



TESINA

presentada para acceder al título de grado de la carrera de
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

Título:

“Efectos de la aplicación de técnicas de incentivo respiratorio instrumentales sobre parámetros de función pulmonar en el posquirúrgico de cirugía cardíaca”

Autor/es:

Müller, Simón-DNI: 41637202

Director/a:

Lic. Yobe, Melisa

Lugar:

Santa Fe

Fecha de Presentación:

25/05/2023

Firma/s de Autor/es

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Simón Müller', is written over a horizontal line. The signature is stylized with a large initial 'S' and several loops.

Resumen

Introducción: Las cirugías cardíacas son procedimientos quirúrgicos complejos que involucran una gran incisión en el tórax (esternotomía mediana), manipulación del contenido intratorácico, conexión del paciente a la circulación extracorpórea y ventilación mecánica. Durante el periodo posoperatorio es habitual que los sujetos experimenten volúmenes pulmonares reducidos, debilidad muscular, tos débil y dolor de gran intensidad, siendo común el desarrollo de complicaciones como atelectasias o neumonías. La intervención del kinesiólogo respiratorio en esta fase tiene el objetivo de restablecer la función pulmonar deteriorada. Con este objetivo, la fisioterapia respiratoria se sirve de una gama de técnicas entre las que se incluyen: técnicas de higiene bronquial, reeducación de músculos respiratorios y técnicas de incentivo de volúmenes pulmonares. **Objetivo:** Conocer los efectos generados por las técnicas de incentivo respiratorio instrumentales sobre parámetros de función pulmonar en pacientes mayores de 40 años intervenidos mediante cirugía cardíaca internados en UCO del Hospital J.M Cullen entre febrero y abril de 2023. **Materiales y métodos:** Se realizó una revisión de la bibliografía disponible en el periodo entre el año 2000 y 2023 en las bases de datos PubMed y Biblioteca Virtual en Salud. Luego se llevó a cabo un trabajo de campo observacional evaluando la función pulmonar con los parámetros pico flujo de tos, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y saturación de oxígeno en pacientes sometidos a cirugía cardíaca a los cuales se les realizó fisioterapia mediante un espirómetro de incentivo volumétrico. **Resultados:** Se evidenció que la aplicación del incentivador mejoró inmediatamente la función pulmonar (PFT y SatO₂%) luego de su uso y también al segundo día posquirúrgico. Las variables peso, talla, edad y tipo de cirugía tuvieron cierto impacto en la función pulmonar (PFT). **Conclusión:** Se concluyó que la fisioterapia con espirometría de incentivo es efectiva para mejorar la función pulmonar de pacientes sometidos a cirugía cardíaca en el corto plazo. **Palabras clave:** Cirugía Cardíaca, Complicaciones Pulmonares, Función Pulmonar, Fisioterapia Respiratoria, Espirometría de incentivo.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.	4
II.a.	Objetivo general	4
II.b.	Objetivos específicos.....	4
III.	MARCO TEÓRICO.....	5
III.a.	Cirugía Cardíaca.....	5
III.a.I.	Generalidades	5
III.a.II.	Cirugía de revascularización miocárdica.....	7
III.a.III.	Cirugía de reemplazo valvular	8
III.b.	Dolor posoperatorio	9
III.c.	Complicaciones pulmonares postoperatorias.....	10
III.c.I.	Atelectasias	11
III.c.II.	Neumonía.....	13
III.e.	Fisioterapia respiratoria	16
III.e.I.	Objetivos	16
III.e.II.	Aplicación	17
III.e.III.	Técnicas de higiene bronquial	18
III.e.IV.	Técnicas de incentivo inspiratorio	20
III.e.V.	Ventilación no invasiva	25
III.e.VI.	Oxigenoterapia	28
III.d.	Evaluación de la función pulmonar	31
III.d.I.	Presiones respiratorias máximas	31
III.d.II.	Pico flujo de tos	32
IV.	JUSTIFICACIÓN	34
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
V.a.	Búsqueda bibliográfica	36
V.b.	Trabajo de campo.....	37
V.b.I.	Variables	37

V.b.II.	Población blanco	37
V.b.III.	Muestra	38
V.b.V.	Instrumento	38
V.b.VI	Procedimiento.....	39
VI.	RESULTADOS.....	41
VI.a.	Evolución de los valores de PFT.....	43
VI.b.	Cambios en valores de FC, Sat02% y FR entre intervenciones	46
VI.c	Impacto de las variables edad, talla, peso y tipo de cirugía	49
VI.c.I	Tipo de cirugía.....	49
VI.c.II	Edad, talla y peso	50
VII.	DISCUSIÓN	52
VIII.	CONCLUSIÓN	57
XI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	58
X.	ANEXOS.....	66
X.a	Consentimiento informado	66
X.b	Planilla de recolección de datos.....	68

ABREVIATURAS

- **EM:** Esternotomía mediana
- **CRM:** Cirugía de revascularización miocárdica
- **CABG:** Cirugía de injerto de derivación aortocoronario
- **CRV:** Cirugía de reemplazo valvular
- **EA:** Estenosis aórtica
- **IM:** Insuficiencia mitral
- **UCO:** Unidad coronaria
- **CEC:** Circulación extracorpórea
- **CBP:** By pass cardiopulmonar
- **PPCs:** Complicaciones pulmonares postoperatorias
- **ARM:** Asistencia respiratoria mecánica
- **NAC:** Neumonía adquirida de la comunidad
- **NAAM:** Neumonía adquirida en la atención medica
- **NAH:** Neumonía adquirida en el hospital
- **NAVVM:** Neumonía asociada a la ventilación mecánica
- **CRF:** Capacidad residual funcional
- **CPT:** Capacidad pulmonar total
- **CVF:** Capacidad vital forzada
- **VEF1:** Volumen espiratorio forzado en el primer segundo
- **EI:** Espirometría de incentivo
- **THB:** Técnicas de higiene bronquial
- **DBE:** Ejercicios de respiración profunda
- **IPPB:** Respiración con presión positiva intermitente
- **VNI:** Ventilación no invasiva
- **CPAP:** Presión positiva continua en la vía aérea
- **BiPAP:** Presión positiva en la vía aérea binivel
- **IPAP:** Presión inspiratoria positiva
- **EPAP:** Presión espiratoria positiva
- **PS:** Presión soporte
- **PEEP:** Presión positiva al final de espiración
- **CNAF:** Cánula nasal de alto flujo
- **IRA:** Insuficiencia respiratoria aguda
- **PFT:** Pico flujo de tos
- **PiMax:** Presión inspiratoria máxima
- **PeMax:** Presión espiratoria máxima

“Efectos de la aplicación de técnicas de incentivo respiratorio instrumentales sobre las variables de función pulmonar en posquirúrgicos de cirugía cardíaca”

- **Pa02:** Presión arterial de oxígeno
- **Sat02:** Saturación de oxígeno
- **FC:** Frecuencia cardíaca
- **FR:** Frecuencia respiratoria
- **PREQX:** Prequirúrgico
- **POP1:** Primer día postoperatorio
- **POP2:** Segundo día postoperatorio

I. INTRODUCCIÓN

Las cirugías cardíacas son procedimientos quirúrgicos realizados para corregir problemas en el corazón. Habitualmente se prescriben cuando los tratamientos farmacológicos, cambios en el estilo de vida u otros procedimientos ya no funcionan. Las mismas pueden practicarse de manera programada o en situaciones de emergencia, como lo es un ataque cardíaco. Personas de todo el espectro etario pueden acceder a ella (1).

La incisión utilizada para acceder al contenido torácico se denomina esternotomía mediana (EM), es relativamente sencilla de hacer, rápida, sin daño muscular extenso y que proporciona una excelente exposición de todo el corazón y de los grandes vasos. Correctamente cerrada, es bastante estable y menos dolorosa, por ejemplo, que la toracotomía. Pero, como cualquier incisión quirúrgica no está exenta de complicaciones y disfunciones de todo tipo, sin embargo este trabajo se centró principalmente en las que ocurren sobre los pulmones (2).

Existe una serie de factores de riesgo para desarrollar estas complicaciones, la edad avanzada, tabaquismo, obesidad y enfermedades pulmonares preexistentes. Sin embargo se conoce que el mayor determinante para la aparición de complicaciones pulmonares post quirúrgicas es una función cardíaca pobre. El volumen minuto cardíaco deprimido deriva en fatiga de músculos inspiratorios (diafragma, intercostales, escalenos), debilitamiento de la tos, reducción de la capacidad aeróbica e incapacidad de respirar profundamente (3,4).

Un aspecto de gran relevancia que impacta sobre los resultados de la intervención es la calidad de la incisión quirúrgica y su cierre, ya que una de las complicaciones más frecuentes es la infección de la misma (mediastinitis), multiplicando los costes y elevando la tasa de mortalidad entre 15 y 50% (2). El dolor luego de estos procedimientos puede ser debilitante y provocar malos resultados, incluidas complicaciones respiratorias como atelectasias y neumonías, así como estancias hospitalarias prolongadas y mala calidad de vida. Las fuentes más frecuentes del mismo incluyen la incisión quirúrgica, el daño o la resección de las costillas, los drenajes quirúrgicos y la técnica de sutura. En algunos casos pueden romperse las suturas óseas y dejar un esternón flotante doloroso por un periodo prolongado. Debido a esto resulta de vital importancia el buen manejo del dolor durante los primeros días luego de la intervención para poder avanzar en la

rehabilitación. Generalmente se utilizan terapias multimodales con analgesia sistémica y regional (2,5).

Las complicaciones pulmonares postoperatorias (PPCs) más frecuentes incluyen atelectasias y neumonías. Las atelectasias representan el colapso de algunas unidades alveolares, por lo tanto la zona del pulmón afectada no es ventilada, causando hipoxemia debido al desajuste entre la ventilación y la perfusión. Estas son habituales debido a que la mecánica pulmonar es distorsionada. Luego de administrada la anestesia el impulso respiratorio se reduce y la función muscular se ve comprometida, esto induce una disminución de volúmenes pulmonares (reducción de capacidad residual funcional). Estos aspectos en combinación con los patrones de respiración a bajo volumen corriente y alta frecuencia respiratoria más la inhibición de las inspiraciones profundas debido al dolor de la incisión y poca excursión torácica se condicen con radiografías de rutina que revelan atelectasias en un gran número de pacientes (3,6).

