



Universidad de Valladolid
Grado en Enfermería
Facultad de Enfermería de Valladolid



Curso 2022-2023
Trabajo de Fin de Grado

**UTILIDADES DE LA CAPNOGRAFÍA EN
ENFERMERÍA EN EL PACIENTE
ADULTO. REVISIÓN SISTEMÁTICA**

Pablo de Cabo López

Tutor/a: Laura Natividad Fadrique Millán

Cotutor/a: María Velasco Martín-Calero

RESUMEN

Introducción: la capnografía es una monitorización continua no invasiva de la ventilación, que mide el CO₂ presente en el aire exhalado por el paciente (EtCO₂). Se empleó de forma habitual en la práctica anestésica en Europa desde 1970 y en Estados Unidos desde 1980. Actualmente, se ha convertido en un estándar emergente de la atención en los servicios de urgencias y cuidados intensivos.

Objetivos: analizar y describir las diferentes utilidades que tiene la monitorización mediante capnografía en el paciente adulto para el personal de enfermería.

Metodología: se realizó una revisión sistemática utilizando las bases de datos científicas PubMed, Scielo, Dialnet y Cochrane. Se emplearon los descriptores: “capnografía, enfermería, utilidad, usos”, el operador booleano “AND” y se limitó la búsqueda a publicaciones posteriores al 2010 en español e inglés.

Resultados: tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se incluyeron en la revisión 10 artículos que cumplían los criterios de calidad científica según PRISMA y STROBE. Se dividieron en las siguientes categorías: capnografía en RCP, en la evaluación de la vía aérea, en la enfermedad pulmonar, en trastornos metabólicos, en procedimientos con sedación y analgesia, y capnografía en el shock hipotensivo.

Conclusiones: la capnografía es una herramienta importante para el personal de enfermería que ha demostrado su utilidad ante diferentes situaciones clínicas, influyendo en la seguridad del paciente y permitiendo la predicción de los resultados. Sin embargo, son necesarios más estudios e investigaciones basadas en la evidencia para evaluar la aplicación de esta herramienta.

Palabras clave: *capnografía, enfermería, utilidad, usos.*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	6
3. HIPÓTESIS	6
4. OBJETIVOS.....	7
5. METODOLOGÍA	7
5.1. DISEÑO.....	7
5.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA	7
5.3. ESTRATEGIA DE SELECCIÓN.....	8
5.4. MATERIALES UTILIZADOS	8
5.5. HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN DE LAS EVIDENCIAS	8
6. RESULTADOS	9
6.1. CAPNOGRAFÍA EN REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR (RCP).....	10
6.2. CAPNOGRAFÍA EN LA EVALUACIÓN DE LA VÍA AÉREA	10
6.3. CAPNOGRAFÍA EN LA ENFERMEDAD PULMONAR.	12
6.4. CAPNOGRAFÍA EN TRASTORNOS METABÓLICOS.....	14
6.5. CAPNOGRAFÍA EN PROCEDIMIENTOS CON SEDACIÓN Y ANALGESIA.....	15
6.6. CAPNOGRAFÍA EN EL SHOCK HIPOTENSIVO.	16
7. DISCUSIÓN	17
7.1. LIMITACIONES	21
7.2. APLICACIONES EN LA PRÁCTICA CLÍNICA.....	21
7.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	21
8. VALORACIÓN DE LA CAPNOGRAFÍA (FASE II).....	22
8.1. METODOLOGÍA	22

8.2. RESULTADOS.....	24
9. CONCLUSIONES	26
10. BIBLIOGRAFÍA	27
11. ANEXOS.....	30
11.1. ANEXO I. PROGRAMA DE LECTURA CRÍTICA CASPE	30
11.2. ANEXO II. FORMULARIO RECOMENDACIONES STROBE	31
11.3. ANEXO III. RESULTADOS OBTENIDOS SEGÚN GUÍA CASPE	32
11.4. ANEXO IV. RESULTADOS OBTENIDOS SEGÚN DECLARACIÓN STROBE.....	33
11.5. ANEXO V. RESULTADOS DE LOS ARTÍCULOS SELECCIONADOS PARA LA REVISIÓN SISTEMÁTICA.....	35
11.6. ANEXO VI. CUESTIONARIO CAPNOGRAFÍA Y CARTA DE PRESENTACIÓN	39
11.7. ANEXO VII. APROBACIÓN DE LOS COMITÉS DE ÉTICA.....	42
11.8. ANEXO VIII. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS FASE II	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estrategia de selección	8
Tabla 2. Plantilla de lectura crítica CASPe	30
Tabla 3. Declaración STROBE: lista de puntos esenciales que deben describirse en la publicación de los estudios observacionales	31
Tabla 4. Resultados guía CASPe.....	32
Tabla 5. Resultados declaración STROBE	33
Tabla 6. Resumen de los artículos seleccionados	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fisiología del ciclo respiratorio	2
Figura 2. Tipos de capnografía.....	3
Figura 3. Fases del capnograma.....	4
Figura 4. Cambios morfológicos del capnograma asociado a alteraciones	5
Figura 5. Diagrama de flujo para la selección de artículos.....	9
Figura 6. Resultados variable Edad	46
Figura 7. Resultados variable Sexo.....	46
Figura 8. Resultados variable Contrato	46
Figura 9. Resultados variable Servicio	47
Figura 10. Resultados variable Experiencia	47
Figura 11. Resultados variable Formación	47
Figura 12. Resultados variable Uso de capnografía.....	48
Figura 13. Resultados pregunta 1 sobre valoración de capnografía	48
Figura 14. Resultados pregunta 2 sobre valoración de capnografía	48
Figura 15. Resultados pregunta 3 sobre valoración de capnografía	49
Figura 16. Resultados pregunta 4 sobre valoración de capnografía	49
Figura 17. Resultados pregunta 5 sobre valoración de capnografía	49

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ATP: adenosín trifosfato.

BiPAP: bi-level positive airway pressure.

CO₂: dióxido de carbono.

CPAP: continuous positive airway pressure.

EtCO₂: end tidal CO₂ (valor máximo de CO₂ en cada exhalación).

PaCO₂: presión parcial de CO₂ en sangre arterial.

PCR: parada cardio-respiratoria.

RCE: recuperación de la circulación espontánea.

SNG: sonda naso-gástrica.

TET: tubo endotraqueal.

VMNI: ventilación mecánica no invasiva.

1. INTRODUCCIÓN

La capnografía es una monitorización continua no invasiva de la ventilación, complementaria a la pulsioximetría, que mide el dióxido de carbono presente en el aire exhalado por el paciente (EtCO_2). El resultado se expresa en milímetros de mercurio (mm Hg) y se representa en un monitor (1–3). Puede proporcionar información en tiempo real sobre el estado ventilatorio del paciente, alertando precozmente de un compromiso crítico en la vía aérea (4).

Se empleó de forma habitual en la práctica anestésica en Europa desde 1970 y en Estados Unidos desde 1980. Actualmente, forma parte del tratamiento en todos los pacientes sometidos a anestesia general y se ha convertido en un estándar emergente de la atención en los servicios de urgencias y cuidados intensivos (5).

Para una mejor comprensión de los procesos fisiológicos relacionados con la monitorización mediante capnografía, es necesario explicar algunos aspectos sobre el ciclo respiratorio (1,6):

- Oxigenación: el oxígeno entra en los pulmones a través de la inspiración, llega a los alveolos y posteriormente pasa a la sangre. En la sangre, se une a la hemoglobina y es transportado al resto de los órganos del cuerpo. La oxigenación se monitoriza mediante la pulsioximetría.
- En la célula, a través del ciclo de Krebs, el oxígeno y la glucosa se convierten en energía (ATP) y CO_2 . Este CO_2 pasa a la sangre, circula junto con el bicarbonato y finalmente se elimina por el pulmón a través del proceso de ventilación (Figura 1). La ventilación se monitoriza mediante la capnografía.

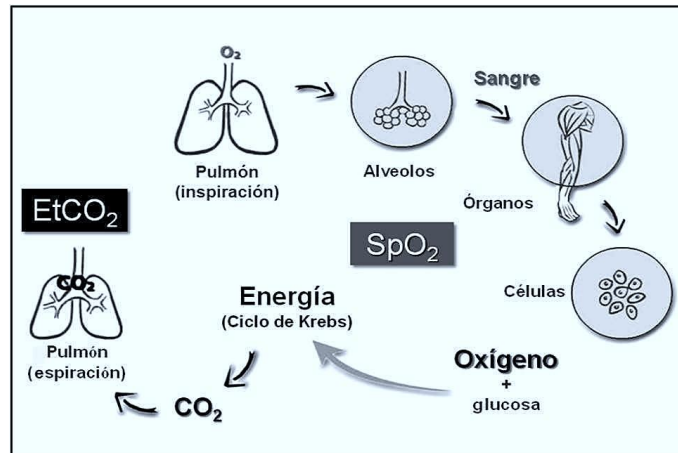


Figura 1. Fisiología del ciclo respiratorio. SEMERGEN - Medicina de Familia (1)

La capnografía supone un complemento ideal de la pulsioximetría en la monitorización respiratoria no invasiva y de forma continua. Sus valores guardan relación con el metabolismo celular, la circulación y la ventilación. Es por ello, que la medición del $EtCO_2$ puede verse afectada por tres factores diferentes:

- El metabolismo, lugar donde se produce el CO_2 .
- La perfusión, que es el medio de transporte del CO_2 hasta el pulmón.
- La ventilación, sistema por donde se elimina el CO_2 .

Cuando la relación de ventilación/perfusión es normal, el valor de $EtCO_2$ es similar a la $PaCO_2$. En pacientes con pulmones sanos, siempre y cuando las condiciones respiratorias sean normales, la diferencia de estos dos valores suele comprenderse entre 2 y 5 mmHg (7,8).

Los valores normales de presión parcial de CO_2 ($PaCO_2$) en la sangre arterial son entre 37-45 mmHg; mientras que los valores normales de CO_2 espirado ($EtCO_2$) son de entre 35-43 mmHg en pacientes sanos, siendo siempre el $EtCO_2$ menor que la $PaCO_2$ (2,8).

En términos relacionados a la capnografía, es importante diferenciar algunos conceptos:

- **Capnometría:** valor numérico que representa el CO_2 eliminado en la fase espiratoria. El valor normal de CO_2 espirado es alrededor de 38 mmHg (2,6) .

- **Capnograma:** es la representación gráfica de la onda de $p\text{CO}_2$ espirado a lo largo del tiempo durante el ciclo respiratorio (1,7).

La medición del CO_2 a través de la capnografía se lleva a cabo mediante técnicas basadas en la capacidad de absorción de la radiación infrarroja del CO_2 a una longitud de onda determinada ($4'28\mu\text{m}$), que posteriormente es captada por una cámara de medición o fotodetector. (1,2,5)

A día de hoy, se distinguen dos tipos de capnógrafos en función de dónde se encuentre la cámara de medición: capnógrafos de flujo lateral (*side stream*) y de flujo central (*main stream*) (2,3,7).

- **Main Stream:** miden el CO_2 directamente en la vía aérea con un sensor situado entre el extremo distal del tubo endotraqueal y las tubuladuras, llevando la información a un dispositivo externo mediante una señal eléctrica (Figura 2-A). Se utilizan en pacientes intubados.
- **Side Stream:** miden el CO_2 mediante la aspiración de gas de forma continua desde la tubuladura hasta el detector situado en el monitor, por tanto requiere un sistema de succión desde la vía aérea hasta el analizador (Figura 2-B). Son los más utilizados en urgencias y el medio extrahospitalario.
- **Micro Stream:** pertenecen al grupo de los sensores Side Stream e incluyen las cánulas o gafas nasales de O_2 con sensor de capnografía.

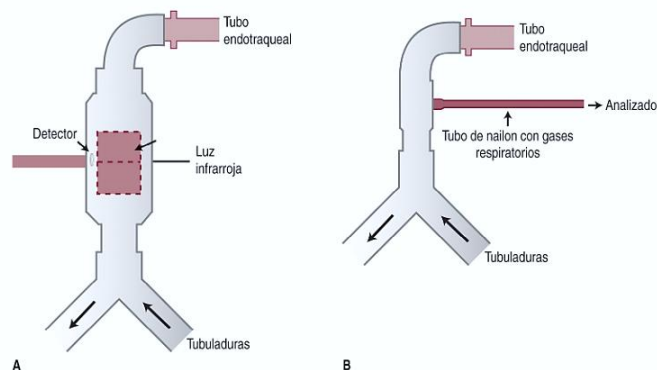


Figura 2. Tipos de capnografía. **A)** Main Stream. **B)** Side Stream. Enfermo crítico y emergencias (7)

Como se ha mencionado anteriormente, el capnograma es la representación gráfica de la $p\text{CO}_2$ espirado en relación al tiempo. En la morfología de un capnograma normal (Figura 3) se distinguen las siguientes fases (1,2,5) :

- **Fase 1 (A-B):** representa el tiempo que transcurre entre el final de la inspiración y el comienzo de la espiración, en el que se produce la ventilación del espacio muerto. Esta cantidad de aire no forma parte del intercambio gaseoso, por lo que la cantidad de CO_2 es mínima. En este momento, la $p\text{CO}_2$ se corresponde con la presión ambiental y el capnógrafo la relaciona con el valor 0.
- **Fase 2 (B-C):** representa el incremento rápido de la concentración de CO_2 en el aire espirado que sale de los alvéolos y alcanza la vía aérea superior.
- **Fase 3 (C-D):** corresponde a la meseta alveolar. Representa la concentración de CO_2 del aire que procede de los alvéolos, que asciende de forma progresiva y lenta hasta llegar a la $p\text{CO}_2$ máxima. El valor numérico que nos indica el monitor corresponde con esta presión máxima al final de la espiración (EtCO_2) y se identifica en la gráfica con el punto D.
- **Fase 4 (D-E):** representa el ciclo inspiratorio, en el que la presión parcial de CO_2 disminuye de forma rápida debido a que el paciente inspira de nuevo aire con bajo contenido en CO_2 .

