaced an average of 575.7ml. the Hersill model displaced 542.4 ml. which represents a difference of 5.8% in volume, which would not represent a significant difference in terms of care.

Regarding air leakage according to fixation with the one-handed or two-handed technique, it was determined that fixation with two hands is much safer than with one hand, where 94% of the subjects leaked less air with the technique. two-handed technique. The mean volume leaked with the two-hand technique was 106.7 ml. versus 288.3 ml. of medium air leaked with the one-hand technique, so it is estimated that sealing with two hands is much more effective than with one, almost three times. Another detail to keep in mind is that people with larger hands cover the mask better and can perform a better hyperextension with the one-hand technique, compared to people with smaller hands, who found it much more difficult to cover the mask when At the same time they hyperextended, so more air was leaking. Perhaps the hand force factor also plays an important role in making a correct seal, it would have been interesting to use a hand dynamometer to determine the hand force of each subject before sealing with one hand and be able to establish a connection between both variables. Finally, it was observed, although no record was made in this regard, that the operating room staff generally performed a better seal of the mask than the staff from other areas, it would have been interesting to make a record of the units in which each worked one of the subjects who participated in the study. These factors may be taken into account in future studies to determine their influence more clearly.

In relation to the amount of air displaced in each stroke by the resuscitation balloon towards the patient in CPR, if we take into account that the mean volume expelled with the Ambú balloon is 575.7 ml. with a mean leak of 288.3 ml. gives us a volume that passes into the interior of the patient of 287.4 ml. this volume passes to the stomach and lungs, in this study we have not been able to determine what proportion of air passes into the lungs and what proportion of air passes into the stomach, but even supposing that the total of that air passes into the lungs, we would be well below the amount of air that an average adult needs in each ventilation, taking into account that the figures are 6-7 ml / kg. so a person weighing about 70 kg will need about 500 ml. of air in each inspiration, hence the importance of an early sealing of the airway by endotracheal intubation or any other means available to permeabilize the airway as much as possible, once the tube has been sealed and well connected to the resuscitation balloon or respirator, we will ensure that the amount of air that passes into the patient's lungs is adequate.

In relation to the amount of air displaced depending on the size of the hand, there is a moderate relationship between both variables, a difference being observed in the case of the 160 ml Ambú model. between the maximum and minimum figure, compared to 144 ml. difference between the maximum and minimum figure of the Hersill model. Obtaining, however, much greater importance of the technique used, since when we analyze the first 30 subjects before giving them the guidelines to follow to reduce variability in the technique, we find a Pearson linear correlation: $R^2 = 0.053$ which determines that there is no relationship between the size of the hand and the volume of air displaced if the subject is allowed to freely use the technique he wishes, with a difference between the maximum volume (950 ml.) and the minimum volume (340 ml.) of 610 ml. This shows that not only is there variability of care when resuscitating with a resuscitation balloon, but also that if we do not give guidelines to follow in relation to the technique, this variability is abysmal.

Declaración de transparencia

El autor principal (defensor del manuscrito) asegura que su contenido es original y no ha sido publicado previamente ni está enviado ni sometido a consideración a cualquier otra publicación, en su totalidad o en alguna de sus partes.

Publicación

El presente no ha sido presentado como comunicación oral-escrita en ningún congreso. Autorización previa para la presentación de los datos de la gestante publicada en el caso clínico.

Conflicto de Intereses

No existe conflicto de intereses entre los participantes. No se ha recibido financiación.

Fuentes de Financiación

Ninguna.

Agradecimientos

Damos las gracias a todo el personal sanitario de los Hospitales de Alta Resolución de Alcalá la Real y Valle del Guadiato, por su flexibilidad y paciencia a la hora de realizar este experimento, también agradecer a los coordinadores de enfermería y las supervisoras de ambos centros, las cuales han facilitado nuestra labor, difundiendo entre el personal sanitario la importancia de este proyecto y la invitación a médicos, enfermeras y auxiliares de enfermería a participar en este estudio. Finalmente una especial mención para Luis Roberto Jiménez Guadarrama y E-mergencia Formación, por la cesión del maniquí con el que llevamos a cabo el experimento y su apoyo a la investigación, sin el cual éste proyecto no hubiera sido posible.

BIBLIOGRAFÍA

Citada:

1. Paal P, von Goedecke A, Brugger H, Niederklapfer T, Lindner KH, Wenzel V. *Head position for opening the upper airway*. Anaesthesia. 2007 Mar;62(3):227-30. doi: 10.1111/j.1365-2044.2007.04955.x. PMID: 17300298.