El desarrollo de la neumonía en el periodo posoperatorio es un problema recurrente debido al uso de anestesia general y la necesidad de intubar al paciente durante la cirugía, esto induce una reducción del transporte mucociliar que combinado con la disminución de la capacidad residual funcional (CRF), atelectasias residuales y tos inefectiva producen la acumulación de esputo en las vías respiratorias, el cual es colonizado por agentes bacterianos desarrollando una infección del parénquima pulmonar (7).

Ante esta situación la intervención del kinesiólogo respiratorio se vuelve clave para lograr la evolución positiva del paciente y un traslado a sala de cuidados generales en el menor tiempo posible. Su objetivo será mejorar la ventilación pulmonar, el intercambio de gases, la función de los músculos que intervienen en la respiración, la disnea, el manejo de secreciones y la tolerancia a hacer ejercicio. Para eso, la kinesioterapia respiratoria se sirve de una gama de técnicas entre las que se incluyen: técnicas de higiene bronquial, reeducación de músculos respiratorios, técnicas de incentivo de volúmenes pulmonares y la ventilación mecánica no invasiva con apoyo inspiratorio (EPAP) o sin él (CPAP). También se apoya en diferentes métodos de evaluación e indicadores que sirven para dilucidar el progreso clínico del paciente (6,8). Dentro de los parámetros utilizados para evaluar el progreso encontramos la presión inspiratoria máxima (PiMax), presión espiratoria máxima (PeMax), el pico flujo de tos (PFT) y la capacidad residual funcional (CRF) (8,9).

Este trabajo se centró en el uso de técnicas de incentivo respiratorio instrumentales las cuales están diseñadas para mejorar la inspiración y tiene como objetivo aumentar la capacidad residual funcional (CRF) posoperatoria anormalmente baja. El espirómetro de incentivo (EI), así es como se denomina el instrumento utilizado para llevar a cabo la terapia, está diseñado para imitar inspiraciones profundas máximas y alienta al paciente a realizar respiraciones largas, profundas y lentas que aumentan la inflación pulmonar (6). Para tener un correcto control de la evolución de la intervención, se deberá contar con parámetros objetivos y medibles a lo largo del tiempo. Destacando la importancia del parámetro pico flujo de tos, el cual representa la capacidad de los músculos respiratorios para generar un flujo elevado de aire en cortos períodos, indicando buenos valores de fuerza y capacidad para proteger las vías aéreas. Se cuantifica con un instrumento denominado flujómetro, que consta de una mascarilla adosada a una pieza bucal la cual se aplica en la zona oronasal del paciente previo a una inspiración hasta capacidad pulmonar total, a continuación se indica que expulse el aire de manera brusca dentro de la pieza bucal y un pistón dentro del dispositivo indicará el flujo alcanzado (10).

Según varios estudios, las atelectasias ocurren en más del 90% de los pacientes sometidos a una cirugía cardíaca a corazón abierto, esto provoca dificultades en la administración de una terapia eficaz por parte del fisioterapeuta, la enfermera y el médico que atiende a estos pacientes (11). Es por esto que es relevante conocer cuáles son efectos de la aplicación de técnicas de incentivo respiratorio instrumentales sobre parámetros de función pulmonar en el posquirúrgico de cirugía cardíaca para prevenir o manejar los resultados no deseados en el tratamiento.

II. OBJETIVOS.

II.a. Objetivo general

Conocer los efectos generados por las técnicas de incentivo respiratorio instrumentales sobre parámetros de función pulmonar en pacientes posquirúrgicos cardíacos mayores de 40 años internados en UCO del Hospital J. M. Cullen entre febrero y abril de 2023.

II.b. Objetivos específicos

- Realizar una revisión de la bibliografía disponible sobre las técnicas de incentivo respiratorio aplicadas sobre las disfunciones pulmonares en cirugías cardíacas.
- Evaluar el impacto de la intervención llevando a cabo un registro sistemático de las variables: pico flujo de tos, frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno, previo y posterior al tratamiento con técnicas de incentivo respiratorio.
- Indagar el posible impacto de las variables secundarias: Talla, peso, edad y tipo de cirugía sobre los resultados de la intervención.

III. MARCO TEÓRICO

III.a. Cirugía Cardíaca

III.a.I. Generalidades

La cirugía cardíaca se realiza para corregir patologías del corazón cuando el tratamiento mediante cambios en el estilo de vida, medicamentos u otros procedimientos ya no tengan un impacto benéfico en la condición. La decisión de intervenir quirúrgicamente, así como el tipo de intervención más adecuada para el paciente, debe basarse en un análisis individual de riesgo-beneficio. Se deben evaluar los riesgos del procedimiento, incluyendo las complicaciones mayores y la mortalidad a corto y mediano plazo, en comparación con los beneficios esperados en cuanto a la longevidad, el alivio de síntomas y la mejora de la capacidad funcional. Dependiendo del grado de la afección se pueden realizar desde cirugías mínimamente invasivas hasta procedimientos a corazón abierto. Este trabajo se centró en estos últimos(12).

La edad cronológica no es tenida en cuenta hoy en día para la prescripción de este tipo de cirugías, existiendo tanto intervenciones en pacientes pediátricos como en adultos. El estado biológico y las comorbilidades acompañantes son las únicas limitantes a tener en cuenta. Enfermedades como la diabetes, disfunción renal y EPOC son consideradas causantes de malos resultados en las cirugías cardíacas. Por esta razón, actualmente se cuenta con puntajes (scores) validados que ayudan en la prescripción quirúrgica como lo son el European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroSCORE) y el Society for Toracic Surgeons Score (STS) (12,13).

Actualmente el abordaje convencional mediante la esternotomía mediana (EM) sigue siendo el “gold standard” para las cirugías cardíacas. La incisión tiene unos 20 cm de longitud y separa el esternón por su zona central quedando dividido en dos porciones que luego son retraídas con un espaciador. Es una incisión sencilla de hacer, rápida, sin daño muscular extenso y que proporciona una excelente exposición de todo el corazón y de los grandes vasos. Como cualquier otra incisión quirúrgica no está exenta de complicaciones, siendo la más grave la infección (osteomielitis y mediastinitis) que prolonga la estancia media hospitalaria a 50-60 días, multiplica los costes al menos por tres y provoca una mortalidad alta, entre 15 y 50% (2).

El paciente es conectado a una bomba de circulación extracorpórea (CEC), la cual es un dispositivo mecánico diseñado para cumplir la función cardíaca y pulmonar durante la cirugía cuando el corazón se detiene para el procedimiento. Durante la CEC la sangre del paciente es drenada a través de cánulas introducidas por vía femoral o yugular que luego son colocadas en la vena cava inferior y vena cava superior, a esta técnica se la conoce como by pass cardiopulmonar (CBP). La sangre es bombeada a través de un oxigenador y una vez realizado un adecuado intercambio gaseoso, inyectada a la circulación sistémica a través de una cánula colocada en la arteria aorta ascendente o arteria femoral. A pesar de que la circulación extracorpórea es una situación crítica y anti fisiológica, ya que el flujo sanguíneo es continuo y no pulsátil, es bien tolerada por lo pacientes. Debido al hecho de que la sangre circula por una superficie sintética que no es el endotelio vascular se desencadena una respuesta defensiva de características inflamatorias. Esta reacción provoca un estado protrombotico en la sangre y la liberación de sustancias citotóxicas que pueden causar alteración en los sistemas renal, hematológico, pulmonar o cerebral, pero que de no existir patologías preexistentes en los mismos, son totalmente reversibles (12,13).

Si bien las tasas de mortalidad perioperatoria no varían significativamente por edad, la mortalidad 1 año después de la cirugía es generalmente más alta en pacientes mayores de 75 años en comparación con aquellos que son más jóvenes. Los octogenarios tienen casi el doble de la tasa de mortalidad en comparación con los pacientes más jóvenes (4.1 frente a 2.3%) y más del 60% de los octogenarios tienen al menos una complicación postoperatoria no mortal. Las complicaciones más frecuentes incluyen la necesidad de soporte ventilatorio prolongado en unidades de cuidados intensivos, re operación por sangrado y neumonía, lo que resulta en estancias hospitalarias más largas (12). Si bien la cirugía cardíaca es utilizada en una amplia gama de patologías que van desde insuficiencia cardíaca hasta arritmias, en nuestro medio son mucho más comunes las intervenciones sobre patologías coronarias y valvulares (1).

II.a.II. Cirugía de revascularización miocárdica

La obstrucción de las arterias coronarias como consecuencia de la patológica aterosclerótica es una de las principales causas de mortalidad en Argentina y en los países desarrollados. Habitualmente se manifiesta como un síndrome coronario agudo o en forma de angina de pecho recurrente (14).

A pesar de que existen numerosas alternativas para el tratamiento de la patología coronaria, esta investigación se centró en las que requieren solución quirúrgica con exposición del corazón. En este sentido, la revascularización miocárdica o *by pass* representa una estrategia de tratamiento efectiva que ha demostrado prolongar la supervivencia. Las técnicas de revascularización incluyen la intervención coronaria percutánea y la cirugía de injerto de derivación de arteria coronaria (CABG), que se pueden realizar con o sin circulación extracorpórea. Las técnicas actuales de CABG pueden llevarse a cabo con baja morbilidad y mortalidad perioperatoria, con excelentes resultados a largo plazo que incluyen la remisión completa de los síntomas de angina de pecho y la mejora en la calidad de vida (12,14). La CABG es indicada cuando la obstrucción se localiza en el tronco de la arteria o cuando hay evidencia de lesión en los tres vasos (13).

Por lejos el abordaje más común para la CABG es a través de la esternotomía media, la cual se extiende desde un punto medio entre el ángulo de Louis y la muesca esternal hasta la apófisis xifoides. En simultáneo con la esternotomía, se toma el injerto venoso que se utilizara para el *by pass*, lo más común es que se utilice la vena safena magna debido a que es fácil de extraer, versátil y resistente a los espasmos. El injerto puede tomarse mediante una técnica abierta o endoscópica. La técnica abierta puede ser completa, con una gran incisión en el lado medial de la pierna y muslo, o en puente realizando tres incisiones más pequeñas. Una vez obtenido el injerto, se secciona la bolsa pericárdica para exponer el tejido cardíaco y los grandes vasos, se coloca una pinza aortica y se administra heparina para para anticoagulación sistémica. A continuación se realiza una arteriotomía en el sitio de la obstrucción y se sutura el injerto venoso hasta lograr la anastomosis distal. Por último, se realiza la anastomosis proximal del injerto venoso en la arteria aorta ascendente para cerrar el circuito de *by pass*.