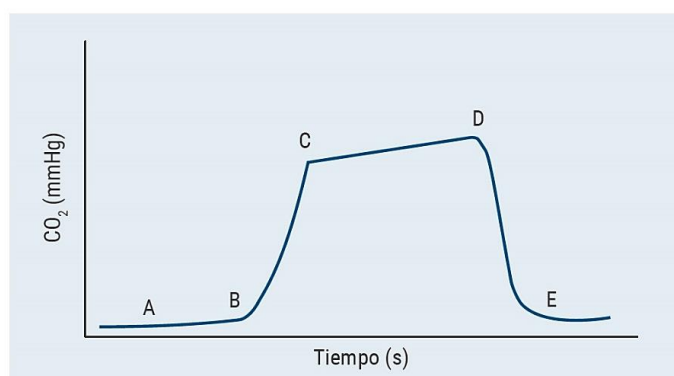


Figura 3. Fases del capnograma. VENTIMEC (5)

Una alteración en los valores de EtCO₂ puede indicar la presencia de procesos anormales en la relación ventilación/perfusión (8). Además, un cambio en la morfología del capnograma puede indicar la presencia de algunas situaciones clínicas y patológicas (Figura 4).

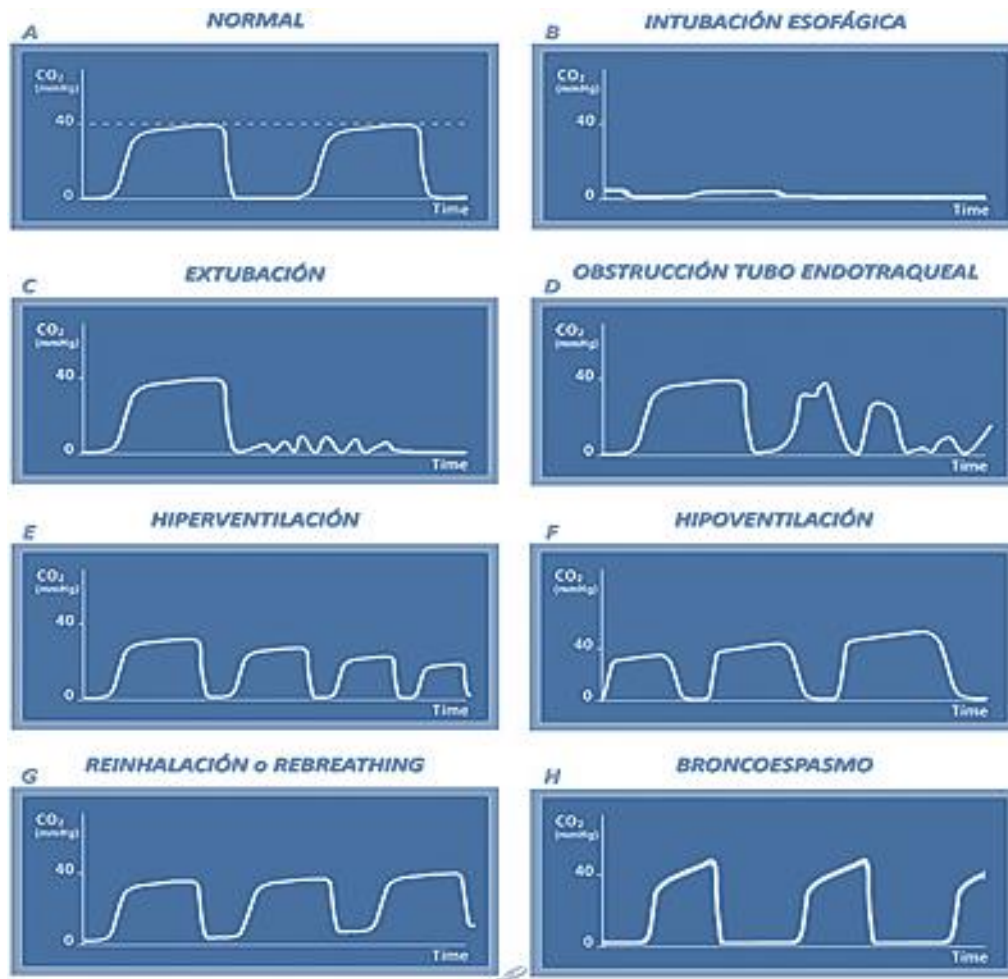


Figura 4. Cambios morfológicos del capnograma asociado a alteraciones (9)

2. JUSTIFICACIÓN

La capnografía se ha empezado a implementar en muchos servicios de urgencias, emergencias y unidades de pacientes críticos dado su carácter no invasivo, su bajo coste y su gran valor predictivo en diferentes situaciones clínicas. Sin embargo, sigue siendo un método desconocido para gran parte del personal de enfermería y su aplicación depende del grado de conocimiento y las habilidades clínicas de estos profesionales.

En mi paso por la rotación del Servicio de Urgencias del HURH en octubre de 2022, me informaron de que estaban realizando un estudio multidisciplinar sobre el EtCO₂ en el que participaban médicos y enfermeras del servicio. En ese estudio clínico, se pretendía valorar si realmente era importante conocer a tiempo real el EtCO₂ del paciente y qué consecuencias tenía la variación de ese parámetro con el empeoramiento o no del paciente.

Me llamó la atención que, aunque todas las enfermeras del servicio participaban en dicho estudio, muchas manifestaron no tener conocimientos en capnografía ni conocían los beneficios que esta podía aportar al paciente. Por lo que, debido al desconocimiento percibido en el personal de enfermería y al mío propio sobre la monitorización mediante capnografía, se decide realizar el estudio de las diferentes aplicaciones que puede tener la monitorización con capnografía en el ámbito de la enfermería (Fase I) y completar esta revisión sistemática con una encuesta dirigida a los profesionales de enfermería para determinar su valoración de la utilidad de la capnografía y la necesidad o no de formación en esta materia (Fase II).

3. HIPÓTESIS

Se estableció la siguiente pregunta de investigación: ¿qué utilidades tiene la capnografía en el paciente adulto para el personal de Enfermería?

Para ayudar a resolver esta pregunta de investigación, se desarrolló la siguiente estrategia PICO:

- **P** (paciente/problema): pacientes adultos.
- **I** (intervención): utilización de la monitorización mediante capnografía.

- **C** (comparador): no procede.
- **O** (outcomes): identificar utilidades de capnografía en Enfermería.

4. OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es analizar y describir las diferentes utilidades que tiene la monitorización mediante capnografía en el paciente adulto para el personal de enfermería.

Además, como objetivos específicos, se pretende:

- Evaluar la valoración y percepción que tiene el personal de enfermería de algunos servicios especiales de los hospitales públicos de Valladolid sobre la monitorización mediante capnografía.
- Valorar la necesidad de formación en capnografía para el personal de enfermería.

5. METODOLOGÍA

5.1. DISEÑO

El estudio realizado se trata de una revisión sistemática sobre las utilidades de la monitorización mediante capnografía en Enfermería.

5.2. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Se llevó a cabo una búsqueda en las siguientes bases de datos científicas: PubMed, Scielo, Dialnet y Cochrane. Además, se recurrió a la consulta de publicaciones relacionadas con la Capnografía y Enfermería a través de Google Scholar.

Se emplearon los siguientes descriptores DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) y MeSH (Medical Subject Headings):

- **DeCS:** capnografía, enfermería, utilidad, usos.
- **MeSH:** capnography, nursing, uses, applications.

Además se utilizaron los operadores booleanos “AND” y truncadores *. Los filtros aplicados en la búsqueda fueron: el idioma (inglés y español), textos completos disponibles y publicaciones posteriores al 2010.

5.3. ESTRATEGIA DE SELECCIÓN

Para llevar a cabo la selección de los artículos encontrados, se utilizaron una serie de criterios de inclusión y exclusión (Tabla 1).

Tabla 1. Estrategia de selección. Elaboración propia

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Estudios que se centren en la profesión enfermera.	Publicaciones en las que se incluyen pacientes pediátricos, neonatos o animales.
Estudios en inglés o castellano.	
Trabajos que describen aplicaciones de la capnografía.	Publicaciones anteriores a 2010.
Textos completos disponibles .	

5.4. MATERIALES UTILIZADOS

Para la realización de este trabajo se utilizaron diferentes programas informáticos, entre los que se encuentran: Microsoft Word y Adobe Reader. Además, como gestor bibliográfico se empleó el programa Zotero.

5.5. HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN DE LAS EVIDENCIAS

Para determinar la calidad de los artículos incluidos en el trabajo se utilizó el Programa de Habilidades en Lectura Crítica Español (CASPe, Critical Appraisal Skills Programme Español) (10) para analizar las revisiones sistemáticas, y por otro lado, la declaración STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) (11) para analizar estudios observacionales.

El programa CASPe consta de 10 ítems, con una puntuación máxima de 10 puntos. Se estableció una puntuación mínima de 7 puntos para poder incluir los estudios en esta revisión sistemática. (Tabla 2, Anexo I)

La declaración STROBE se compone de 22 ítems, con una puntuación máxima de 22 puntos. En este caso, se estableció una puntuación mínima de 17 puntos para poder incluir los estudios en esta revisión sistemática. (Tabla 3, Anexo II)

6. RESULTADOS

Tras la realización de la búsqueda empleando los descriptores y aplicando los filtros mencionados, se procedió a la lectura del título y resumen de los artículos para descartar aquellos que no cumplían con los objetivos descritos o aquellos que estaban duplicados.

Posteriormente, se eliminaron aquellos que no cumplían con los criterios de inclusión y exclusión. Por último se realizó una lectura más exhaustiva de los artículos restantes y se evaluó la calidad de estos con las herramientas CASPe y STROBE para poder incluirlos en el estudio, cuyos resultados se muestran en las Tablas 4 y 5. (Anexos III y IV)

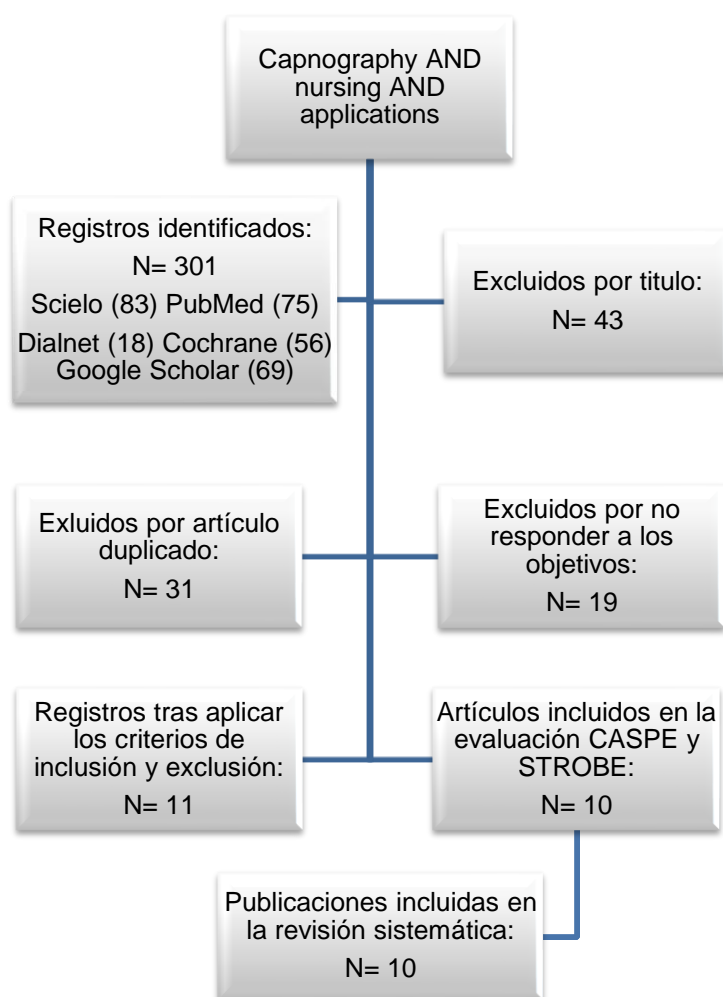


Figura 5. Diagrama de flujo para la selección de artículos. Elaboración propia.

Las principales características de los artículos seleccionados para esta revisión se muestran en la Tabla 6 (Anexo V). Para llevar a cabo la descripción narrativa de los resultados (Fase I), se han clasificado en las siguientes categorías de análisis.

6.1. Capnografía en reanimación cardiopulmonar (RCP)

La parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en todo el mundo. La RCP pretende alcanzar la recuperación de la circulación espontánea (RCE). *Caro-Alonso PÁ et al. 2012* (12) realizaron una revisión sistemática en la que analizaron la utilidad de la monitorización de los niveles de EtCO₂ como signo precoz e indicador pronóstico de la RCE en una parada cardiorrespiratoria.