Consultada:

2. Tracy MB, Klimek J, Coughtrey H, Shingde V, Pon-nampalam G, Hinder M, Maheshwari R, Tracy SK. *Ventilator-delivered mask ventilation compared with three standard methods of mask ventilation in a man-ikin model*. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2011

- May;96(3):F201-5. doi: 10.1136/adc.2009.169730. Epub 2010 Jun 7. PMID: 20530107.
3. Tracy MB, Klimek J, Coughtrey H, Shingde V, Ponnampalam G, Hinder M, Maheshwari R, Tracy SK. *Mask leak in one-person mask ventilation compared to two-person in newborn infant manikin study*. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2011 May;96(3):F195-200. doi: 10.1136/adc.2009.169847. Epub 2010 Nov 11. PMID: 21071683.
4. Wang HE, Benger JR. *Endotracheal intubation during out-of-hospital cardiac arrest: New insights from recent clinical trials*. J Am Coll Emerg Physicians Open. 2019 Dec 16;1(1):24-29. doi: 10.1002/emp2.12003. PMID: 33000010; PMCID: PMC7493580.
5. Lupton JR, Schmicker RH, Stephens S, Carlson JN, Callaway C, Herren H, Idris AH, Sopko G, Puyana JCJ, Daya MR, Wang H, Hansen M. *Outcomes With the Use of Bag-Valve-Mask Ventilation During Out-of-hospital Cardiac Arrest in the Pragmatic Airway Resuscitation Trial*. Acad Emerg Med. 2020 May;27(5):366-374. doi: 10.1111/acem.13927. Epub 2020 Mar 27. PMID: 32220129.
6. Benoit JL, Gerecht RB, Steuerwald MT, McMullan JT. *Endotracheal intubation versus supraglottic airway placement in out-of-hospital cardiac arrest: A meta-analysis*. Resuscitation. 2015 Aug;93:20-6. doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.05.007. Epub 2015 May 23. PMID: 26006743.
7. Bobrow BJ, Ewy GA, Clark L, Chikani V, Berg RA, Sanders AB, Vadeboncoeur TF, Hilwig RW, Kern KB. *Passive oxygen insufflation is superior to bag-valve-mask ventilation for witnessed ventricular fibrillation out-of-hospital cardiac arrest*. Ann Emerg Med. 2009 Nov;54(5):656-662.e1. doi: 10.1016/j.annemergmed.2009.06.011. Epub 2009 Aug 6. PMID: 19660833.
8. Nagao T, Kinoshita K, Sakurai A, Yamaguchi J, Furukawa M, Utagawa A, Moriya T, Azuhata T, Tanjoh K. *Effects of bag-mask versus advanced airway ventilation for patients undergoing prolonged cardiopulmonary resuscitation in pre-hospital setting*. J Emerg Med. 2012 Feb;42(2):162-70. doi: 10.1016/j.jemermed.2011.02.020. Epub 2011 Oct 26. PMID: 22032811.
9. Sabatucci A, Raffaelli F, Mastrovincenzo M, Luchetta A, Giannone A, Ciavarella D. *Breathing pattern and head posture: changes in craniocervical angles*. Minerva Stomatol. 2015 Apr;64(2):59-74. English, Italian. PMID: 25747427.
10. Lai CJ, Fan SZ, Wang YC, Liu CM. *The Performance of Supraglottic Airway Devices at Different Head and Neck Rotation Angles*. Asian J Anesthesiol. 2018 Sep;56(3):115-120. doi: 10.6859/aja.201809_56(3).0005. PMID: 30583332.
11. Kim MS, Cha YJ, Choi JD. *Correlation between forward head posture, respiratory functions, and respiratory accessory muscles in young adults*. J Back Musculoskelet Rehabil. 2017 Aug 3;30(4):711-715. doi: 10.3233/BMR-140253. PMID: 28453447.
12. Haas F, Simnowitz M, Axen K, Gaudino D, Haas A. *Effect of upper body posture on forced inspiration and expiration*. J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol. 1982 Apr;52(4):879-86. doi: 10.1152/jappl.1982.52.4.879. PMID: 7085422.
13. Clavel L, Rémy-Neris S, Skalli W, Rouch P, Lespert Y, Similowski T, Sandoz B, Attali V. *Cervical Spine Hyperextension and Altered Posturo-Respiratory Coupling in Patients With Obstructive Sleep Apnea Syndrome*. Front Med (Lausanne). 2020 Feb 7;7:30. doi: 10.3389/fmed.2020.00030. PMID: 32118015; PMCID: PMC7020015.

¿Tienes experiencia profesional,
pero no sabes como
demostrar tu formación?

FPE FORMACIÓN PROFESIONAL
para el EMPLEO



CERTIFICADOS

CUALIFICACIONES

CARNÉS

Rodío

*¡Acredítate
y demuestra
lo que vales!*