Los pasos finales consisten en devolver el ritmo cardíaco, retirar catéteres, corregir las alteraciones electrolíticas y del estado ácido – base, devolver el paciente a

la normotermia, retirar al paciente de la circulación extracorpórea y cerrar la incisión esternal con grampas.

Una vez estabilizado, se deriva al paciente a UCO para cursar el postoperatorio inmediato, donde recibe monitorización exhaustiva y permanente por parte del equipo médico. Aquí entra en juego la actuación del kinesiólogo respiratorio para evaluar y administrar las terapéuticas necesarias en pos de evitar complicaciones pulmonares como atelectasias o neumonías, devolver la fuerza muscular, el patrón respiratorio normal y mejorar la capacidad funcional del paciente para lograr la óptima recuperación (12,13).

II.a.III. Cirugía de reemplazo valvular

Las enfermedades de las válvulas cardíacas pueden afectar tanto a las válvulas mitral y tricúspide que comunican ventrículos con aurículas, como también a la aórtica y pulmonar que comunican con la arteria aorta y arteria pulmonar respectivamente. Existen dos entidades clínicas diferentes, la estenosis sucede cuando la sección de la válvula se estrecha debido al depósito de calcio o algún otro factor, por lo tanto la sangre debe ejercer más presión para pasar. En el caso de la insuficiencia valvular existe una deficiencia en el cierre de las valvas, lo que conlleva a que algo de sangre regrese de un compartimiento al anterior en un proceso que se denomina regurgitación.

La estenosis aórtica (EA) se refiere a la apertura incompleta de la válvula aórtica restringiendo el flujo sanguíneo durante la sístole ventricular. En los países desarrollados, la EA es la enfermedad valvular más prevalente en adultos y sus causas más comunes son la enfermedad degenerativa que causa calcificaciones y las enfermedades reumáticas. Clínicamente esta entidad debuta con síntomas como angina de pecho, síncope y disnea y signos característicos como un segundo ruido (R2) retrasado.

El tratamiento definitivo de la EA es la cirugía de reemplazo valvular (CRV) donde se hace una exéresis de la válvula dañada y se injerta una nueva que puede ser biológica o mecánica. El procedimiento quirúrgico es muy similar al de una CABG. Se realiza mediante esternotomía media, administran soluciones cardiopléjicas y conecta al paciente a la máquina de CEC, luego la válvula enferma es retirada y se

implanta la de recambio en su lugar. La nueva válvula se fija en su sitio con suturas y se prueba para asegurarse de que funcione correctamente antes de reiniciar el corazón y cerrar las incisiones.

La segunda patología valvular más común en nuestro medio es la insuficiencia mitral (IM), caracterizada por un cierre incorrecto de las valvas luego de la sístole ventricular lo que causa un aumento del trabajo cardíaco debido al aumento de la precarga del ventrículo izquierdo y a la larga culmina con el agrandamiento de este último debido al estiramiento de las fibras miocárdicas. Algo similar sucede con la aurícula derecha, la cual debido al flujo retrógrado de sangre producto del mal cierre valvular termina por distenderse.

Como tratamiento definitivo para la IM puede optarse por una cirugía de reparación o en el caso que este indicado, llevar a cabo el reemplazo de la valvular. En este trabajo se abordó solo la cirugía de reemplazo valvular (CRV). La técnica quirúrgica resulta similar a la realizada para el recambio de la válvula aórtica. El abordaje es a través de esternotomía media. Se utiliza una máquina de circulación extracorpórea para mantener la circulación sanguínea durante la cirugía, y el corazón es detenido temporalmente para permitir el reemplazo de la válvula. La prótesis valvular se sutura en su lugar y se comprueba su funcionamiento adecuado antes de cerrar la incisión (12,13).

Cabe hacer la aclaración de que cualquiera de las cuatro válvulas cardíacas puede sufrir de estenosis o insuficiencia, sin embargo este trabajo solo recogió pacientes intervenidos quirúrgicamente mediante CRV, por lo tanto solo se redactó una descripción de las dos patologías más prevalentes y su tratamiento quirúrgico.

III.b. Dolor posoperatorio

Luego de la cirugía cardíaca, los pacientes experimentan un severo dolor torácico, además los que han sido sometidos a una CABG sufren dolor en el área de donde se tomó el injerto venoso (3). Las fuentes más frecuentes de dolor después de estos procedimientos incluyen la incisión quirúrgica, el daño o la resección de las costillas, los drenajes quirúrgicos y los tubos torácicos, y la técnica de sutura (5).

Una vez que cesan los efectos de la anestesia, se le administran al paciente opioides nivel IV habitualmente. Al cabo de dos o tres días de la cirugía los pacientes solamente requieren analgésicos orales (3). En general el dolor de la EM se desvanece en los tres o cuatro primeros días del postoperatorio y el paciente logra tolerar bien la incisión. No obstante, alguno en algunos casos, sobre todo obesos y neumópatas, las suturas esternales pueden romperse dando como resultado un esternón inestable y doloroso por tiempo prolongado (2).

El dolor luego de la cirugía puede ser debilitante, siendo uno de los factores de riesgo para el desarrollo de complicaciones respiratorias como atelectasias y neumonías debido a que limita la profundidad de las inspiraciones y la fuerza tusígena (14).

III.c. Complicaciones pulmonares postoperatorias

La cirugía cardíaca puede causar una serie de complicaciones, como las complicaciones pulmonares postoperatorias, con un impacto significativo en la morbilidad y mortalidad postoperatoria y el gasto hospitalario.

La etiología de las complicaciones pulmonares postoperatorias (PPCs) resulta de la interacción multifactorial entre la anestesia, el trauma quirúrgico, circulación extracorpórea, parada cardíaca, duración de la cirugía y la ventilación mecánica y el dolor. En adición la inmovilidad en cama y la disfunción diafragmática son factores que deben ser tenidos en cuenta en el periodo de recuperación (4,14).

Es común observar cambios en la mecánica pulmonar, patrón respiratorio restrictivo y respiración superficial en el postoperatorio. La atelectasia es común y se asocia con capacidad pulmonar reducida y debilidad de los músculos respiratorios. También pueden presentarse neumonías con una incidencia reportada en la literatura entre 3% y 16% (4).

III.c.I. Atelectasias

La caja torácica está conformada por estructuras óseas (vertebras dorsales, costillas, esternón y clavícula) y musculares (diafragma, escalenos, esternocleidomastoideos e intercostales). En la inspiración, la caída de la presión se inicia con la contracción muscular del diafragma y los intercostales externos. Al contraerse el diafragma, este cambia su forma de cúpula por una aplanada y hace descender el contenido abdominal, aumentando el volumen torácico. Los intercostales externos participan de manera que horizontalizan las costillas y aumentan el diámetro anteroposterior del tórax. Luego una vez alcanzada cierta expansión torácica por el volumen inhalado y porque el estiramiento de las fibras musculares ha hecho que estas acumulen energía de retroceso, la presión intratorácica se hace positiva con respecto a la atmosférica y comienza la espiración. El volumen de aire que queda en los pulmones luego de una espiración normal se denomina capacidad residual funcional (CRF) y es de vital importancia en pacientes sometidos a cirugías cardíacas (15).

Es común que luego de una cirugía cardíaca la mecánica pulmonar esta distorsionada, dando como resultado un patrón respiratorio de tipo restrictivo, con frecuencia respiratoria aumentada y bajo volumen corriente. Además el uso de anestesia profunda y oxigenoterapia a elevadas concentraciones produce el debilitamiento de los músculos respiratorios, principalmente el musculo diafragma, algo que combinado con el dolor en la pared torácica debido a la EM causa reducción de las presiones respiratorias máximas y de la capacidad para producir inspiraciones profundas.

La suma de todos estos factores conduce al desarrollo de atelectasias, las cuales representan el colapso desde algunas unidades alveolares hasta segmentos o lóbulos completos del pulmón, por lo tanto la zona del parénquima afectada no es ventilada, causando hipoxemia debido al desajuste entre la ventilación y la perfusión (4,16). Las atelectasias ocurren en las zonas dependientes del pulmón en un 90% de lo los pacientes sometidos a anestesia profunda.

Fundamentalmente se pueden diferenciar dos tipos de atelectasias con diferente fisiopatología. Las atelectasias obstructivas son las más frecuentes ocurren cuando hay una interrupción completa de la luz bronquial del pulmón o cuando hay un cambio significativo en la ventilación/perfusión (V/Q). El gas que queda atrapado distalmente a

la obstrucción es absorbido por la sangre que pasa a través de los capilares pulmonares, causando colapso parcial de los alvéolos no ventilados. Cuando la ventilación se ve comprometida en vía aérea o bronquios más grandes, se puede desarrollar atelectasia lobular. En el caso de intubación selectiva a un bronquio fuente, se genera una atelectasia masiva del pulmón que no está siendo ventilado.

La segunda forma de presentación, son las atelectasias debidas a compresión las cuales aparecen cuando la presión transtorácica excede la presión transpulmonar. La atelectasia es causada principalmente por mecanismos que aumentan este gradiente de presión. Esta situación es común con anestesia general, con el uso de sedantes, el reposo en cama prolongado, y cuando la respiración profunda es dolorosa, como cuando hay costillas rotas o cirugía que se ha realizado en la región abdominal superior o en el tórax. El debilitamiento o deterioro del diafragma también puede contribuir al desarrollo de la misma (17,18).

Clínicamente, el paciente tabaquista o con una enfermedad pulmonar crónica es más propenso a desarrollar esta patología cuando es sometido a una cirugía cardíaca. Los hallazgos clínicos incluyen disnea o taquipnea, movimiento torácico asimétrico y ruidos respiratorios reducidos en el lado donde se ubica el colapso. La percusión de los lóbulos afectados demostrará un aumento de la matidez.