Tras analizar los estudios elegidos para su revisión, hallaron en la mayoría de ellos una asociación positiva entre el incremento en los valores de EtCO₂ y la RCE en adultos. Algunos estudios indicaron una asociación de la RCE con aumentos de EtCO₂ mayores a 10 mmHg, mientras que otros establecieron el punto de corte en un valor inicial mayor a 10 mmHg o en una disminución menor al 25% de los valores de EtCO₂. Además, un estudio asoció la RCE con valores de EtCO₂ superiores a los 10 mmHg a los 3 minutos, mientras que otro estableció el corte en 19 mmHg en este mismo tiempo. Sin embargo un valor de EtCO₂ menor a 20 mmHg o inferior a 10mmHg a los 3 minutos fue factor de mal pronóstico y baja probabilidad de alcanzar la RCE.

Concluyeron que la monitorización del EtCO₂ durante la RCP era un valor predictor e indicador pronóstico de la RCE, sin llegar a un consenso de cuál debía ser el valor de EtCO₂ a tener en cuenta como corte predictor.

6.2. Capnografía en la evaluación de la vía aérea

La ventilación mecánica invasiva es tratamiento muy utilizado en las unidades de cuidados críticos. Para ventilar mecánicamente al paciente, es necesario la colocación de un tubo endotraqueal, técnica que no está exenta de posibles complicaciones. Estas complicaciones pueden producirse durante el procedimiento de intubación, mientras el TET está colocado o después de retirarlo. Por lo tanto, es importante verificar la colocación del TET en los

pacientes ventilados mecánicamente. *Jordan P et al. 2015* (13) realizaron una revisión bibliográfica en la que 5 de los 11 estudios incluidos en su revisión recomendaron la capnografía como método más fiable para confirmar la colocación del TET. Según los autores de esos estudios, la capnografía debe utilizarse para confirmar la posición del TET en todas las intubaciones, incluidas las que se realizan fuera de quirófano. Otro de los autores demostró que la capnografía tenía la mayor sensibilidad (93%) y especificidad (97%) para la verificación de la posición del TET respecto a otros métodos. Sin embargo, alguno de ellos también reconoció en su estudio que el uso de la capnografía es limitado y a menudo no está disponible o se utiliza de forma equivocada en la verificación del TET.

Por otro lado, *Chung F et al. 2020* (14) quisieron demostrar que los acontecimientos respiratorios adversos son frecuentes en las unidades de cuidados posanestesia y que el uso de la capnografía junto a la monitorización estándar de pulsioximetría proporciona información potencialmente útil desde el punto de vista clínico para ayudar a identificar y prevenir el compromiso respiratorio. Para ello, realizaron un ensayo en el que incluyeron a 250 pacientes sometidos a cirugía con anestesia general y monitorización con capnografía y pulsioximetría. Los parámetros de notificación de la capnografía se ajustaron para que coincidieran con los umbrales de alarma del personal de enfermería (Nivel II) y del médico (Nivel I). De los 172 pacientes que completaron el ensayo, 163 (95%) tuvieron 1 o más notificaciones de Nivel II (enfermera), y 135 (78%) tuvieron 1 o más notificaciones de Nivel I (médico). Los motivos más frecuentes de las notificaciones fueron apnea, bradipnea, hipocapnia, taquipnea e hipercapnia, todos los cuales reflejan signos de alerta precoz potencialmente relevantes desde el punto de vista clínico que no proporciona la pulsioximetría por sí sola y que, por tanto, se pasan por alto cuando no se utiliza la capnografía. La detección por capnografía de los acontecimientos adversos respiratorios notificados por monitorización estándar fue más temprana en el 75% de los casos, con un tiempo medio de alerta precoz de 8 ± 11 minutos.

Por último, se ha incluido en esta categoría de análisis el estudio realizado por *Heidarzadi E et al. 2020* (15), quienes indicaron que los pacientes ingresados en urgencias y en las unidades de cuidados intensivos (UCI) con un nivel de conciencia reducido, en general, suelen requerir la inserción de una sonda nasogástrica (SNG). La colocación incorrecta de las SNG en las vías respiratorias es el problema más frecuente al realizar esta técnica, por lo que plantearon comparar el uso de la capnografía y la auscultación epigástrica para confirmar la colocación correcta de la SNG como métodos más fiables. En su estudio descriptivo se seleccionaron 60 pacientes a los que se les colocó una SNG con un método estándar y posteriormente se investigó la precisión de la colocación tanto con auscultación epigástrica como con capnografía. El resultado del estudio mostró que la capnografía tenía una sensibilidad, especificidad y exactitud de 100%, 92,5% y 95% respectivamente, mientras que la auscultación epigástrica tenía 90%, 80% y 83,4% respectivamente.

6.3. Capnografía en la enfermedad pulmonar.

El asma es una de las enfermedades pulmonares crónicas más frecuente en adultos jóvenes de todo el mundo, siendo una de las principales causas de morbilidad y mala calidad de vida. El asma atípica es un tipo de asma que se presenta principalmente con tos seca no productiva y opresión torácica, pero carece de los síntomas clásicos del asma, por ello es frecuente que los pacientes sean diagnosticados erróneamente. La broncoconstricción que se da en los pacientes con asma provoca una reducción del volumen de las vías aéreas conductoras y un aumento del espacio muerto alveolar, que puede detectarse mediante capnografía volumétrica. *Sun X et al. 2020* (16) realizaron un estudio en el que evaluaron los cambios cuantitativos y el rendimiento diagnóstico de los parámetros de la capnografía volumétrica en pacientes con tos de etiología asmática atípica. Participaron 31 pacientes con tos de etiología asmática y 30 pacientes con tos crónica sin asma. Las mediciones de capnografía volumétrica se registraron al inicio del estudio, durante los cinco ciclos con histamina y después de la broncodilatación con salbutamol. Las mediciones del espacio muerto al inicio del estudio, fueron significativamente mayores en los pacientes con tos crónica que en los pacientes con tos de etiología asmática atípica.

Se observó un aumento significativamente mayor del volumen corriente (VT) con respecto al valor basal en los pacientes con tos crónica que en los pacientes con tos de etiología asmática tras la provocación con 1,1 mg de histamina. Además, la pendiente de la fase III del capnograma disminuyó con respecto al valor basal tras la provocación con 1,1 mg de histamina en pacientes con tos crónica, mientras que aumentó en aquellos con tos de etiología asmática.

Por otro lado, cabe destacar que la gasometría arterial es una técnica muy frecuente que se utiliza para el diagnóstico y seguimiento de pacientes con enfermedades respiratorias. Es una técnica invasiva, dolorosa y que puede presentar dificultades a la hora de llevarla a cabo. *Moronta Martín M ad y Gutiérrez Ortega C. 2013* (17) realizaron un estudio cuyo objetivo fue comprobar si los valores de pCO_2 obtenidos mediante capnografía son válidos y permiten reducir el número de gasometrías arteriales en pacientes con enfermedades respiratorias. Para ello contaron con la participación de 359 pacientes procedentes de consultas externas de Neumología, a los que se les realizó tanto una gasometría arterial como una medición de pCO_2 mediante capnografía. Tras realizar el análisis y comparar los datos obtenidos mediante las dos técnicas, encontraron una correlación entre ambas de 0,603 (moderada). La media de las diferencias fue del 1,08%, a favor de un valor capnográfico superior.

Uzunay H et al. 2021 (18) también realizaron un estudio en el que compraron los valores de pCO_2 obtenidos mediante capnografía y gasometría con el objetivo de evaluar si el uso del $EtCO_2$ puede sustituir la realización de gasometrías en pacientes en los que se indica tratamiento con VMNI en el servicio de urgencias. Incluyeron en su estudio 154 pacientes que acudieron al servicio de urgencias con dificultad respiratoria y que fueron diagnosticados de insuficiencia cardíaca aguda descompensada o exacerbación aguda de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), necesitando VMNI por criterio médico. Los valores de pCO_2 en la gasometría y de $EtCO_2$ se midieron 1 hora después de iniciarse la VMNI. La media de los valores de pCO_2 medidos fue de $52,6 \pm 13,2$. La media de los valores de $EtCO_2$ medidos simultáneamente fue de $33,6 \pm 10,1$. Hubo una diferencia significativa entre los valores de pCO_2 y los valores de $EtCO_2$ en la primera hora de tratamiento con VMNI.

Los valores medios de $p\text{CO}_2$ y EtCO_2 fueron significativamente superiores en el grupo que utilizó el modo BiPAP en comparación con el grupo que utilizó el modo CPAP.

6.4. Capnografía en trastornos metabólicos.

A la hora de diagnosticar patologías relacionadas con alteraciones metabólicas o electrolíticas en los servicios de urgencias, se requiere evaluar el estado ventilatorio y metabólico de los pacientes y los tratamientos que se les administra. Para ello, normalmente se requiere de una gasometría arterial o venosa. Esta técnica muchas veces es cruenta, consume recursos materiales y puede presentar complicaciones potenciales. *Cereceda-Sánchez FJ y Molina-Mula J. 2017* (19) realizaron una revisión bibliográfica con el objetivo de explorar la utilidad de la capnografía como método no invasivo para la detección de alteraciones metabólicas en pacientes con respiración espontánea, en el ámbito de emergencias y cuidados críticos.

Recopilaron y seleccionaron diecinueve estudios para su revisión, en los que nueve de ellos correlacionaban los valores del EtCO_2 medido mediante capnografía con el CO_2 , en otros ocho los relacionaban con el bicarbonato (HCO_3^-), en tres estudios con el lactato y en el resto de los artículos con el pH sanguíneo. En los estudios relacionados con la población adulta, tres de ellos se enfocaron a pacientes asistidos de forma urgente por alteraciones metabólicas, cuatro a pacientes con disnea, dos a pacientes sépticos o febriles y solo uno de ellos estaba relacionado con cetoacidosis diabética.

En pacientes con disnea, uno de los trabajos analizó la concordancia entre EtCO_2 y la PaCO_2 , con una desviación media entre los dos parámetros de 12 mmHg. Otro estudio indicó una buena correlación entre el EtCO_2 y la PaCO_2 .

El único estudio relacionado con cetoacidosis diabética indicó una correlación moderada entre EtCO_2 y PaCO_2 (0,572) y fuerte entre EtCO_2 y el HCO_3^- , estableciendo que valores de $\text{EtCO}_2 > 24,5$ mmHg estaban fuera de rango de cetoacidosis diabética, con una sensibilidad y especificidad del 90%. En otro estudio se mostró una correlación moderada entre el EtCO_2 y el HCO_3^- , indicando un estado de acidosis para valores de $\text{EtCO}_2 \leq 25$ mmHg, con una

especificidad del 84%; y por otro lado se indicó la ausencia de acidosis metabólica para valores de EtCO₂ \geq 37 mmHg con una sensibilidad del 100%.

Otro de los estudios analizados relacionado con pacientes sépticos, además de estudiar la correlación entre EtCO₂ y el lactato, estudió la relación entre los valores de EtCO₂ y la mortalidad, obteniendo una media de 26 mmHg para los pacientes que fallecieron; mientras que en los pacientes que sobrevivieron se obtuvo un valor de EtCO₂ medio de 33 mmHg. Un estudio más, dirigido a la detección de estados sépticos, indicó un valor medio de EtCO₂ de 25 mmHg en pacientes que fallecieron, mientras que para los que sobrevivieron el valor medio de EtCO₂ fue de 34 mmHg.

Concluyeron que valores de EtCO₂ mayores de 24,5-36 mmHg eran excluyentes de estados de acidosis metabólica, mientras que valores de EtCO₂ menores de 24,5-31 mmHg eran indicativos de estados acidóticos.

6.5. Capnografía en procedimientos con sedación y analgesia

Las reacciones adversas relacionadas con los opiáceos constituyen un gran problema en los pacientes hospitalizados. No se tienen a penas estudios acerca de los pacientes hospitalizados que tienen más probabilidades de sufrir depresión respiratoria inducida por opiáceos. *Khanna AK et al. 2020* (20) realizaron un ensayo en 16 centros de Estados Unidos, Europa y Asia en el que quisieron validar una herramienta de predicción del riesgo de depresión respiratoria en pacientes que reciben opioides, detectada mediante la monitorización continua con pulsioximetría y capnografía. Para ello se incluyó en el análisis a un total de 1.335 pacientes que recibían opioides parenterales y fueron monitorizados de forma continua durante su hospitalización. Un episodio de depresión respiratoria se definió como una frecuencia respiratoria \leq 5 respiraciones/minuto, una saturación de oxígeno \leq 85%, o un valor de EtCO₂ \leq 15 o \geq 60 mm Hg durante 3 minutos o más. También se definió como un episodio de apnea de duración $>$ 30 segundos.

De todos los pacientes incluidos, 614 pacientes que recibieron opioides y comenzaron la monitorización continua presentaron al menos un episodio de depresión respiratoria durante el periodo de monitorización. Las alarmas más

frecuentes de la capnografía y la pulsioximetría con episodios de depresión respiratoria identificadas fueron por apnea (596 pacientes), frecuencia respiratoria baja (155 pacientes) y EtCO₂ bajo (141pacientes). No se observaron casos de EtCO₂ alta. La saturación de O₂ baja con EtCO₂ baja tuvo la mayor especificidad (98,75%) para detectar episodios de depresión respiratoria.