En el diagnostico son de vital importancia las imágenes radiográficas, demostrando radiopacidad en los campos pulmonares afectados en caso de que sean atelectasias lobares. También aparecen otros signos como la elevación del hemidiafragma y el desplazamiento del mediastino hacia el lado colapsado, borramiento de la trama vascular e imbrincamiento costal. (18).

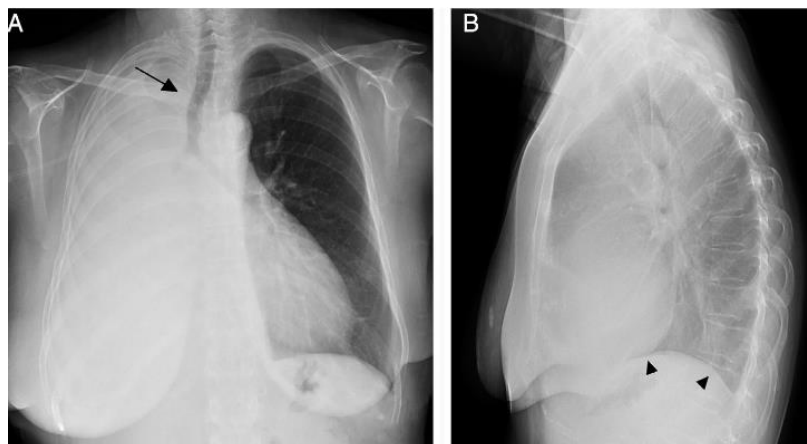


Fig. 1: imagen radiográfica de atelectasia masiva en pulmón derecho

El tratamiento de esta complicación contempla principalmente técnicas de expansión pulmonar cuyo objetivo es producir un incremento sostenido de la presión transpulmonar (diferencia entre la presión alveolar y la presión pleural), distendiendo el pulmón y así poder reabrir las unidades alveolares colapsadas.

La expansión se puede lograr aumentando la presión alveolar como ocurre al aplicar presión positiva o disminuyendo la presión pleural provocando una inspiración profunda. En este sentido varios métodos han sido estudiados para lograr este objetivo. La respiración a presión positiva intermitente (IPPB), ejercicios de respiración profunda, incentivo inspiratorio (EI) y fisioterapia convencional.

Aunque todos estos enfoques se utilizan en la terapia de expansión pulmonar, los métodos que disminuyen la presión pleural (p. ej., Incentivo inspiratorio) tienen mayores efectos fisiológicos que los métodos que aumentan presión alveolar. El incentivo inspiratorio y otras terapias dirigidas por el paciente requieren que el mismo esté alerta, cooperativo y que sea capaz de respirar profundamente. El objetivo de cualquier terapia de expansión pulmonar debe ser implementar un plan que ofrezca una estrategia efectiva y de manera eficiente (17,18,20).

III.c.II. Neumonía

La infección de los pulmones se denomina neumonía o infección del tracto respiratorio inferior y es un problema clínico común en la práctica del cuidado respiratorio.

Se puede clasificar a los pacientes en dos grupos, aquellos que cursan con Neumonía adquirida de la comunidad (NAC) siendo que la misma puede presentarse en forma aguda o crónica de acuerdo a su lapso de presentación. En el otro grupo se sitúan aquellos que cursan con neumonía asociada a los cuidados de la salud, a menudo causada por microorganismos diferentes de los que causan neumonía adquirida en la comunidad. Previamente denominada neumonía nosocomial, esta entidad clínica ha sido clasificada como neumonía asociada a la atención médica (NAAM), neumonía adquirida en el hospital (NAH) y neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAV).

Las dos entidades más importantes en el cuidado postoperatorios de cirugías cardíacas son la NAH, la cual se distingue como como una infección del tracto respiratorio inferior, que se desarrolla en pacientes hospitalizados 48 horas después

de su admisión y excluye infecciones adquiridas en la comunidad que se han estado incubando al momento de la admisión y la NAV identificada como una infección del tracto respiratorio inferior que se desarrolla luego de 48 a 72 horas después de la intubación orotraqueal (21).

Los diferentes mecanismos fisiopatológicos que pueden desencadenar la infección pulmonar son los siguientes: Inhalación de partículas infecciosas, aspiración de secreciones orofaríngeas colonizadas, inoculación directa de microorganismos dentro de la vía aérea inferior, propagación de infección de estructuras adyacentes, Propagación de infección a través de la sangre o reactivación de infección previa, generalmente en pacientes inmunosuprimidos. Sin embargo, en unidades de cuidados críticos, la aspiración de secreciones retenidas en la orofaringe como consecuencia de la colocación de un balón de neumotaponamiento durante el periodo de intubación orotraqueal es uno de los mecanismos más comunes. Esta situación condujo al desarrollo de estrategias para prevenir NAV, como la succión continua de secreciones subglóticas en pacientes con ventilación mecánica y elevación de la cabeza de la cama. Otra situación, algo menos común, es que los pacientes son sometidos frecuentemente a la aspiración de secreciones de la vía aérea través de un catéter que pasa por la orofaringe, lo que puede provocar la inoculación de organismos colonizadores en la tráquea y posterior desarrollo de NAV (21,22).

Resulta esencial la identificación de los microorganismos que estén causando la infección, ya que de esta forma se orientara la terapia antimicrobiana más efectiva. En la mayoría de los estudios, *S. pneumoniae*, también llamado neumococo, es la causa de NAC más comúnmente identificada, representando 20% a 75% de los casos. Varios otros organismos se pueden identificar como *H. influenzae*, *Staphylococcus aureus* y bacilos gramnegativos. *Staphylococcus aureus* es particularmente común en pacientes de la unidad de cuidados intensivos quirúrgicos (23).

En los pacientes sometidos a cirugía cardíaca, la anestesia general utilizada durante la cirugía combinada con la intubación orotraqueal, provocan una reducción del clearance mucociliar y con ello la acumulación de secreciones en la vía aérea superior. Es habitual que estos pacientes cursen con dificultades para eliminar las secreciones retenidas en las vías aéreas u en la orofaringe, esto se debe principalmente a que el dolor postoperatorio impide tomar inspiraciones profundas

reduciendo la CRF, como consecuencia no se logra un volumen pulmonar óptimo y la tos resulta inefectiva (6).

El cuadro clínico de un paciente con neumonía puede ser variable, pero habitualmente se presenta con fiebre y síntomas respiratorios, como tos, producción de esputo, dolor torácico pleurítico, y disnea. No todos estos síntomas están presentes todo el tiempo, especialmente en pacientes de edad avanzada en quienes la presentación puede ser sutil. La fiebre, la tos y la producción de esputo pueden ocurrir en otras enfermedades, como bronquitis aguda o exacerbaciones de bronquitis crónica por lo tanto pueden resultar inespecíficas en el diagnóstico.

Con base en la presentación clínica, los médicos utilizan ciertas pistas y hallazgos físicos al lado de la cama para determinar la causa probable de neumonía en pacientes que se presentan desde la comunidad. En pacientes que presentan fiebre alta, rechinar de dientes, escalofríos, dolor pleurítico y tos que produce esputo color óxido, la neumonía neumocócica es el diagnóstico más probable.

En el caso de NAAM, NAH Y NAV suelen debutar con un nuevo inicio de fiebre en pacientes previamente hospitalizados. Los pacientes pueden tener antecedentes recientes de vómitos, convulsiones o síncope, durante el cual la aspiración de contenido de la orofaringe o gástrico puede haber ocurrido. En pacientes intubados, la NAV, se manifiesta con nuevo inicio de fiebre, leucocitosis, secreciones endotraqueales purulentas y un nuevo infiltrado pulmonar (7,21).

El diagnóstico suele requerir una radiografía de tórax para complementar a la clínica, estableciéndose la presencia de un nuevo infiltrado pulmonar como el patrón a buscar en el caso de NAC. En pacientes vinculados a ARM, la radiografía de tórax es inespecífica para el diagnóstico de neumonía, con lo cual, el diagnóstico clínico, definido como la presencia de fiebre, secreciones respiratorias purulentas, una nueva leucocitosis y un nuevo infiltrado pulmonar son sensibles pero no específico para el diagnóstico de NAV.

El análisis del esputo es una estrategia frecuentemente utilizadas para diagnosticar la enfermedad, ya sea tomando muestras cuando el paciente tose o mediante la aspiración de secreciones, donde el kinesiólogo respiratorio cobra un papel importante. Las muestras son enviadas al laboratorio para identificar el microorganismo causante y orientar la terapia antimicrobiana. Otra técnica a la que se recurre en nuestro medio es el lavado broncoalveolar, en el que se lava con solución salina estéril a través del broncoscopio y se recupera el fluido que se cultiva

cuantitativamente, se ha estudiado ampliamente como una herramienta para diagnosticar neumonía nosocomial. El Mini-BAL realizado por kinesiólogos respiratorios, también ha sido defendido para el diagnóstico de NAV (21,24).

El tratamiento de la neumonía es esencialmente médico-farmacológico mediante el uso de antibióticos de amplio espectro o específicos para el microorganismo causante. Sin embargo el kinesiólogo respiratorio ocupa un lugar preponderante realizando aspiraciones del contenido subglótico y de la vía aérea superior, fomentando la expectoración del paciente a través de la ayuda a la tos y con un riguroso cuidado del equipamiento utilizado.

III.e. Fisioterapia respiratoria

III.e.I. Objetivos

Los fisioterapeutas respiratorios en un entorno de UCI/UCO se han centrado en tratar el deterioro funcional, especialmente en el paciente vinculado a ventilación mecánica. La atención fisioterapéutica comienza con una evaluación detallada y la programación de los objetivos del tratamiento. Estos cuidados implican el uso de técnicas como la aspiración endotraqueal de secreciones bronquiales, movilización y posicionamiento del paciente, técnicas de higiene bronquial, incentivo inspiratorio y reeducación muscular. El tratamiento de fisioterapia está dirigido a prevenir y reducir las posibles complicaciones pulmonares como la hipoventilación, la hipoxemia, la infección y el colapso alveolar con el fin de restaurar la función muscular y pulmonar lo más rápido posible.

Los pacientes sometidos a cirugías cardíacas suelen llevar tiempos prolongados de reposo en cama, lo que causa un amplio abanico de consecuencias en su salud y calidad de vida. Muchos sujetos se quejan de debilidad durante meses o años después del alta hospitalaria, y las medidas objetivas de la fuerza muscular demuestran que los músculos de las extremidades son significativamente más débiles de lo previsto.

En muchos pacientes internados en cuidados críticos, la atelectasia parcial o completa es evidente en las radiografías de tórax dentro de las 48 horas posteriores al decúbito. Esto puede deberse al desplazamiento cefálico del diafragma en posición

supina, combinado con el desplazamiento dorsal del corazón por la fuerza de la gravedad.

En este contexto la fisioterapia respiratoria es cada vez más requerida, porque utiliza técnicas para mejorar la mecánica respiratoria, la reexpansión pulmonar y la higiene bronquial. La duración y la frecuencia de la terapia respiratoria para pacientes quirúrgicos son variables, según las necesidades individuales, la preferencia de tratamiento y la práctica institucional (14,20,25).

III.e.II. Aplicación

La fisioterapia respiratoria en el contexto de las cirugías cardíacas se lleva a cabo en dos periodos distintos, con objetivos también diferentes, siendo estos el preoperatorio y postoperatorio.

La fisioterapia preoperatoria en cirugía cardíaca incluye la valoración funcional, la orientación de los procedimientos a realizar y su relación con la capacidad respiratoria para la recuperación del paciente, así como para identificar posibles riesgos de complicaciones respiratorias tras la cirugía. En la evidencia científica se señala que aquellos pacientes que son sometidos a un programa de fisioterapia preoperatoria están más preparados para tolerar la cirugía (14).

El otro momento donde la fisioterapia respiratoria se vuelve crucial, es el periodo postoperatorio. En este caso, la terapia se enfoca en combatir o revertir las complicaciones pulmonares como atelectasias o neumonías, en un intento por acelerar la recuperación de la función pulmonar que ocurre normalmente solo quince días después de la cirugía. Para conseguir estos objetivos, la terapia respiratoria adopta el uso de distintas técnicas e instrumentos como técnicas de higiene bronquial (THB), ventilación no invasiva (VNI) tanto en modo de presión espiratoria continua de la vía aérea (CPAP) o en modo binivelado con asistencia inspiratoria (BiPAP), reeducación de músculos respiratorios y el uso de espirómetros de incentivo (EI) para el aumento de volúmenes pulmonares (11,14). Todos estos procedimientos son válidos y utilizados en el cuidado posoperatorio en cirugías cardíacas, pero este trabajo se ha centrado en el efecto de los espirómetros de incentivo sobre la función pulmonar, extendiéndose una breve descripción sobre las demás.

El cuidado post cirugía cardíaca incluye otra arista imprescindible, que es la movilización temprana del paciente. El posicionamiento en este contexto describe el uso de la posición del cuerpo como una técnica de tratamiento específica. El posicionamiento para pacientes de la UCI/UCO se puede utilizar con los objetivos fisiológicos de optimizar el transporte de oxígeno a través de sus efectos de mejorar la

relación de ventilación/perfusión (V/Q), aumentar los volúmenes pulmonares, reducir el trabajo respiratorio, minimizar el trabajo del corazón y mejorar la limpieza mucociliar. En lugar de considerar el drenaje postural como una técnica separada, se considera aquí como un ejemplo de posicionamiento que tiene el objetivo particular de aumentar la limpieza de las secreciones de las vías respiratorias con la ayuda de la gravedad.

Los ejemplos específicos de posicionamiento que se pueden usar en el entorno de la UCI/UCO incluyen el posicionamiento erguido para mejorar los volúmenes pulmonares y disminuir el trabajo respiratorio en pacientes que están siendo desconectados de la ventilación mecánica; posicionamiento en decúbito prono para mejorar la relación V/Q, redistribuir el edema y aumentar la capacidad residual funcional en pacientes con distres respiratorio agudo; decúbito lateral con el pulmón afectado hacia arriba para mejorar la relación de V/Q en pacientes con enfermedad pulmonar unilateral; decúbito lateral con el pulmón afectado hacia arriba para mejorar la ventilación (mediante fuerzas de distensión en el pulmón superior) y la eliminación de las secreciones de las vías respiratorias en pacientes con atelectasia lobular aguda (26).

Una última consideración que debe tenerse en cuenta es la necesidad de oxigenoterapia que tienen muchos pacientes luego de haber recibido una cirugía cardíaca. El objetivo general es mantener una oxigenación adecuada a los tejidos y disminuir el trabajo cardiopulmonar. Las metas clínicas específicas vienen dadas por corregir la hipoxemia aguda del paciente documentada o sospechada, disminuir los síntomas asociados a la hipoxemia crónica como taquicardia, taquipnea o disnea y minimizar la carga del trabajo cardiopulmonar.

III.e.III. Técnicas de higiene bronquial

El manejo de las secreciones bronquiales juega un papel primordial para la rutina del kinesiólogo respiratorio.

El moco es un gel viscoso y elástico que forma una fina película en la superficie de la vía aérea. Este es un importante mecanismo de defensa homeostático con varias funciones y reduce el daño epitelial producido por agentes irritantes inhalados. Bajo circunstancias normales el moco de la vía aérea protege al epitelio de la misma del daño producido por agentes extraños, bacterias y virus.

El transporte del moco hacia la orofaringe para ser expectorado o deglutido se da por dos mecanismos, el golpe de los cilios y flujo aéreo acelerado, que es contrarrestado por la fricción y por la fuerte inercia del moco.

Se tiene conocimiento sobre que la superficie total de la vía aérea disminuye desde la periferia a las vías centrales, esta reducción es proporcional con una disminución de la densidad de células ciliadas, es decir, el número de células ciliadas por unidad de superficie de la vía aérea disminuye desde lo periférico a lo central, por lo que las vías aéreas centrales tienen menor capacidad de transporte mucociliar en comparación con la vía aérea periférica. Debido a esto el sistema cuenta con otro mecanismo que termina de barrer las secreciones de las vías centrales, el flujo aéreo espiratorio (27).

Teniendo en cuenta estos aspectos, debemos definir a las técnicas de higiene bronquial como aquellas llamadas a complementar al sistema de eliminación mucociliar cuando este se encuentra afectado. Las mismas deben ajustarse a las características fisiopatológicas de la enfermedad que cursa el paciente basándose en una evaluación previa exhaustiva.

Un punto que no debe pesarse por alto es la reología del moco, la cual debe ser modificada para que una THB sea considerada como exitosa. Se conoce que los cilios en personas sanas, golpean a una frecuencia media de entre 11 y 13 Hz. También conocemos que a nivel proximal toma mayor importancia el flujo espiratorio en la movilidad de secreciones. Esto indica que las THB para ser efectivas deben al menos generar entre 11 a 13 Hz, y un pico flujo espiratorio mayor al pico flujo inspiratorio en al menos 10% o modificar la reología del moco haciéndolo menos viscosos (28,29).

En cuanto al momento donde aplicar una THB, las mismas están indicadas en pacientes cuya función ciliar, la tos o la reología del moco está alterada y cuya capacidad para movilizar y expectorar las secreciones de las vías respiratorias está comprometida. El objetivo de las mismas será incrementar el aclaramiento de las vías respiratorias para mejorar la mecánica pulmonar y el intercambio gaseoso, y prevenir atelectasias e infecciones.

Resulta de suma relevancia la previa evaluación funcional del paciente para conocer qué tipo de THB será necesario aplicar. Dentro de las mismas podemos nombrar la auscultación, pico flujo de tos, PiMax, PeMax, función glótica y capacidad vital.

Luego de una correcta evaluación debe tenerse en cuenta la patología de base del paciente. No resulta igual aquel paciente que cursa con una patología de carácter obstructivo como el EPOC, con limitación al flujo espiratorio y compresión dinámica de la vía aérea, al cual se le indicaran terapia con presión espiratoria positiva (PEEP) y flujos espiratorios más bajos de lo normal para no producir atrapamiento aéreo, que el sujeto con un patrón restrictivo como las enfermedades neuromusculares, con un déficit al momento de generar la fuerza para toser y donde se buscaran técnicas que aumenten rápidamente los flujos espiratorios (29,30).

Son muchas las opciones de THB, pero debe hacerse una principal distinción en aquellas que son aplicadas manualmente y las que se administran mediante algún equipamiento. No fue el propósito de este trabajo el desarrollar cada una de ellas, pero se las nombró con el objetivo de no restarles importancia.

Dentro de las técnicas manuales tenemos aquellas que se sirven de la gravedad, siendo el caso del drenaje postural, las que buscan modular el flujo aéreo como son la espiración forzada, ciclo activo, drenaje autogénico, espiración lenta con glotis abierta infralateral, vibraciones y percusiones, aunque estas últimas dos se encuentran en franco desuso debido a la falta de evidencia científica que las apoye.

El segundo espectro de técnicas son las instrumentales, donde encontramos aquellas que trabajan mediante presión espiratoria positiva como PEP con botella, Flutter, Acapella o Thera Pep. Otro grupo es el que actúa bajo el mecanismo de hiperinsuflación, buscando acumular grandes volúmenes de aire en los pulmones para luego expulsarlos mediante una espiración forzada, aquí se encuentran el Air Stacking con bolsa de ambú, la tos asistida mediante compresiones y algunas formas de ventilación no invasiva.

Por último, existen las técnicas instrumentales que generan vibración a alta frecuencia (mayor a 13hz) y que por lo tanto si son efectivas, como el caso de la vibración percusiva intrapulmonar o la compresión de la pared torácica a alta frecuencia la cual utiliza un chaleco que se infla mediante un compresor y vibra de manera automática (28,29,31,32).

III.e.IV. Técnicas de incentivo inspiratorio

Las complicaciones pulmonares postoperatorias surgidas como consecuencia de cirugías cardíacas, principalmente CABG o también de cirugías del abdomen superior

son relativamente frecuentes, entre el 2 y 39% según reporte de algunos estudios e incluyen atelectasias, neumonías y falla respiratoria. En cirugía torácica, esto puede ser aún más pronunciado debido al dolor postoperatorio de la pared torácica que, si no se controla bien, conduce a la hipoventilación y dificulta la resolución de las atelectasias.

El objetivo de la fisioterapia respiratoria pre y postoperatoria es mejorar la inspiración y aumentar la capacidad residual funcional anormalmente baja e intentar revertir o prevenir las PPCs. Se ha demostrado que los ejercicios de respiración profunda, como la inspiración hasta la capacidad pulmonar total con especial énfasis en el uso del diafragma, inflan los alvéolos y revierte la hipoxemia posoperatoria. Muchas estrategias han sido desarrolladas con el fin de aplacar las PPCs luego de cirugías cardíacas, torácicas o del abdomen superior, sin embargo este estudio solo enfatiza en la espirometría de incentivo (EI).