6.6. Capnografía en el shock hipotensivo.

El shock acompañado de hipotensión se presenta en muchas patologías y enfermedades de pacientes atendidos en los servicios de urgencias. Se pueden dar diferentes tipos de shock, como el shock hipovolémico, cardiogénico, anafiláctico, neurogénico o incluso séptico. Existe documentación que afirma que los valores de EtCO₂ disminuyen en estados de hipotensión por hipovolemia, en los que se ve reducido el gasto cardiaco. *Kheng CP y Rahman NH. 2012* (21) realizaron un estudio cuyo objetivo fue investigar la utilidad del EtCO₂ en pacientes con shock atendidos en urgencias, correlacionando el EtCO₂ con los signos vitales y comparando los valores medios de EtCO₂ con la supervivencia de los pacientes con shock.

Para ello contaron con la participación de 103 pacientes que presentaban diferentes tipos de shock. Se observó que el 73,8% (n = 76) de los pacientes tenían una lectura de EtCO₂ inicial anormal inferior a 35 mmHg, siendo la media de EtCO₂ a la llegada de 29,07 mmHg. Los pacientes intubados tuvieron más probabilidades de morir en urgencias, con una supervivencia de sólo el 75,5%, frente a una supervivencia del 100% de los pacientes no intubados.

Los niveles de EtCO₂ entre los pacientes que sobrevivieron al ingreso hospitalario y los que murieron en urgencias fueron significativos a los cero minutos. Las mediciones tempranas de presión arterial diastólica, bicarbonato, exceso de bases y lactato en sangre también mostraron una diferencia significativa entre los supervivientes inmediatos y a los 30 días, y los que no sobrevivieron al ingreso hospitalario.

7. DISCUSIÓN

Utilidad de la capnografía en RCP: los estudios realizados en la población adulta sobre las diferentes utilidades de la monitorización con capnografía se han centrado principalmente en la utilización de capnografía en situaciones de RCP, evaluación de la vía aérea, enfermedad pulmonar, trastornos metabólicos, procedimientos de sedación y analgesia y en su empleo en el shock hipotensivo.

Desde 2005 varias asociaciones reconocidas como la European Resuscitation Council (ERC) o la American Heart Association (AHA) en 2010, recomendaron el uso de la capnografía durante la realización de una RCP como indicador clínico de la recuperación de la circulación espontánea.

De acuerdo con *Caro-Alonso PÁ et al. 2012* (12) que concluyeron en su estudio que la monitorización del EtCO₂ durante la RCP era un valor predictor e indicador pronóstico de la RCE, *Aminiahidashti H et al. 2018* (22) también afirman que el uso de EtCO₂ es un indicador fiable con un alto valor pronóstico para determinar el resultado de la RCP. Otros autores como *Link MS et al. 2015* (23) también indican, a raíz de revisar otros estudios de pacientes con parada cardíaca intrahospitalaria, que una EtCO₂ inferior a 10 mm Hg en cualquier momento de la reanimación predecía la mortalidad, y que una EtCO₂ superior a 20 mmHg tras 20 minutos de reanimación se asoció a una mayor supervivencia hasta el alta.

Por lo tanto, una EtCO₂ inferior a 10 mmHg en los primeros minutos y a los 20 minutos después de la reanimación inicial se asocia a posibilidades bajas de RCE y supervivencia. Las nuevas recomendaciones de la AHA indican que en pacientes intubados, un valor de EtCO₂ inferior a 10 mmHg tras 20 minutos de RCP puede considerarse un componente para decidir cuándo finalizar los esfuerzos de reanimación, pero no debe utilizarse de forma aislada. En pacientes no intubados, un valor de corte de EtCO₂ en cualquier momento durante la RCP no debe utilizarse como indicación para finalizar los esfuerzos de reanimación, ya que este grupo refiere menos estudios al respecto. (23)

La imposibilidad de alcanzar una EtCO₂ superior a 10 mmHg a pesar de los esfuerzos de reanimación puede ser un componente valioso para decidir cuándo finalizar la reanimación. Sin embargo, algunos de estos estudios sugieren que la

EtCO₂ no debe utilizarse por sí sola como indicación para finalizar o no los esfuerzos de reanimación y no existe un consenso sobre cuál es el valor de corte predictivo de supervivencia.

Utilidad de la capnografía en la colocación del TET: al igual que *Jordan P et al. 2015* (13), *Siobal MS. 2016* (24) reafirma en su revisión que la capnografía es uno de los métodos más fiables para confirmar la colocación del TET en el ámbito de las urgencias extrahospitalarias, con una sensibilidad y especificidad del 100%. Además, apunta que gracias a este método se reducen daños asociados a la intubación esofágica accidental. Sin embargo, ha de tenerse en cuenta que durante una PCR disminuye su precisión para confirmar la posición del TET debido a la disminución del gasto cardíaco, el flujo sanguíneo y el CO₂ exhalado, pudiendo interpretarse de forma errónea como una intubación esofágica.

Utilidad de la capnografía en la valoración de la función respiratoria: por otro lado, *Cedeño HID et al. 2019* (25) afirman que la capnografía usada de forma complementaria a la pulsioximetría aporta una monitorización completa de la función respiratoria del paciente; en cambio cuando se emplea solamente la pulsioximetría, se produce un retardo de 2 a 4 minutos en la detección de eventos graves. Existe una diferencia clara con los resultados obtenidos por *Chung F et al. 2020* (14), dado que la detección por capnografía de los acontecimientos adversos respiratorios fue más temprana que por pulsioximetría en el 75% de los casos, con un tiempo medio de alerta precoz de 8 ± 11 minutos. Por lo tanto, no existe un acuerdo claro en cuál es el tiempo medio de alerta precoz de la capnografía frente a la pulsioximetría en relación con los acontecimientos adversos respiratorios.

Utilidad de la capnografía en el sondaje nasogástrico: según *Ceruti S et al. 2022* (26), el uso de la capnografía determinada por un valor umbral EtCO₂ de 25,5 mmHg sería un mecanismo potencialmente preciso para la colocación de una sonda nasogástrica traqueal, con una sensibilidad muy alta al igual que indican *Heidarzadi E et al. 2020* (15) es su estudio. No obstante, esta técnica puede presentar falsos positivos si la sonda queda alojada en la boca o esófago, por lo que se recomienda aplicar más de un método para confirmar la colocación de la SNG y combinar la capnografía con otra técnica.

Utilidad de la capnografía en la enfermedad pulmonar: *Aminiahidashti H et al. 2018 (22)* aportan en su estudio que existe una relación entre la EtCO₂ y el dióxido de carbono arterial parcial (PaCO₂) en pacientes con asma aguda en el servicio de urgencias. El broncoespasmo se asocia a una fase espiratoria prolongada en el capnograma en pacientes con enfermedades obstructivas como la EPOC. Así mismo, *Krauss B et al. 2005 (27)* citado por *Aminiahidashti H et al. 2018 (22)*, aportaron en su estudio que los capnogramas derivados de sujetos con enfermedad pulmonar obstructiva diferían de los obtenidos de sujetos normales, siendo las diferencias más marcadas en los ángulos de ascenso espiratorio inicial y de la meseta alveolar. Coinciden con *Siobal MS. 2016 (24)* que asigna la forma inclinada típica de la morfología del capnograma en forma de "aleta de tiburón" a un episodio de broncoespasmo y obstrucción de las vías respiratorias. Por lo tanto, hay evidencias para sugerir que el capnograma se puede usar como método para distinguir a los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva de los que no la padecen.

Por otro lado, *Cinar O et al. 2012 (28)* citado también por *Aminiahidashti H et al. 2018 (22)* concluyeron en su estudio que la medición de EtCO₂ predice con precisión la PaCO₂ de los pacientes que acuden al servicio de urgencias con disnea aguda. Sin embargo, se ha comprobado en diferentes estudios publicados que el uso de la EtCO₂ en lugar del valor de pCO₂ es limitado. Así lo describen también *Uzunay H et al. 2021 (18)*, ya que el nivel de EtCO₂ resultó ser diferente al de PaCO₂ en los pacientes que recibieron tratamiento con VMNI de su estudio, por lo que no se pudo generalizar la utilización del EtCO₂ en lugar del nivel de PaCO₂, y se requieren más estudios que comparen estos métodos.

Utilidad de la capnografía en trastornos metabólicos: de acuerdo con *Cereceda-Sánchez FJ y Molina-Mula J. 2017 (19)*, *Aminiahidashti H et al. 2018 (22)* establecen una relación lineal directa entre EtCO₂ y HCO₃⁻, útil en la predicción de la acidosis o cetoacidosis diabética. Sin embargo, estos autores difieren en el punto de corte para establecer un diagnóstico claro, ya que indican que cuando los valores de EtCO₂ son mayores de 36 mmHg no hay diagnóstico de cetoacidosis diabética, y por el contrario, cuando los valores de EtCO₂ son mayores o igual a 29 mmHg, existe cetoacidosis. De esta forma se establece un

punto de corte de EtCO₂ de 30 a 35 mmHg para el diagnóstico de acidosis. Por lo tanto, la EtCO₂ es clínicamente útil en el diagnóstico de acidosis, pero no hay un criterio claro para definir el punto de corte.

Utilidad de la capnografía en procedimientos con sedación y analgesia:

Deitch K et al. 2010 (29) citado por *Aminiahidashti H et al. 2018 (22)* exponen que la capnografía es un método eficaz para diagnosticar precozmente la depresión respiratoria y los trastornos de las vías respiratorias durante la sedación, mostrando el deterioro de la función de las vías respiratorias entre 5 y 240 segundos antes que la pulsioximetría. Por otro lado, *Siobal MS. 2016 (24)* confirma estos resultados en su estudio, en el que explica que la saturación de O₂ se mantiene incluso con una frecuencia respiratoria baja; y que además, frecuentemente la pulsioximetría por sí sola no detecta la depresión respiratoria y los episodios de apnea cuando el paciente recibe O₂ suplementario a diferencia de la capnografía. Por lo tanto, a pesar de no establecer claramente un rango de tiempo de alerta precoz, todos estos autores coinciden con *Khanna AK et al. 2020 (20)* en que la aplicación de la monitorización del EtCO₂ en el entorno posanestésico, durante la sedación y la administración de analgesia con opiáceos, puede proporcionar una alerta precoz importante del compromiso ventilatorio en pacientes adultos.

Utilidad de la capnografía en el shock hipotensivo: *Aminiahidashti H et al. 2018 (22)* en su revisión también aportan información relevante acerca de la capnografía en situaciones de shock. Es considerada un método sencillo y no invasivo para detectar y estimar la intensidad del shock en la fase inicial. Se sabe que la EtCO₂ disminuye en los estados hipotensivos relacionados con el volumen. En el shock relacionado con la reducción del gasto cardíaco, en fase inicial la cantidad de EtCO₂ disminuye significativamente. De forma muy escueta, *Cedeño HID et al. 2019 (25)* también indican en su revisión que en estados de baja perfusión se podría evidenciar un descenso brusco de los valores de EtCO₂ en caso de hipovolemia súbita. De esta manera, como concluyen *Kheng CP y Rahman NH. 2012 (21)* en el estudio analizado, la EtCO₂ debería ser capaz de reflejar cualquier hipoperfusión sistémica. Sin embargo, como la EtCO₂ se ve afectada por el gasto cardíaco, la interpretación de la EtCO₂ en pacientes críticos

debe hacerse con precaución, ya que muchos factores pueden afectar a su lectura e interpretación y actualmente no se dispone de valores absolutos de EtCO₂ de referencia en relación con el shock.

7.1. LIMITACIONES

A la hora de llevar a cabo esta revisión sistemática se han encontrado diferentes dificultades, como son la bibliografía no disponible de forma completa encontrada, estudios que han sido descartados por tratarse de población pediátrica o animales, o la dificultad que han planteado algunos estudios a la hora de evaluar su evidencia mediante la escala STROBE. También ha resultado difícil redactar algunas discusiones debido a la controversia entre diferentes autores sobre un mismo punto.

7.2. APLICACIONES EN LA PRÁCTICA CLÍNICA

El personal de enfermería es el responsable de atender, evaluar y vigilar periódicamente al paciente crítico, tanto si es atendido por el servicio de emergencias extrahospitalarias o durante su estancia en el servicio de Urgencias, como durante el ingreso y hospitalización. La aplicación adecuada de la capnografía es un método que ha demostrado influir en mejoras de la seguridad del paciente, en la evaluación de la atención y de las intervenciones, en la identificación de la fisiología anormal y la predicción de los resultados. Dada la importancia que tiene la monitorización mediante capnografía, se considera de interés que el personal de enfermería con formación en capnografía, principalmente de servicios especiales, aplique esta técnica en sus actividades diarias con pacientes críticos.

7.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Diferentes autores de la bibliografía seleccionada para esta revisión, aportan datos sobre la importancia de la monitorización mediante capnografía en el paciente adulto, que influye de una manera importante sobre la seguridad del paciente crítico y la ayuda a la resolución de diferentes situaciones clínicas comprometidas.

Sin embargo, es necesario seguir investigando sobre este tema, con el fin de que cada vez haya más estudios de calidad y basados en la evidencia, para poder comprender mejor esta técnica de monitorización y que el personal de enfermería, del que depende una aplicación adecuada de la capnografía, pueda llevarla a la práctica de forma rutinaria en sus servicios de trabajo.