El EI está diseñado para imitar inspiraciones profundas máximas y anima al paciente a realizar respiraciones largas, profundas y lentas que reducen la presión pleural, promoviendo una mayor expansión pulmonar y un mejor intercambio de gases (6,33).

Actualmente existen dos tipos de EI, basados en el flujo o en el volumen de aire. Los dispositivos orientados por flujo suelen constar de 3 columnas interconectadas, cada una de las cuales contiene un flotador de plástico ligero que actúa como marcador. Las columnas están conectadas a una boquilla a través de la cual el paciente inhala. El ejercicio de respiración profunda con este dispositivo implica que el paciente intente levantar el flotador, a través del flujo inspiratorio, hasta un punto determinado de las columnas durante un periodo de tiempo. El incentivador orientado al volumen consta de una boquilla conectada a una cámara con una escala visible que demarca la capacidad inspiratoria alcanzada representando el volumen máximo de aire luego de una inspiración normal. De manera similar a los EI dependientes del flujo, el pistón contenido en el interior de la cámara cilíndrica provoca un efecto de *biofeedback* visual.

Generalmente los EI controlados por flujo producen un flujo turbulento, lo que en ocasiones puede aumentar el trabajo respiratorio del paciente, el modelo de EI *Triflo* es un ejemplo de estos. Mientras que los dispositivos controlados por volumen son más 'fisiológicos' porque el volumen de entrenamiento es constante hasta que alcanza la capacidad inspiratoria máxima o el nivel preestablecido por el fisioterapeuta, pero es

más costoso. El inspirómetro Voldyne es uno de esos dispositivos. Debido a esto las guías de práctica clínica recomiendan el uso de inspirómetros de volumen en el posoperatorio porque se considera que imponen un menor trabajo respiratorio, dolor y fatiga (6,16).



Fig. 2: dispositivo orientado por flujo *Triflow*® (34)

En el mercado existen diversas marcas y modelos de incentivos. El exponente más conocido en la gama de incentivos de flujo es el *Triflow*®, el cual contiene tres cámaras con una esfera cada una que se eleva de acuerdo al flujo generado por el paciente. En la rama de los dispositivos orientados por volumen se encuentra el *Coach2*® el cual posee una cámara cilíndrica con una escala de volumen grabada en uno de sus laterales desde 500 a 4000 ml y la cual alberga el pistón que el paciente debe intentar elevar. La boquilla posee una válvula unidireccional para que el paciente pueda espirar sin la necesidad de retirar el aparato (35).



Fig. 3: dispositivo orientado por volumen Coach2® (34)

El procedimiento de uso es similar para ambos tipos, se le indica al paciente que sostenga el inspirómetro en posición vertical, exhale normalmente y luego coloque los labios firmemente alrededor de la boquilla. El siguiente paso es una inhalación lenta para elevar la bola (orientado por flujo) o el pistón/placa (orientado por volumen) en la cámara hasta el objetivo establecido. Cuando se logra la inhalación máxima, se retira la boquilla, luego se contiene la respiración y se exhala normalmente. Se debe instruir a enfermeros, personal de cuidados y familiares en la técnica de uso del IS para que faciliten el uso del paciente y lo alienten a lograr la máxima adherencia al tratamiento (33).

Las indicaciones para la aplicación de esta terapia son múltiples, siendo las principales las sesiones diarias de fisioterapia respiratoria, en donde la educación sobre el uso del incentivador inspiratorio se combina con movilización temprana, ejercicios de respiración profunda y tos dirigida para reducir la incidencia de PPCs.

Otra indicación importante es cuando se ha constatado la presencia de atelectasias o de condiciones que predisponen al desarrollo de las mismas como en pacientes con bajo cirugía cardíaca, especialmente CABG, torácica o de abdomen superior, sujetos con reposo en cama prolongado, mal control del dolor, cirugía en pacientes con EPOC, enfermedades neuromusculares, lesiones medulares, entre otras.

En sentido contrario, las contraindicaciones son: pacientes que no pueden ser instruidos o supervisados para asegurar el uso apropiado del dispositivo, incapaces de

comprender el uso del IS como es el caso de personas muy jóvenes, comatosos o en estado delirium y sujetos con niveles elevados de sedación. La inspirometría incentivadora está contraindicada en pacientes que no pueden respirar profundamente de manera efectiva debido al dolor, la disfunción diafragmática, la analgesia con opiáceos o que tienen una capacidad vital menor a 10 ml/kg.

La terapéutica no está exenta de riesgos y complicaciones. Los más comunes suelen ser la ineffectividad si no se administra de la manera correcta, dolor, hiperventilación, fatiga o hipoxemia debida a la interrupción de la oxigenoterapia (33,36,37).

El monitoreo del paciente en el transcurso de la terapia con incentivador es de vital importancia para el resultado de la terapéutica. No es necesaria la supervisión directa de cada paciente que utilice la inspirometría de incentivo una vez que el paciente haya demostrado dominio de la técnica. Sin embargo, la reevaluación intermitente es esencial para un rendimiento óptimo.

Deben alentarse las siguientes pautas para mejorar el rendimiento: frecuencia de las sesiones, número de respiraciones/sesión, metas de volumen inspiratorio, flujo y apneas alcanzadas, esfuerzo/motivación.

También resulta de vital importancia controlar ciertos parámetros para conocer si la terapéutica está siendo efectiva o no. El resultado se considera positivo cuando hay una resolución o mejora en los signos de atelectasia como disminución de la frecuencia respiratoria, ausencia de fiebre, normalización de la frecuencia cardíaca, mejora en los sonidos respiratorios, cambios radiográficos positivos y mejora en la oxigenación arterial (PaO₂, SatO₂%) con reducción de la FiO₂ utilizada (33).

Al tratarse este trabajo sobre la efectividad del EI en el posoperatorio de cirugías cardíacas, resulta conveniente marcar algunas pautas. El incentivador puede ser utilizado como método de seguimiento del fisioterapeuta para medir la evolución de la función pulmonar y advertir sobre un deterioro de la misma si la performance con el EI disminuye.

Por último es un punto a destacar la posición que debe adoptar el paciente para realizar la terapia. Se recomienda que el paciente este como mínimo inclinado a 30° en la cama porque esto favorece la actividad y el desplazamiento diafragmático, consiguiendo inspiraciones con mayor volumen (35).

III.e.V. Ventilación no invasiva

La ventilación no invasiva (VNI) con presión positiva, es la aplicación de soporte ventilatorio sin la necesidad de una vía artificial. Puede ser entrega a través de una máscara nasal, oronasal, facial o casco. Los ventiladores que se usan para aplicar VNI pueden ser volumétricos, controlados por presión, ventiladores de dos niveles de presión (BiPAP) o equipos de presión positiva continua en la vía aérea (CPAP) (38).

El equipamiento necesario para este tipo de terapia comienza con el ventilador. Existen los ventiladores convencionales, que son los mismos que se utilizan para dar soporte ventilatorio invasivo (ARM) pero que también tienen incorporado un modo de VNI. Estos ventiladores tienen la capacidad de proporcionar una FIO₂ regulable entre 21 y 100%, permitir monitorización completa mediante curvas de presión, flujo y volumen, y disponer de un sistema completo de alarmas. Asimismo, su gama de modos ventilatorios es amplia y permite aplicar CPAP, modalidades controladas por volumen y por presión. Una de sus grandes desventajas es la limitada capacidad para compensar fugas, problema no menor, ya que las fugas son muy frecuentes cuando se emplea VNI. En estos dispositivos la ventilación puede ser aplicada con modos controlados por presión o por volumen.

También existen los ventiladores portátiles que están diseñados exclusivamente para la aplicación de VNI. Estos son los que emplean la modalidad binivel o BiPAP. El aparato genera un flujo que es continuo pero cuya magnitud varía cíclicamente. Estas variaciones se traducen en una presión positiva inspiratoria y una espiratoria (de allí el nombre de presión binivel), que son reguladas por el operador. Las presiones se denominan, por sus siglas en inglés, IPAP (inspiratory positive airway pressure) y EPAP (expiratory positive airway pressure). La modalidad binivel es equivalente a la PSV + PEEP de los equipos convencionales.

La otra pieza fundamental del equipamiento es la interfaz que servirá de conexión con el paciente y la cual debe garantizar el proveer el máximo confort para garantizar el éxito de la terapia. Básicamente se describen cuatro principales interfaces. Las mascarillas nasales sólo cubren la nariz, apoyándose sobre el puente nasal, los pómulos y el labio superior. Una variante de estas últimas es la interfaz oronasal que se apoya sobre el tabique nasal, los pómulos y el labio inferior o el mentón, reduciendo las fugas bucales. Las mascarillas oro-nasales requieren de una válvula de seguridad anti asfixia que se abra al ambiente en caso de falla del ventilador. Siguiendo en orden de tamaño, la máscara facial total (total face) cubre todo el rostro y

es sostenida por un sistema de arneses laterales. Al igual que la oro-nasal posee válvulas anti asfixia y orificios de fuga intencional. Por último existe el casco o helmet el cual se fija con un anillo rígido al cuello y dos arneses laterales (39).

La modalidad BiPAP es la más comúnmente utilizada, ya que proporciona un flujo continuo elevado en la vía aérea que cicla entre una presión inspiratoria positiva elevada (IPAP) y una presión espiratoria positiva más baja (EPAP), la diferencia entre ambas presiones es la presión de soporte (PS) real que el paciente recibe.

Este sistema de soporte ventilatorio disminuye el trabajo respiratorio, mejora la ventilación alveolar, favorece el reposo de los músculos respiratorios, disminuye la hiperinsuflación dinámica y puede aumentar la CRF (38).

La presión positiva continua de la vía aérea es un modo de ventilación donde el paciente respira espontáneamente dentro de un nivel de presión superior a la atmosférica. El sistema empleado debe ser capaz de generar flujos altos (entre 40-120 L/Min) para satisfacer la demanda inspiratoria del paciente.