Además, podría haberse detectado una necesidad formativa para el personal de enfermería en materia de monitorización mediante capnografía, por lo que se plantea la idea de poder seguir evaluando esa necesidad a raíz de este trabajo con el fin de crear una guía formativa en monitorización con capnografía que se pueda poner en práctica para el personal de enfermería.

8. VALORACIÓN DE LA CAPNOGRAFÍA (FASE II)

8.1. METODOLOGÍA

Ámbito de estudio

La encuesta se llevó a cabo tanto en el Área de Salud Este como Oeste, concretamente en el Hospital Clínico Universitario de Valladolid (HCUV) y en el Hospital Universitario Río Hortega (HURH). Se dirigió al personal de enfermería de los servicios especiales de ambos hospitales:

- Hospital Clínico Universitario de Valladolid (HCUV): Urgencias, UVI, REA General, REA Cardíaca, Unidad coronaria.
- Hospital Universitario Río Hortega (HURH): Urgencias, UVI, REA Quirúrgica.

Periodo de estudio

La realización de la encuesta al personal de Enfermería y la recogida de resultados se realizó a partir del momento en el que fue aprobada por parte de los diferentes Comités de Área de Salud y de la Facultad de Enfermería de Valladolid.

Estrategia de selección de la muestra

- **Criterios de inclusión:** enfermeras/os que se encontraran trabajando en los servicios especiales durante la fase de recogida de datos: Urgencias, UVI, Unidades de reanimación y coronarias del HCUV y HURH; que aceptaran participar en la cumplimentación de la encuesta.
- **Criterios de exclusión:** enfermeras/os que no pertenecieran a los servicios especiales mencionados.

Selección de la muestra

La muestra estaba formada por todas aquellas enfermeras/os de los servicios especiales del HCUV y HURH que decidieran participar en la cumplimentación de la encuesta de forma voluntaria. Finalmente fueron solo 64 participantes.

Descripción de las variables

- **Variables independientes:** las variables sociodemográficas y del ámbito laboral fueron registradas mediante el “cuestionario de datos sociodemográficos y laborales” (Anexo VI).
- **Variables dependientes:** para determinar la valoración sobre la monitorización mediante capnografía del personal de enfermería se utilizó un cuestionario que se elaboró utilizando el formulario del artículo “*Nursing attitudes towards continuous capnographic monitoring off loor patients*”, publicado en la revista BMJ en septiembre de 2018 (30) y que previamente se validó por los Comités de Ética correspondientes. (Anexo VII)

El cuestionario constaba de 5 preguntas con 5 posibles opciones de respuesta, en las que se utilizó un rango que comprendía desde una valoración “muy negativa” o “en desacuerdo” hasta una valoración “muy positiva” o “de acuerdo” por parte del encuestado.

Las respuestas que se correspondían con un mayor grado de positividad o conformidad, indicaban una buena valoración hacia la capnografía y por el contrario, respuestas con un mayor grado de negatividad o desconformidad, indicaban una mala valoración de la capnografía.

Todos los ítems que forman la encuesta tenían una respuesta de carácter obligatorio, de tal forma que para finalizar la encuesta se debían cumplimentar todos los campos.

Recogida de la información

Se distribuyó la encuesta entre el personal de enfermería de los servicios especiales mencionados a través de un enlace web mediante la aplicación “WhatsApp” y el correo electrónico corporativo.

Análisis de datos

Para la realización de esta encuesta se utilizó la aplicación web de Google Forms. Una vez recopilados los datos, se recogieron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel y fueron analizados para su representación gráfica.

8.2. RESULTADOS

Se obtuvieron 64 encuestas cumplimentadas. La mayoría de participantes de esta encuesta fueron mujeres, representando el 90,6% de los encuestados. La edad fue un factor muy variado, siendo unos de los grupos de edad con mayor participación los comprendidos entre los 25-30 años y 30-45 años, representando un 18,8% cada uno de ellos.

La mitad de los participantes contaban con un contrato de tipo temporal, mientras que la otra mitad con un contrato de tipo fijo. Así mismo, la mitad de los encuestados pertenecían al servicio de Urgencias del HURH, siendo menor la participación de otros servicios.

A pesar de que más del 50% de los participantes tenían más de 10 años de experiencia, solo un 32,8% de ellos tenían formación en capnografía y sin embargo más de un 90% la utilizaban en su servicio de trabajo.

Más de un 60% de los encuestados considera que el uso de la capnografía influye de forma positiva en la atención, seguridad y evolución del paciente; y casi un 30% de forma muy positiva.

El 100% de los participantes están entre de acuerdo y totalmente de acuerdo en que el uso de la capnografía proporciona datos clínicos importantes, y consideran necesaria la formación en esta materia para el personal de enfermería.

En el Anexo VIII, se presentan los resultados gráficos del formulario en el que se han registrado las respuestas de 64 participantes.

9. CONCLUSIONES

La capnografía es una monitorización no invasiva cuya aplicación está cada vez más en auge en los servicios de urgencias y emergencias extrahospitalarias, unidades de cuidados intensivos, quirófanos y unidades de reanimación. Se trata de una herramienta importante para el personal de enfermería que ha demostrado su utilidad en maniobras de RCP, colocación del tubo endotraqueal, evaluación de la vía aérea, procedimientos de sedación y analgesia, clínica de shock y valoración de la función respiratoria, trastornos metabólicos y enfermedad pulmonar. Además, influye en la seguridad del paciente, permitiendo la predicción de los resultados en diferentes situaciones clínicas. Sin embargo, son necesarios más estudios e investigaciones basadas en la evidencia para evaluar la aplicación de la capnografía en el paciente adulto en la práctica clínica enfermera.

El personal de enfermería de los servicios especiales de los hospitales públicos de Valladolid podría considerar la monitorización mediante capnografía junto con la pulsioximetría como una herramienta de trabajo no invasiva importante en la atención al paciente, que afecta a la seguridad de este y proporciona datos clínicos objetivos en la evaluación y seguimiento del paciente.

Además, se podrían tener en cuenta los resultados de la encuesta para detectar una posible necesidad formativa en materia de monitorización mediante capnografía para el personal de enfermería.

10. **BIBLIOGRAFÍA**

1. Díez-Picazo LD, Barrado-Muñoz L, Blanco-Hermo P, Barroso-Matilla S, Espinosa Ramírez S. La capnografía en los servicios de emergencia médica. SEMERGEN - Med Fam. marzo de 2009;35(3):138-43.
2. Wall BF, Magee K, Campbell SG, Zed PJ. Capnography versus standard monitoring for emergency department procedural sedation and analgesia. En: The Cochrane Collaboration, editor. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2013 [citado 1 de marzo de 2023]. p. CD010698. Disponible en: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD010698>
3. Asuero de Lis MS, Alonso Iñigo JM, Gómez Grande ML, Almela Quilis A, Díaz Lobato S. Módulo 4.2. Monitorización de la oxigenación y ventilación: métodos transcutáneos. En: Fundamentos de VMNI en la insuficiencia respiratoria aguda. 1ª. SECUR; 2009.
4. McNeill MM, Hardy Tabet C. The Effectiveness of Capnography Versus Pulse Oximetry in Detecting Respiratory Adverse Events in the Postanesthesia Care Unit (PACU): A Narrative Review and Synthesis. J Perianesth Nurs. abril de 2022;37(2):264-269.e1.
5. García Fernández J, Mingote Lladó Á, Marrero García R. VENTIMEC. Tratado de ventilación mecánica en anestesiología, cuidados intensivos y trasplantes. 1ª. Editorial Médica Panamericana, S. A.; 2022. 61 p.
6. Albanese MHB, Barrera FP, Valenzuela CC, Gil D, Riquelme C, Olive F, et al. Capnografía volumétrica y su aplicación en la monitorización de la ventilación mecánica. 2019;
7. Díaz-Prieto A, Via G, García C. Capítulo 4. Adquisición y monitorización de gases respiratorios sanguíneos y tisulares. En: Enfermo crítico y emergencias. 2ª. Elsevier; 2020. p. 1096.
8. Calderón de la Barca Gázquez JM, Jiménez Murillo L, Rodríguez Cantalejo F, Montero Pérez FJ. Capítulo 8. Gasometría, pulsioximetría y capnografía. En: Medicina de Urgencias y Emergencias. 6ª. Elsevier; 2018. p. 58-64.
9. Barrado Muñoz L, Barroso Matilla S, Patón Morales G, Sánchez Carro J. Capnografía, la evolución en la monitorización del paciente crítico. Zona TES. 2013;(1).
10. Cabello López JB. Plantilla para ayudarte a entender una Revisión Sistemática. En: CASPe. Guías CASPe de Lectura Crítica de la Literatura Médica. Cuad I. 2005;p.13-17.
11. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. Declaración de la iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales. Rev Esp Salud Pública. junio de 2008;82(3):251-9.
12. Caro-Alonso PÁ, Rodríguez-Martín B, Caro-Alonso PÁ, Rodríguez-Martín B. El dióxido de carbono al final de la espiración como signo precoz y valor pronóstico de la recuperación de la circulación espontánea en la parada cardíaca extrahospitalaria. Una revisión sistemática. Rev Esp Salud Pública [Internet]. 2021 [citado 18 de noviembre de 2022];95. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1135-57272021000100186&lng=es&nrm=iso&tlng=es
13. Jordan P, Ten Ham W, Fataar D. Endotracheal tube verification in adult mechanically ventilated patients. South Afr J Crit Care Online. junio de 2015;31(1):20-3.

14. Chung F, Wong J, Mestek ML, Niebel KH, Lichtenthal P. Characterization of respiratory compromise and the potential clinical utility of capnography in the post-anesthesia care unit: a blinded observational trial. *J Clin Monit Comput.* junio de 2020;34(3):541-51.
15. Heidarzadi E, Jalali R, Hemmatpoor B, Salari N. The comparison of capnography and epigastric auscultation to assess the accuracy of nasogastric tube placement in intensive care unit patients. *BMC Gastroenterol.* 22 de junio de 2020;20(1):196.
16. Sun X, Yang W, Gong S, Liang S, Gu S, Lu H, et al. Diagnostic value of volumetric capnography in patients with chronic cough variant asthma. *Clinics [Internet].* 19 de octubre de 2020 [citado 18 de noviembre de 2022];75. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/clin/a/KtxwsqsmCckCC4jkZRxnNRR/?lang=en>
17. Moronta Martín M^{ad}, Gutiérrez Ortega C. Correlación de los valores de pCO₂ obtenidos por gasometría arterial y capnografía transcutánea. *Sanid Mil.* junio de 2013;69(2):82-6.
18. Uzunay H, Selvi F, Bedel C, Karakoyun OF. Comparison of ETCO₂ Value and Blood Gas PCO₂ Value of Patients Receiving Non-invasive Mechanical Ventilation Treatment in Emergency Department. *SN Compr Clin Med.* 2021;3(8):1717-21.
19. Cereceda-Sánchez FJ, Molina-Mula J. Capnografía como herramienta para detectar alteraciones metabólicas de los pacientes atendidos en situaciones de urgência. *Rev Lat Am Enfermagem [Internet].* 15 de mayo de 2017 [citado 28 de noviembre de 2022];25. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/rlae/a/vVbJFhLhFHmv5rDTxZNggqzx/?lang=es>
20. Khanna AK, Bergese SD, Jungquist CR, Morimatsu H, Uezono S, Lee S, et al. Prediction of Opioid-Induced Respiratory Depression on Inpatient Wards Using Continuous Capnography and Oximetry: An International Prospective, Observational Trial. *Anesth Analg.* octubre de 2020;131(4):1012-24.
21. Kheng CP, Rahman NH. The use of end-tidal carbon dioxide monitoring in patients with hypotension in the emergency department. *Int J Emerg Med.* 24 de julio de 2012;5(1):31.
22. Aminiahidashti H, Shafiee S, Zamani Kiasari A, Sazgar M. Applications of End-Tidal Carbon Dioxide (ETCO₂) Monitoring in Emergency Department; a Narrative Review. *Emergency.* 2018;6(1):e5.
23. Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ, Halperin HR, Hess EP, Moitra VK, et al. Part 7: Adult Advanced Cardiovascular Life Support: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 3 de noviembre de 2015;132(18 Suppl 2):S444-464.
24. Siobal MS. Monitoring Exhaled Carbon Dioxide. *Respir Care.* octubre de 2016;61(10):1397-416.
25. Cedeño HID, Pesantez MFM, Ponce DIM, Villegas ILT. Utilidad de la capnografía en urgencias. *RECIMUNDO Rev Científica Investig El Conoc.* 2019;3(Extra 3 (ESP)):218-38.
26. Ceruti S, Dell'Era S, Ruggiero F, Bona G, Glotta A, Biggiogero M, et al. Nasogastric tube in mechanical ventilated patients: ETCO₂ and pH measuring to confirm correct placement. A pilot study. *PLoS ONE.* 2 de junio de 2022;17(6):e0269024.
27. Krauss B, Deykin A, Lam A, Ryoo JJ, Hampton DR, Schmitt PW, et al. Capnogram Shape in Obstructive Lung Disease. *Anesth Analg.* marzo de 2005;100(3):884.
28. Cinar O, Acar YA, Arziman İ, Kilic E, Eyi YE, Ocal R. Can mainstream end-tidal carbon dioxide measurement accurately predict the arterial carbon dioxide level of patients with acute dyspnea in ED. *Am J Emerg Med.* 1 de febrero de 2012;30(2):358-61.

29. Deitch K, Miner J, Chudnofsky CR, Dominici P, Latta D. Does End Tidal CO₂ Monitoring During Emergency Department Procedural Sedation and Analgesia With Propofol Decrease the Incidence of Hypoxic Events? A Randomized, Controlled Trial. *Ann Emerg Med.* 1 de marzo de 2010;55(3):258-64.
30. Clark CL, Weavind LM, Nelson SE, Wilkie JL, Conway JT, Freundlich RE. Nursing attitudes towards continuous capnographic monitoring of floor patients. *BMJ Open Qual.* 2018;7(3):e000416.

11. ANEXOS

11.1. ANEXO I. Programa de lectura crítica CASPe (10)

Tabla 2. Plantilla de lectura crítica CASPe.

Preguntas de eliminación	Respuesta
1. ¿Se hizo la revisión sobre un tema claramente definido?	Sí / No se / No
2. ¿Buscaron los autores el tipo de artículos adecuado?	
Preguntas detalladas	Respuesta
3. ¿Crees que estaban incluidos los estudios importantes y pertinentes?	Sí / No se / No
4. ¿Crees que los autores de la revisión han hecho suficiente esfuerzo para valorar la calidad de los estudios incluidos?	
5. Si los resultados de los diferentes estudios han sido mezclados para obtener un resultado “combinado”, ¿era razonable hacer eso?	
6. ¿Cuál es el resultado global de la revisión?	*No cuantificable
7. ¿Cuál es la precisión del resultado?	*No cuantificable
8. ¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio?	Sí / No se / No
9. ¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión?	
10. ¿Los beneficios merecen la pena frente a los perjuicios y costes?	

11.2. ANEXO II. Formulario recomendaciones STROBE (11)

Tabla 3. Declaración STROBE: lista de puntos esenciales que deben describirse en la publicación de los estudios observacionales

Título y resumen	Punto	Recomendación
	1	(a) Indique, en el título o en el resumen, el diseño del estudio con un término habitual. (b) Proporcione en el resumen una sinopsis informativa y equilibrada de lo que se ha hecho y lo que se ha encontrado.
Introducción Contexto/fundamentos Objetivos	2 3	Explique las razones y el fundamento científicos de la investigación. Indique los objetivos específicos, incluida cualquier hipótesis preespecificada.
Métodos Diseño del estudio Contexto Participantes Variables Fuente de datos/medidas Segos Tamaño muestral Variables cuantitativas Métodos estadísticos	4 5 6 7 8* 9 10 11 12	Presente al principio del documento los elementos clave del diseño del estudio. Describa el marco, los lugares y las fechas relevantes, incluido los períodos de reclutamiento, exposición, seguimiento y recogida de datos. (a) Estudios de cohortes: proporcione los criterios de elegibilidad así como las fuentes y el método de los participantes. Especifique los métodos de seguimiento. Estudios de casos y controles: proporcione los criterios de elegibilidad así como las fuentes y el proceso diagnóstico de los casos y el de selección de los controles. Proporcione las razones para la elección de casos y controles. Estudios transversales: proporcione los criterios de elegibilidad y las fuentes y métodos de selección de los participantes. (b) Estudios de cohortes: en los estudios apareados, proporcione los criterios para la formación de parejas y el número de participantes con sin exposición. Estudios de casos y controles. En los estudios apareados, proporcione los criterios para la formación de las parejas y el número de controles por cada caso. Defina claramente todas las variables, de respuesta, exposiciones, predictoras, confundidoras y modificadoras del efecto. Si procede proporcione los criterios diagnósticos. Para cada variable de interés: proporcione las fuentes de datos y los detalles de los métodos de valoración (medida). Si hubiera más de un grupo, especifique la comparabilidad de los procesos de medida. Especifique todas las medidas adoptadas para afrontar fuentes potenciales de sesgo. Explique cómo se determinó el tamaño muestral. Explique cómo se trataron las variables cuantitativas en el análisis. Si procede, explique qué grupos de definieron y por qué. (a) Especifique todos los métodos estadísticos, incluidos los empleados para controlar los factores de confusión. (b) Especifique todos los métodos utilizados para analizar subgrupos e interacciones. (c) Explique el tratamiento de los datos ausentes (missing data). (d) Estudio de cohortes: si procede, explique cómo se afrontan las pérdidas en el seguimiento. Estudios de casos y controles: si procede, explique cómo se afrontan las pérdidas en el seguimiento. Estudios transversales: si procede, especifique cómo se tiene en cuenta en el análisis la estrategia de muestreo. (e) Describa los análisis de sensibilidad.
Resultados Participantes Datos descriptivos Datos de las variables de resultado Resultados principales	13* 14* 15* 16	(a) Describa el número de participantes en cada fase del estudio: por ejemplo: cifras de los participantes potencialmente elegibles, los analizados para ser incluidos, los confirmados elegibles, los incluidos en el estudio, los que tuvieron un seguimiento completo y los analizados. (b) Describa las razones de la pérdida de participantes en cada fase. (c) Considere el uso de un diagrama de flujo. (a) Describa las características de los participantes en el estudio (p.ej., demográficas, clínicas, sociales) y la información sobre las exposiciones y los posibles factores de confusión. (b) Indique el número de participantes con datos ausentes en cada variable de interés. (c) Estudios de cohortes: resume el período de seguimiento (p. ej. promedio y total). Estudios de cohortes: describa el número de eventos resultado, o bien proporcione medias resumen a lo largo del tiempo. Estudios de casos y controles: describa el número de participantes en cada categoría de exposición, o bien proporciones medias resumen de exposición. Estudios transversales: describa el número de eventos resultado, o bien proporciones medidas resumen. (a) Proporciones estimaciones no ajustadas y, si procede, ajustadas por factores de confusión, así como su precisión (p. ej. Intervalos de confianza del 95%). Especifique los factores de confusión por los que se ajusta y las razones para incluirlos. (b) Si categoriza variables continuas, describa los límites de los intervalos. (c) Si fuera pertinente, valore acompañar las estimaciones del riesgo relativo con estimaciones del riesgo absoluto para un período de tiempo relevante.
Otros análisis	17	Describa otros análisis efectuados (de subgrupos, interacciones o sensibilidad).
Discusión Resultados clave Limitaciones Interpretación Generabilidad	18 19 20 21	Resume los resultados principales de los objetivos del estudio. Discuta las limitaciones del estudio, teniendo en cuenta posibles fuentes de sesgo o de imprecisión. Razone tanto sobre la dirección como sobre la magnitud de cualquier posible sesgo. Proporcione una interpretación global prudente de los resultados considerando objetivos, limitaciones, multiplicidad de análisis, resultados de estudios similares y otras pruebas empíricas relevantes. Discuta la posibilidad de generalizar los resultados (validez externa).
Otra información Financiación	22	Especifique la financiación el papel de los patrocinadores del estudio y, si procede, del estudio previo en el que basa el presente artículo.

11.3. ANEXO III. Resultados obtenidos según guía CASPe

Tabla 4. Resultados guía CASPe. Elaboración propia

Autores	A1	A2	A3	A4	A5	B6	B7	C8	C9	C10	Total
<i>Caro-Alonso PÁ et al. (12)</i>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	*NC	*NC	Sí	Sí	Sí	8/10
<i>Jordan P et al. 2015 (13)</i>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	*NC	*NC	Sí	Sí	Sí	8/10
<i>Cereceda-Sánchez FJ, Molina-Mula J. 2017 (19)</i>	Sí	Sí	Sí	No	Sí	*NC	*NC	Si	Sí	Sí	7/10

11.4. ANEXO IV. Resultados obtenidos según declaración STROBE

Tabla 5. Resultados declaración STROBE. Elaboración propia

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Total
Título	Characterization of respiratory compromise and the potential clinical utility of capnography. (14)																						
	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	19/22
Título	The comparison of capnography and epigastric auscultation to assess the accuracy of nasogastric tube placement in intensive care unit patients. (15)																						
	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	18/22
Título	Diagnostic value of volumetric capnography in patients with chronic cough variant asthma. (16)																						
	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	18/22
Título	Correlación de los valores de pCO ₂ obtenidos por gasometría arterial y capnografía transcutánea. (17)																						
	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí	17/22
Título	Comparison of EtCO ₂ value and blood gas pCO ₂ value of patients receiving non-invasive mechanical ventilation treatment in emergency department. (18)																						
	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	18/22

Título	Prediction of opioid-induced respiratory depression on inpatient wards using continuous capnography and oximetry: an international prospective, observational trial. (20)																						
	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	22/22
Título	The use of end-tidal carbon dioxide monitoring in patients with hypotension in the emergency department. (21)																						
	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	18/22

11.5. ANEXO V. Resultados de los artículos seleccionados para la revisión sistemática

Tabla 6. Resumen de los artículos seleccionados. Elaboración propia

Categoría de análisis	Título	Autores y año	Tipo de estudio	Objetivos	Muestra	Principales resultados
PCR Y RECUPERACIÓN ESPONTÁNEA DE LA CIRCULACIÓN	El dióxido de carbono al final de la espiración como signo precoz y valor pronóstico de la recuperación de la circulación espontánea en la parada cardiaca extrahospitalaria. Una revisión sistemática	Caro-Alonso PÁ et. al. 2012 (12)	Revisión sistemática	Analizar la evidencia disponible sobre la utilidad de la monitorización de los valores de EtCO ₂ en la PCR extrahospitalaria como signo precoz e indicador pronóstico de la RCE	8 artículos incluidos en estudio analizados con Prisma.	Los estudios reportaron una asociación entre el aumento abrupto de EtCO ₂ y la RCE discrepando en los puntos de corte predictores (un aumento mayor a 10 mmHg y valores iniciales o a los tres minutos mayores de 10 mmHg o 19 mmHg)
EVALUACIÓN VÍA AÉREA	Endotracheal tube verification in adult mechanically ventilated patients	Jordan P et al. 2015 (13)	Revisión bibliográfica	Explorar los métodos que pueden utilizarse para verificar la colocación del tubo endotraqueal (TET) en pacientes adultos con ventilación mecánica	11 estudios incluidos en el análisis de la revisión	Se identificaron diversos métodos para verificar la colocación de la TET en pacientes adultos con ventilación mecánica. La ecografía y la capnografía tuvieron una sensibilidad y especificidad excelentes para verificar la colocación de la TET.

EVALUACIÓN VÍA AÉREA	Characterization of respiratory compromise and the potential clinical utility of capnography in the post-anesthesia care unit: a blinded observational trial	Chung F et al. 2020 (14)	Ensayo observacional prospectivo	Determinar la frecuencia y duración de los acontecimientos adversos respiratorios detectados por capnografía en la unidad de cuidados posanestésicos	250 pacientes sometidos a cirugía electiva con anestesia general y monitorización con capnografía y pulsioximetría	La capnografía detectó los acontecimientos adversos respiratorios antes que la monitorización estándar en el 75% de los casos, con un tiempo medio de alerta precoz de 8 ± 11 min.
	The comparison of capnography and epigastric auscultation to assess the accuracy of nasogastric tube placement in intensive care unit patients	Heidarzadi E et al. 2020 (15)	Estudio descriptivo comparativo	Comparar la auscultación epigástrica y la capnografía para evaluar la precisión de la inserción de sondas nasogástricas en pacientes de UCI	60 pacientes mediante muestreo de conveniencia	El resultado mostró que la capnografía tenía una sensibilidad, especificidad y exactitud de 100, 92,5 y 95% respectivamente, pero la auscultación epigástrica tenía 90, 80 y 83,4% respectivamente.
ENFERMEDAD PULMONAR	Diagnostic value of volumetric capnography in patients with chronic cough variant asthma	Sun X et al. 2020 (16)	Estudio transversal doble ciego	Evaluar los cambios cuantitativos y el rendimiento diagnóstico de los parámetros de la capnografía volumétrica en pacientes con tos de etiología asmática.	31 pacientes con tos de etiología asmática y 30 pacientes con tos crónica sin asma	La pendiente de la fase III del capnograma y la relación entre la pendiente de la fase III/fase II disminuyeron con respecto al valor basal tras la provocación con histamina en los pacientes con tos de etiología asmática, pero aumentaron en los pacientes con tos crónica sin asma.