La CPAP es por lo tanto una modalidad de ventilación espontánea, controlada por presión, gatillada por flujo o presión, limitada por presión y ciclada por el paciente. Como la ventilación no es apoyada, es decir no hay apoyo inspiratorio, el volumen corriente, la frecuencia respiratoria y consecuentemente la ventilación alveolar, pueden variar en el tiempo ya que dependen del patrón respiratorio del paciente.

Este modo permite generar un gradiente de presión positivo dentro del ciclo inspiración-espiración. El efecto de la presión positiva sobre ambas fases del ciclo respiratorio permite aumentar la presión media de la vía aérea, con el consecuente aumento de la CRF, y disminución del trabajo respiratorio en situaciones clínicas donde existe una reducción de la CRF. A su vez, desde el punto de vista hemodinámico, dicha presión positiva constante dentro del tórax determina una caída en el retorno venoso, lo que permite que la CPAP sea un modo de apoyo en paciente con edema agudo de pulmón de tipo cardiogénico. En esta condición la CPAP produce un rápido alivio de la disnea y mejora del intercambio gaseoso, siempre que no exista hipercapnia, ya que esta modalidad no entrega apoyo inspiratorio y por lo tanto no aumenta la ventilación del CO₂ (40).

Por último existe la modalidad de VNI con presión de soporte (PSV) que habitualmente se utiliza con el ventilador mecánico de cuidados críticos. El paciente dispara el ventilador de manera espontánea y el operario decide qué nivel de presión debe suministrar, la cual se mantendrá durante todo el ciclo inspiratorio del paciente.

La PSV es ciclada por flujo permitiendo al paciente regular su tiempo inspiratorio, tiempo espiratorio, flujo inspiratorio, volumen corriente, y volumen minuto.

Existe una variante cuando la PSV se combina con el uso de PEEP, denominada PS + PEEP y es la modalidad de VNI más corrientemente utilizada, principalmente en la insuficiencia respiratoria hipercapnia de pacientes EPOC. En este modo a la fase espiratoria se le agrega una presión externa, esto es útil en paciente con enfermedades restrictivas, como aquellos sometidos a una cirugía cardíaca, porque permite aumentar la CRF al expandir los alveolos con la presión generada (40).

La VNI es habitualmente utilizada en pacientes con falla ventilatoria asociada a enfermedades obstructivas como EPOC, enfermedades restrictivas avanzadas como las neuromusculares, alteraciones de la caja torácica (cirugías de tórax o cifoscoliosis). También se emplea VNI en pacientes con edema agudo cardiogénico y en síndrome de distres respiratorio agudo en fase temprana.

Sin embargo, se debe hacer una selección adecuada de los pacientes y para eso existen criterios tanto gasométricos como clínicos. En cuanto al intercambio gaseoso, la VNI se indica cuando la PaCO₂ adopta un valor mayor a 45mmhg, el PH arterial se sitúa entre 7,20 y 7,35 o la Pa/FiO₂ es menor a 200mmhg. Clínicamente debe encontrarse al paciente con disnea moderada a severa, frecuencia respiratoria mayor a 25rpm, uso de músculos accesorios o respiración paradojal.

En sentido contrario, la terapia está contraindicada en las siguientes circunstancias: paro cardíaco o respiratorio, incapacidad para fijar la máscara debido a cirugía o trauma maxilofacial, arritmia que amenaza la vida, excesiva cantidad de secreciones bronquiales, riesgo de aspiración elevado, paciente agitado y no colaborador e hipoxemia refractaria que amenace la vida (38).

Debido a que este estudio se basó en lo que ocurre en los pulmones luego de una cirugía cardíaca, vale mencionar la utilidad de la VNI en estos casos.

Todos los pacientes operados tienen un cierto grado de insuficiencia respiratoria que en la mayoría de los casos es autolimitada a pocas horas en el posoperatorio. Algunos mantendrán disfunción respiratoria más prolongada de causa multifactorial y requerirán cierto soporte ventilatorio, generalmente no invasivo.

Usualmente estos pacientes presentan factores de riesgo previos como edad avanzada, tabaquismo, enfermedades pulmonares, mala condición física y respiratoria, alteraciones nutricionales o anemia. Durante el posoperatorio pueden aparecer e interactuar cuadros con diversa intensidad que inician y mantienen la

insuficiencia respiratoria, como broncoespasmo, traqueobronquitis, derrames pleurales, atelectasias, dolor pleurítico, restricción torácica por la esternotomía, depresión y angustia, entre otros.

La VNI con PS + PEEP aparece como una estrategia de tratamiento en estos casos, en combinación con intensa fisioterapia respiratoria, movilización pasiva-activa y oxigenoterapia de alto flujo (CNAF) (41).

III.e.VI.Oxigenoterapia

El aporte de oxígeno externo al paciente se realiza con el objetivo de mantener una oxigenación adecuada a los tejidos y reducir el trabajo cardiopulmonar. Es la terapéutica de elección cuando los niveles de oxigenación comienzan a descender, es decir cuando se está frente a hipoxemia. Habitualmente se habla que un paciente se encuentra hipoxémico cuando su presión arterial de oxígeno (PaO₂) se sitúa entre 80 y 60mmhg o su saturación de oxígeno (SatO₂) se encuentra debajo del 90%, aunque esto depende de su edad ya que alguien añoso tendrá un nivel de SatO₂ menor que un sujeto más joven siendo esto perfectamente normal (42).

Según la guía de práctica clínica de la Asociación Americana de Atención Respiratoria las indicaciones y contraindicaciones de la terapia con oxígeno son las siguientes.

Indicaciones: hipoxemia documentada como lo demuestra PaO₂ menos de 60 mmhg o SatO₂ menos del 90% en sujetos que respiran aire ambiente o PaO₂ o SaO₂ por debajo del rango deseable para una situación clínica específica, situaciones de atención aguda en las que se sospecha hipoxemia, trauma severo, infarto agudo de miocardio, terapia a corto plazo o intervención quirúrgica (p. Ej., recuperación pos anestésica)

Contraindicaciones: Con algunas excepciones, no existen contraindicaciones específicas para la terapia de O₂ cuando hay indicaciones pero ciertos dispositivos de administración están contraindicados, como las cánulas nasales y los catéteres nasofaríngeos en pacientes pediátricos y neonatales con obstrucción nasal (43).

Los objetivos clínicos para la terapia con O₂ son corregir la hipoxemia aguda documentada o sospechada, disminuir los síntomas asociados a la hipoxemia crónica y disminuir la carga de trabajo impuesta al sistema cardiopulmonar. Para lograr esto,

resulta de vital importancia un correcto monitoreo del paciente durante la terapia para evaluar su progreso y efectividad. La evaluación debe comenzar por las manifestaciones clínicas en busca de taquipnea, taquicardia o cianosis que son habituales en la hipoxemia. Luego deben buscarse parámetros fisiológicos como lo son la PaO₂ O SatO₂% y si estos se encuentran por debajo de los niveles deseados, ajustar la fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) para entregar mayor concentración del gas o si resulta pertinente cambiar el equipo de oxigenoterapia por uno que entregue flujos de gas más elevados y logren satisfacer la demanda inspiratoria del paciente.

El kinesiólogo respiratorio debe estar correctamente entrenado en el uso de los distintos sistemas de oxigenoterapia por lo que resulta necesario revisar las principales características de cada uno. Debe establecerse una división principal entre los dispositivos convencionales y los no convencionales. En el primer grupo a su vez existen los sistemas de bajo flujo y los de alto flujo.

Si bien el diseño es algo importante a tener en cuenta, lo que termina decidiendo el tipo de dispositivo a emplear es el rendimiento clínico. Para conocer esto, es vital saber cuál es el rango de FiO₂ que puede entregar el equipo y si esta a su vez se mantiene constante o varía de acuerdo al flujo inspiratorio del paciente. En la práctica diaria se observan sistema que entregan baja FiO₂ (<35%), moderada (35 a 60%) o alta (>60%). Los dispositivos de entrega de O₂ a FiO₂ variable, si el sistema proporciona todo el gas inspirado por el paciente la FiO₂ permanece estable. Si el dispositivo proporciona solo una parte del gas inspirado, el paciente debe extraer el resto del aire circundante. En este caso, cuanto más respire el paciente, mas aire diluye el O₂ administrado y la FiO₂ se reduce.

Los sistemas de bajo flujo suministran oxígeno a velocidades de inferiores a la demanda inspiratoria del paciente haciendo variar la FiO₂. Dentro de este grupo se encuentran los catéteres y cánulas nasales (nariguera), que son los dispositivos más comúnmente utilizados para administrar oxígeno de flujo bajo y generalmente proporcionan una concentración del 24% al 50% de oxígeno con velocidades de flujo de hasta 6 L/min.

Las mascara de oxígeno simple es otro dispositivo de bajo flujo que permite entregar una FiO₂ entre 35 y 50% con flujo de 5 L/min o más, pero debido a que dentro de la máscara se depositan unos 100 a 200 ml de gas, existe la posibilidad de reinhalación de CO₂. Para evitar esta complicación se recomienda que los flujos sean mayores a 5 L/min. Una variante de este sistema son las máscaras con reservorio que son capaces de entregar una FiO₂ mayor a 50% aun con flujos bajos, debido a que

acumulan oxígeno en una bolsa de reserva entre las respiraciones del paciente y de esta manera reducen la dilución del gas. Estas últimas pueden tener un sistema de reinhalación parcial de CO₂ o presentar válvulas que impiden cualquier tipo de reinhalación.

Los sistemas de oxígeno de alto flujo proporcionan velocidades de flujo que son lo suficientemente altas como para satisfacer completamente la demanda inspiratoria del paciente (>60 L/min), ya sea por arrastre de aire ambiental o por un alto flujo de gas.

Quizá el sistema más conocido en el ámbito sean las máscaras con sistema de Venturi que pueden proporcionar FiO₂ mayor a 40% mediante el uso de dispositivos ajustables con puertos de entrada de aire que controlan la cantidad de aire que se mezcla con el O₂. Estos dispositivos tienen un orificio o chorro restringido simple a través del cual el O₂ fluye a alta velocidad. El aire es arrastrado por las fuerzas de corte en el límite del flujo del chorro y mientras más pequeño sea el orificio del tubo mayor será la velocidad del gas, arrastrando consigo más aire que diluirá la concentración de oxígeno haciendo bajar el nivel de FiO₂, caso contrario ocurre con tubos de mayor diámetro. En este diseño la FiO₂ se regula mediante la selección del adaptador de chorro según el principio expuesto anteriormente (42).