ENFERMEDAD PULMONAR	Correlación de los valores de pCO ₂ obtenidos por gasometría arterial y capnografía transcutánea	Moronta Martín M ad, Gutiérrez Ortega C. 2013 (17)	Estudio transversal	Determinar la correlación de las medidas de PaCO ₂ obtenidas mediante gasometría y capnografía.	359 pacientes ambulatorios con patología respiratoria	La correlación de los valores de pCO ₂ por ambas técnicas fue de 0'603. La media de las diferencias fue del 1'08% a favor de los valores de pCO ₂ obtenidos por capnografía transcutánea.
	Comparison of ETCO ₂ Value and Blood Gas PCO ₂ Value of Patients Receiving Non-invasive Mechanical Ventilation Treatment in Emergency Department	Uzunay H et al. 2021 (18)	Estudio clínico transversal prospectivo	Evaluar si el uso de EtCO ₂ en el proceso de tratamiento puede sustituir al uso de pCO ₂ (gasometrías) en pacientes programados para tratamiento con VMNI en el servicio de urgencias.	154 Pacientes que acudieron al servicio de urgencias con dificultad respiratoria y que necesitaron VMNI	La media de los valores de pCO ₂ medidos fue de $52,6 \pm 13,2$. La media de los valores de EtCO ₂ medidos simultáneamente fue de $33,6 \pm 10,1$. Hubo una diferencia significativa entre los valores de pCO ₂ y los valores de EtCO ₂ en la primera hora de tratamiento con VMNI.
TRASTORNOS METABÓLICOS	Capnografía como herramienta para detectar alteraciones metabólicas de los pacientes atendidos	Cereceda-Sánchez FJ, Molina-Mula J. 2017 (19)	Revisión bibliográfica	Explorar la utilidad de la capnografía para la detección de alteraciones metabólicas ante pacientes en respiración espontánea, en el ámbito de las	19 estudios incluidos en la revisión	Algunos estudios indican una correlación moderada entre EtCO ₂ y PaCO ₂ , y fuerte entre EtCO ₂ y HCO ₃ ⁻ , indicando que valores de EtCO ₂ > 24,5 mmHg estaban fuera de rango de cetoacidosis diabética, con una

	en situaciones de urgencia			emergencias y los cuidados críticos.		sensibilidad y especificidad de 0,90
SEDACIÓN Y ANALGESIA	Prediction of Opioid-Induced Respiratory Depression on Inpatient Wards Using Continuous Capnography and Oximetry: An International Prospective, Observational Trial	Khanna AK et al. 2020 (20)	Ensayo prospectivo y observacional	Validar una herramienta de predicción del riesgo de depresión respiratoria en pacientes que reciben opioides, detectada mediante la monitorización continua con pulsioximetría y capnografía	1.335 pacientes que recibían opioides parenterales	614 presentaron al menos un episodio de depresión respiratoria durante la monitorización. Las alarmas más frecuentes de la capnografía y la pulsioximetría con episodios de depresión respiratoria identificados fueron por apnea (596 pacientes), frecuencia respiratoria baja (155 pacientes) y EtCO ₂ bajo (141pacientes).
SHOCK HIPOTENSIVO	The use of end-tidal carbon dioxide monitoring in patients with hypotension in the emergency department	Kheng CP, Rahman NH. 2012 (21)	Estudio observacional prospectivo	El objetivo de este estudio fue determinar la utilidad de la monitorización de EtCO ₂ en pacientes con shock hipotensivo que acuden a urgencias	103 adultos en shock con hipotensión que acudieron al servicio de urgencias	Mediciones tempranas de EtCO ₂ fueron significativamente inferiores en pacientes que no sobrevivieron al ingreso hospitalario. Todos los que tenían EtCO ₂ ≤ 12mmHg murieron en urgencias. La EtCO ₂ también se correlacionó positivamente con la PA, el HCO ₃ ⁻ y el lactato en todos los pacientes en shock.

11.6. ANEXO VI. Cuestionario Capnografía y Carta de presentación

CARTA DE PRESENTACION

Bienvenido/a a este formulario.

Soy [REDACTED], estudiante de Enfermería de la Universidad de Valladolid.

Estoy llevando a cabo la realización de mi TFG sobre la Capnografía en Enfermería. El objetivo del estudio es describir las utilidades de la Capnografía en enfermería y conocer la valoración que tienen los enfermeros/as sobre su uso y manejo.

Para ello se precisa su participación como enfermero/a en la cumplimentación del siguiente cuestionario, cuya duración será de tan solo unos minutos.

Las respuestas serán totalmente anónimas y analizadas garantizando la confidencialidad e intimidad según la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de derechos digitales. Al realizar este cuestionario da el consentimiento para que sus respuestas se utilicen con fines docentes y de investigación.

Muchas gracias por su colaboración.

CUESTIONARIO DE DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS Y LABORALES

EDAD:	20-25 <input type="checkbox"/>	25-30 <input type="checkbox"/>	30-35 <input type="checkbox"/>	35-40 <input type="checkbox"/>	40-45 <input type="checkbox"/>	45-50 <input type="checkbox"/>	>50 <input type="checkbox"/>
SEXO:	MUJER <input type="checkbox"/>	HOMBRE <input type="checkbox"/>					
TIPO DE CONTRATO:	TEMPORAL <input type="checkbox"/>	FIJO <input type="checkbox"/>					
SERVICIO DE TRABAJO:						
AÑOS EXPERIENCIA:	0-5 <input type="checkbox"/>	5-10 <input type="checkbox"/>	10-15 <input type="checkbox"/>	15-20 <input type="checkbox"/>	20-25 <input type="checkbox"/>	>25 <input type="checkbox"/>	
FORMACIÓN EN CAPNOGRAFÍA:	SÍ <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>					
USO DE CAPNOGRAFÍA:	SÍ <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>					

CUESTIONARIO SOBRE VALORACIÓN DE LA CAPNOGRAFÍA

- 1. ¿Cómo cree que influye el uso de capnografía junto con la pulsioximetría en la atención de enfermería al paciente?**
 - a. Muy negativamente.
 - b. Negativamente.
 - c. No influye.
 - d. Positivamente.
 - e. Muy positivamente.
- 2. ¿Cómo cree que afecta la monitorización mediante capnografía a la seguridad del paciente?**
 - a. Muy negativamente.
 - b. Negativamente.
 - c. No influye.
 - d. Positivamente.
 - e. Muy positivamente.
- 3. La capnografía proporciona datos clínicos objetivos importantes en el paciente crítico:**
 - a. Totalmente en desacuerdo.
 - b. En desacuerdo.
 - c. Indiferente.
 - d. De acuerdo.
 - e. Totalmente de acuerdo.
- 4. ¿De qué forma considera el uso de la capnografía como herramienta no invasiva en la evolución y recuperación del paciente?**
 - a. Muy negativamente.
 - b. Negativamente.
 - c. No influye.
 - d. Positivamente.
 - e. Muy positivamente.

5. ¿Consideraría necesaria la formación en capnografía para el personal de Enfermería?

- a. Totalmente en desacuerdo.
- b. En desacuerdo.
- c. Indiferente.
- d. De acuerdo.
- e. Totalmente de acuerdo.

11.7. ANEXO VII. Aprobación de los Comités de Ética

INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS (CEIm)

D. [REDACTED], Secretario del Comité de Ética de la Investigación con medicamentos (CEIm) del Área de Salud Valladolid Oeste



CERTIFICA:

Que este Comité ha tenido conocimiento del Proyecto de Investigación, Trabajo Fin de Grado (TFG), titulado: **"Utilidades de la capnografía en enfermería"**, Ref. CEIm: 23-PI041, Protocolo versión 1.0, y considera que:

Una vez evaluados los aspectos éticos del mismo, acuerda que no hay inconveniente alguno para su realización, por lo que emite **INFORME FAVORABLE**.

Este Proyecto de Investigación será realizado por el alumno D. [REDACTED] siendo su tutora en el Hospital Universitario Río Hortega D^a [REDACTED].

Lo que firmo en Valladolid, a 15 de Febrero de 2023

 
Fdo. D. [REDACTED]
Secretario Técnico CEIm

**COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS
ÁREA DE SALUD VALLADOLID**

Dr. [REDACTED], Secretario Técnico del COMITÉ DE ÉTICA DE LA
INVESTIGACIÓN CON MEDICAMENTOS del Área de salud Valladolid Este

CERTIFICA

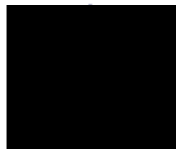
En la reunión del CEIm ÁREA DE SALUD VALLADOLID ESTE del 16 de marzo de 2023,
se procedió a la evaluación de los aspectos éticos del siguiente trabajo de fin de
grado:

PI 23-3039 TFG	UTILIDADES DE LA CAPNOGRAFIA EN ENFERMERIA	I.P.: [REDACTED] [REDACTED] EQUIPO: [REDACTED] [REDACTED] HURH/HCUV
-------------------	---	---

A continuación, les señalo los acuerdos tomados por el CEIm ÁREA DE SALUD VA-
LLADOLID ESTE en relación a dicho Trabajo de fin de grado:

Considerando que el Trabajo fin de grado contempla los Convenios y Normas esta-
blecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la
protección de datos de carácter personal y la bioética, se hace constar el **informe
favorable** del Comité de Ética de la Investigación con Medicamentos Área de Salud
Valladolid Este para la realización del trabajo fin de grado.

Un cordial saludo.



Dr. [REDACTED].
CEIm Área de Salud Valladolid Este
Hospital Clínico Universitario de Valladolid
Farmacología, Facultad de Medicina,
Universidad de Valladolid,
c/ Ramón y Cajal 7,47005 Valladolid

[REDACTED]
[REDACTED]
tel.: [REDACTED]



Universidad de Valladolid



INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA E INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE ENFERMERÍA

Reunida la Comisión de Ética e Investigación de la Facultad de Enfermería de Valladolid el día 23 de febrero de 2023 y vista la solicitud presentada por:

DON [REDACTED], estudiante de Grado de la Facultad de Enfermería

Tutora del TFG, Don [REDACTED]

Acuerda emitir **informe favorable**, en relación con la propuesta de Trabajo Fin de Grado que lleva por título:

«Utilidad de la capnografía en Enfermería»

Y para que conste a los efectos oportunos firmo el presente escrito en Valladolid a 23 de febrero de 2023.

EL PRESIDENTE DE LA COMISIÓN



Fdo.: [REDACTED]



Facultad de Enfermería. Edificio de Ciencias de la Salud. Avda. Ramón y Cajal, 7. 47005 Valladolid.
Tfno.: 983 423000- ext.4083. Fax: 983 423284. e-mail: decanato.enf.va@uva.es



Avda. Ramón y Cajal, 3 - 47003 Valladolid
Tel.: 983 42 00 00 - Fax 983 25 75 11
gerente.hcu@saludcastilayleon.es



CONFORMIDAD DE LA DIRECCIÓN DE ENFERMERÍA

D. [REDACTED], Director de Enfermería del Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Hago constar:

Que conozco la documentación relativa al estudio que lleva por título:
"Utilidades de la capnografía en la práctica enfermera"

Y cuyo investigador principal será el D. [REDACTED]

Declaro tener conocimiento y apruebo la realización del TFG en este hospital.

En Valladolid a 14 de marzo de 2023



Fdo. [REDACTED]
Director de Enfermería del HCUV



11.8. Anexo VIII. Representación gráfica de los resultados fase II

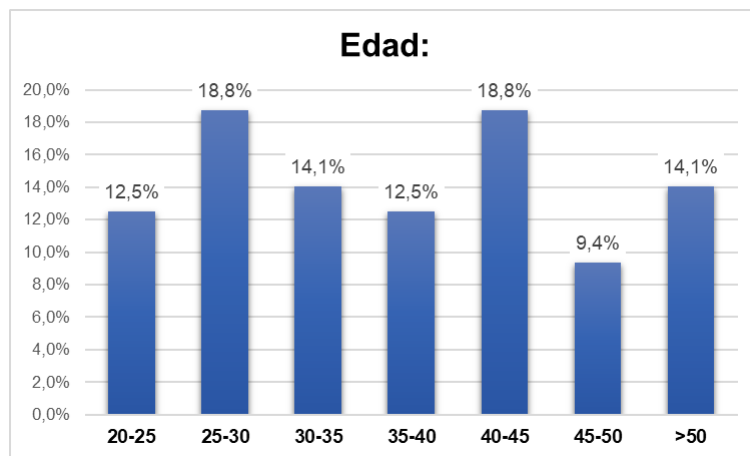


Figura 6. Resultados variable Edad

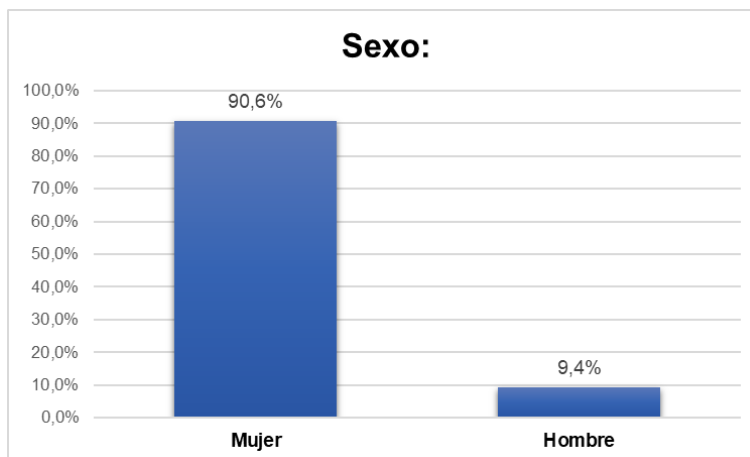


Figura 7. Resultados variable Sexo

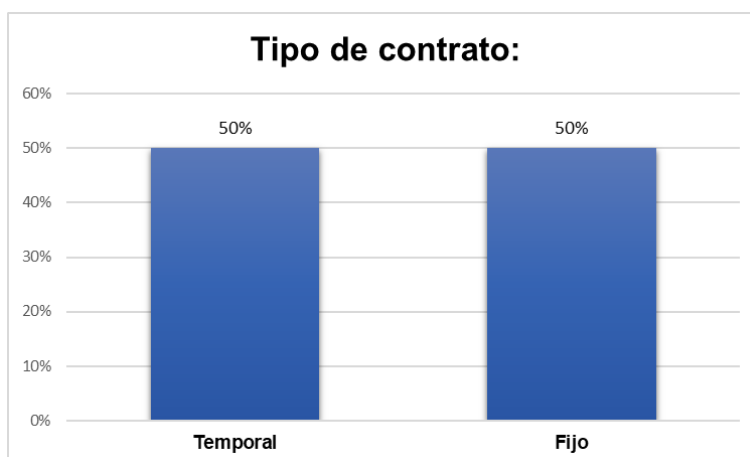


Figura 8. Resultados variable Contrato

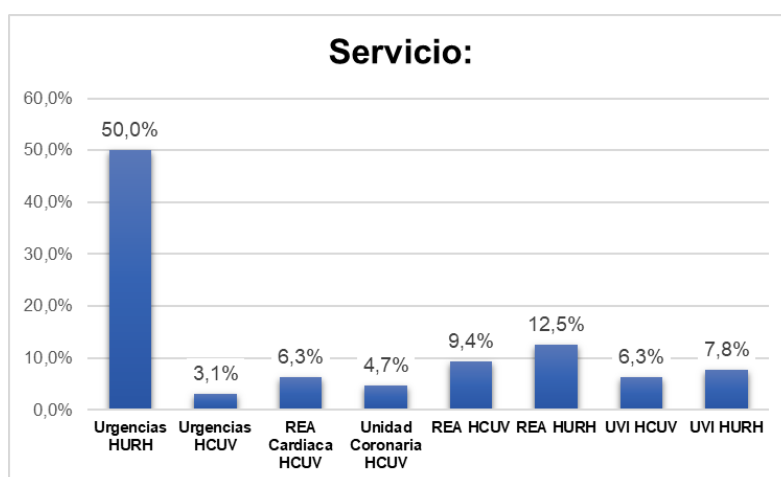


Figura 9. Resultados variable Servicio

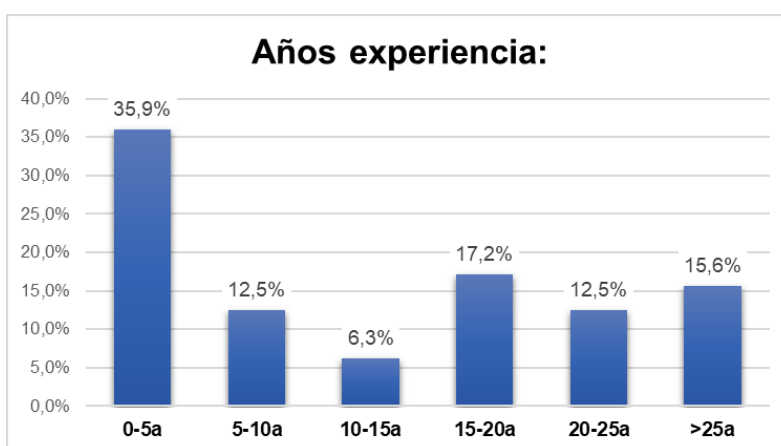


Figura 10. Resultados variable Experiencia

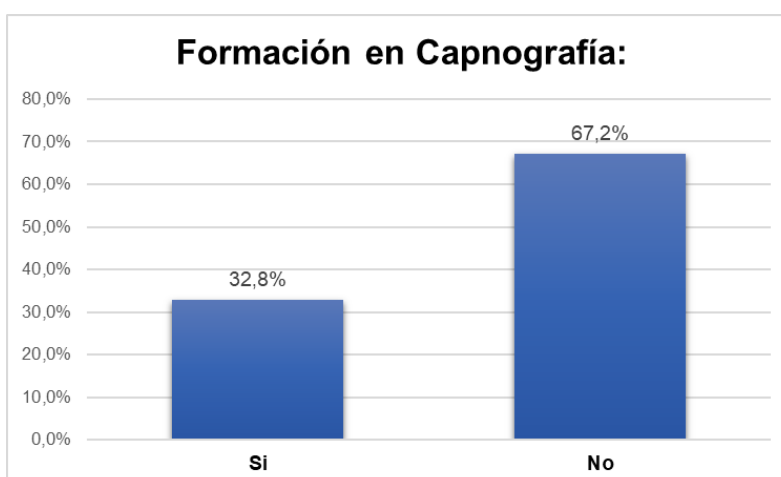


Figura 11. Resultados variable Formación

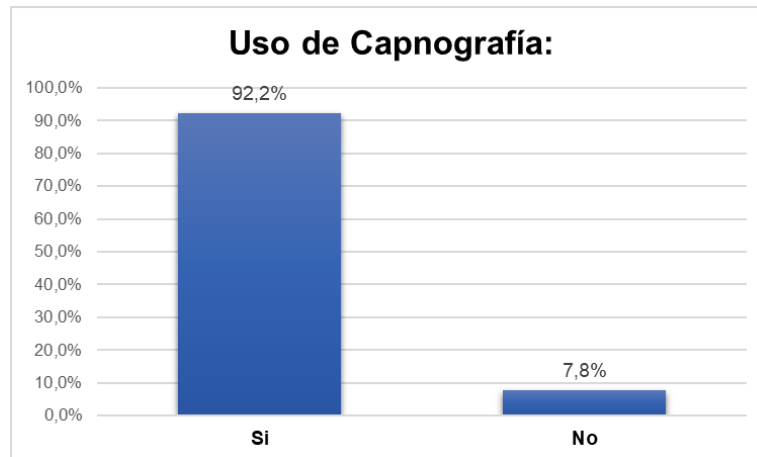


Figura 12. Resultados variable Uso de capnografía

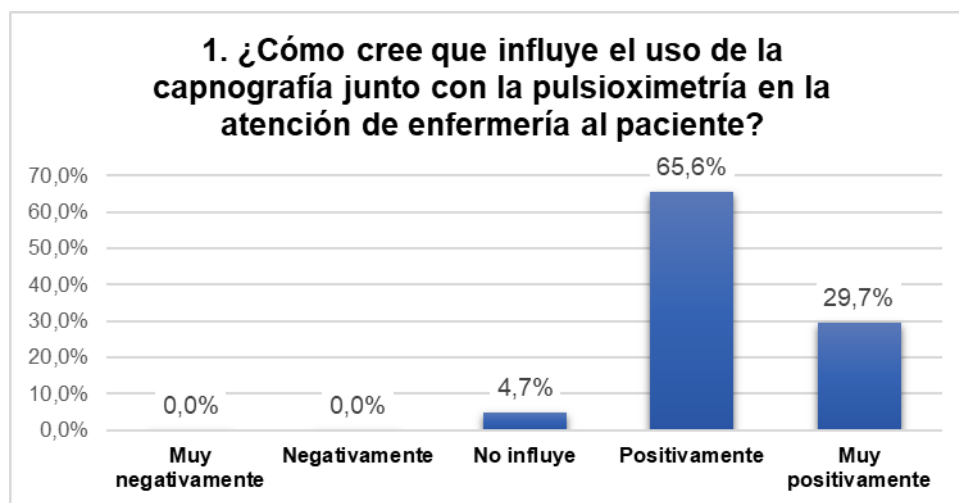


Figura 13. Resultados pregunta 1 sobre valoración de capnografía

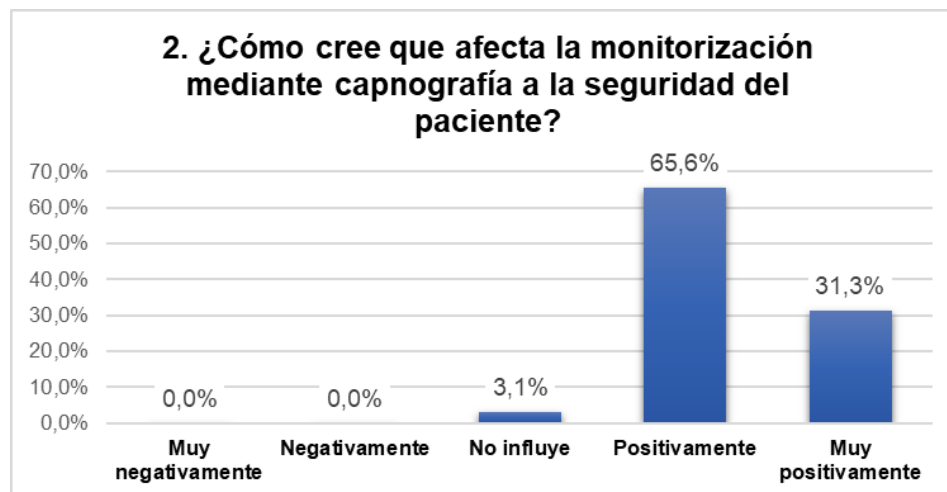


Figura 14. Resultados pregunta 2 sobre valoración de capnografía

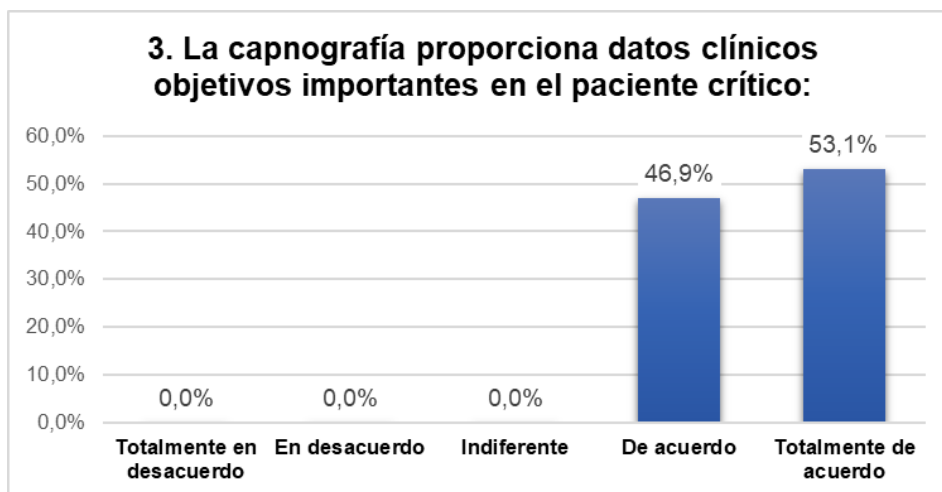


Figura 15. Resultados pregunta 3 sobre valoración de capnografía

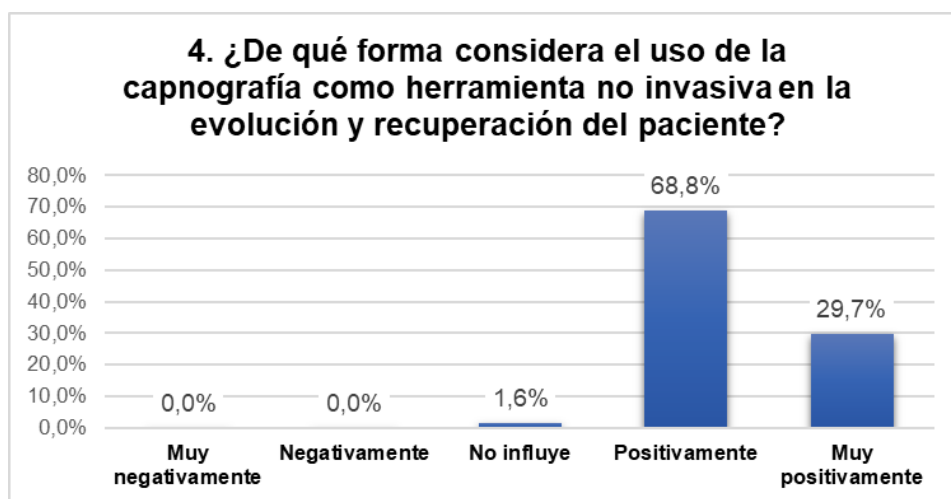


Figura 16. Resultados pregunta 4 sobre valoración de capnografía

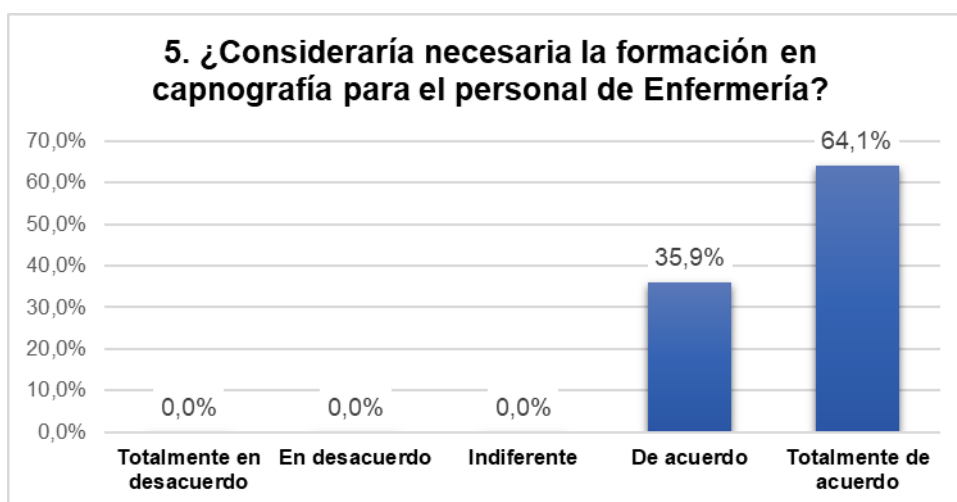


Figura 17. Resultados pregunta 5 sobre valoración de capnografía