Existen también, y son cada vez más utilizados, los sistemas no convencionales, cuyo máximo exponente es la cánula nasal de alto flujo (CNAF) que permite suministrar un flujo de gas de hasta 60 L/min mediante unas cánulas nasales de silicona, con el gas suministrado acondicionado a nivel de temperatura y humedad ideales (37 °C y 100% de humedad relativa). La utilización de la CNAF produce una presión positiva en las vías respiratorias y reduce el espacio muerto anatómico (washout), produce una presión parcial sostenida predecible de oxígeno (FiO₂), aumenta la oxigenación (PaO₂/FiO₂), mejora los movimientos mucociliares para eliminar el esputo, reduce la resistencia de las vías respiratorias superiores y el trabajo respiratorio.

La insuficiencia respiratoria aguda (IRA) es la principal indicación para la CNAF permitiendo una mejoría veloz en la frecuencia respiratoria la oxigenación de estos pacientes y pudiendo reducir la necesidad de VNI e incluso de ventilación mecánica invasiva en los pacientes con IRA.

También es frecuentemente utilizada para pacientes con insuficiencia cardíaca, destete de la ventilación mecánica y cuidados paliativos. Asimismo es una herramienta que tiene aplicación en posquirúrgicos de cirugía cardíaca donde es capaz de reducir

la necesidad de soporte ventilatoria invasivo o no invasivo y también el número de complicaciones pulmonares postoperatorias. Un último punto destacable es que la CNAF es capaz de mantener la oxigenación en pacientes operados de corazón y con obesidad que tienen una carga elevada al sistema cardiopulmonar (44–46).

III.d. Evaluación de la función pulmonar

III.d.I. Presiones respiratorias máximas

La medición de las presiones respiratorias máximas, generadas durante el esfuerzo de inspiración (PiMax) y espiración (PeMax) contra la vía aérea ocluida, representa un procedimiento importante para la evaluación funcional de los músculos respiratorios.

La PiMax es la mayor presión negativa generada por los músculos durante el esfuerzo inspiratorio. Las principales indicaciones para medir la misma son: cuantificar la debilidad de los músculos respiratorios, evaluar junto con otros parámetros fisiológicos la viabilidad del destete de la ventilación mecánica y establecer una carga de entrenamiento específico para los músculos.

Para la medición de esta presión se utiliza un manómetro conectado a una pieza bucal. Previo a la maniobra es importante concientizar al paciente y motivarlo a que haga su mayor esfuerzo, debido a que los resultados dependen de la voluntad del mismo. La maniobra comienza pidiendo al paciente que espire hasta alcanzar su capacidad residual funcional, a continuación debe colocar sus labios sobre la pieza bucal e intentar inspirar con la mayor fuerza disponible manteniendo el esfuerzo entre 1 y 3 segundos. El manómetro debe mantenerse a la vista del paciente para que sirva de feedback. Los valores de una persona sana deberían oscilar entre -100 y -150 CmH₂O.

La PeMax representa la presión máxima generada por los músculos espiratorios a flujo cero, para tal fin la misma se evalúa con un manómetro conectado a una pieza bucal pidiéndole al paciente que inspire hasta la capacidad pulmonar total (CPT) y luego espire con fuerza a través de la boquilla hasta llegar a volumen residual. En una persona sana los valores deben estar entre 150 y 250 CmH₂O. La PeMax representa un indicador sensitivo de la capacidad tusígena, y valores por debajo de 40 CmH₂O denotan incapacidad para remover secreciones con la consiguiente indicación de técnicas de asistencia para la tos (8,35).

III.d.II. Pico flujo de tos

La tos es un mecanismo de defensa que tiene 2 funciones básicas: mantener las vías respiratorias libres de elementos extraños y expulsar las secreciones producidas en exceso o en condiciones patológicas. Cuando la tos no es capaz de realizar dicha función se considera ineficaz.

El mecanismo tusígeno consta de tres fases que se suceden en pocos segundos. La fase inspiratoria inicial ocurre cuando la glotis se abduce por completo seguido de una gran contracción del diafragma y los músculos inspiratorios, produciendo un flujo inspiratorio que alcanza el 50% del volumen corriente normal. En la fase de compresión hay una aducción casi simultánea de la glotis con el inicio de la contracción de los músculos espiratorios. Este mecanismo produce la compresión del gas atrapado en los pulmones, elevando la presión intratorácica hasta niveles de 300 cmH₂O. Por último en la fase espiratoria, la glotis se abre en una fracción de segundo y el gas es expulsado a gran velocidad debido a la presión acumulada, arrastrando secreciones y partículas hasta la orofaringe.

En circunstancias de una cirugía cardíaca el mecanismo tusígeno se encuentra alterado debido al dolor de la incisión quirúrgica, la debilidad muscular derivada de la anestesia, el uso de ventilación mecánica intraquirúrgica y la manipulación del contenido intratorácico. Si el paciente es incapaz de toser en los primeros días posoperatorios, se convierte en un problema de cierta urgencia, debido a que comienzan a acumularse secreciones en las vías aéreas que pueden ser colonizadas por bacterias y causar neumonía.

Debido a esto, resulta vital para el kinesiólogo respiratorio efectuar una correcta evaluación de la capacidad tusígena del paciente y determinar si este necesita asistencia para la tos. Para este propósito cuenta con la evaluación conocida como pico flujo de tos (PFT) que es el parámetro que mejor determina la capacidad para eliminar secreciones respiratorias durante la tos.

La evaluación se realiza con un medidor portátil denominado flujómetro, que consta de un cilindro metálico con un pistón en su interior y una escala graduada en el lateral. La interfaz con el paciente consta de una pieza bucal donde se coloca una máscara para fijarlo a la cara del paciente. En la maniobra se le pide al paciente que inspire a la capacidad pulmonar total y luego espire con fuerza de manera explosiva

(tos) a través de la pieza bucal, el flujo de aire provoca el movimiento del pistón reflejando el resultado en la escala lateral.

Las personas normales pueden producir un flujo máximo de tos tan alto como 720 L / min. El PFT mínimo eficaz para movilizar secreciones en vías aéreas ha de ser $\geq 2,7$ L/s o 160 L / min. En pacientes que no alcanzan este nivel se recomienda el uso de forma crónica de técnicas mecánicas de aclaramiento mucociliar. En pacientes con $PFT \leq 4,5$ L/s (270 L/min) se recomiendan dichas técnicas durante reagudizaciones o procesos que aumenten la producción de secreciones bronquiales (47).



Fig. 4: flujómetro Clement & Clarke Mini Wright®

IV. JUSTIFICACIÓN

Un gran porcentaje de pacientes internados en unidad coronaria cursando post quirúrgicos cardíacos desarrolla complicaciones respiratorias que dilatan su estadía en cuidados críticos incluso con requerimientos de ventilación mecánica, aceleran la pérdida de funcionalidad del paciente a causa de la debilidad adquirida en cuidados críticos, aumentan considerablemente la tasa de mortalidad y generan abultados gastos al sistema de salud que podrían ser recortados.

Las atelectasias son el principal problema con el que el kinesiólogo debe lidiar, siendo causadas por el dolor incapacitante que sufre el paciente y que lo condiciona a respirar a bajos volúmenes, con abolición de los suspiros y la tos.

Vale recordar también que cada día que el paciente se encuentra internado en UCO es extremadamente costoso para el sistema de salud público o privado y el paciente se encuentra en riesgo de contraer infecciones que aumentan sustancialmente su morbimortalidad, siendo primordial la tarea del kinesiólogo respiratorio de lograr una rehabilitación rápida y eficaz que le permita al paciente ser trasladado a cuidados intermedios. Por lo tanto resulta de vital importancia conocer cuáles son los tratamientos más eficaces y menos costosos que pueden ser aplicados en estos pacientes.

El espirómetro de incentivo se coloca como una opción ampliamente utilizada para incrementar la fuerza de los músculos inspiratorios, aumentar los volúmenes pulmonares y mejorar la oxigenación. Además es importante destacar que la espirometría de incentivo ayuda a los pacientes a aprender a partir de la retroalimentación visual, lo que los alienta a practicar la respiración.

Sin embargo la mayoría de estudios que aplican el EI en postoperatorios de cirugías cardíacas carecen de metodología rigurosa o tienen muestras muy pequeñas y poco representativas.

Uno de los principales problemas de esta terapia parece ser la falta de protocolo de aplicación que marque la frecuencia diaria y el número de repeticiones que el paciente debería intentar. También la poca adherencia de los pacientes al tratamiento debido a la falta de control por parte del fisioterapeuta podría limitar severamente los resultados, ya que es común que los sujetos no comprendan como se usa el EI y necesiten un cierto tiempo de práctica para lograr resultados óptimos.

Con el desarrollo de este trabajo se pretendió identificar los cambios que genera la aplicación de técnicas de incentivo respiratorio instrumentales en variables que determinan la función pulmonar del paciente. Principalmente se estudiaron variables que incidan sobre la eliminación de secreciones y el aumento de los volúmenes pulmonares, que se encuentran reducidos luego de estas cirugías.

V. MATERIALES Y METODOS

V.a. Búsqueda bibliográfica

Se consultaron artículos publicados en el período comprendido entre los años 2000 y 2023 en las siguientes bases de datos: PubMed y Biblioteca Virtual en Salud.

Se utilizaron las siguientes palabras clave.

Términos Mesh:

- Cardiac Surgery
- Coronary Artery Bypass
- Postoperative Complications
- Pulmonary Complications
- Respiratory Therapy
- Incentive Spirometry

Términos Decs:

- Cirugía Cardíaca
- Procedimientos Quirúrgicos Cardíacos
- Complicaciones Pulmonares
- Espirometría Incentivada
- Fisioterapia respiratoria

Palabras Clave:

- Cirugía Cardíaca
- Complicaciones Pulmonares
- Fisioterapia Respiratoria
- Espirometría de Incentivo
- Función Pulmonar

Combinaciones en inglés:

- 1- (Cardiac Surgery) AND (Pulmonary Complications) AND (Incentive Spirometry). Se recuperaron 62 artículos y se seleccionaron 3.
- 2- (Cardiac Surgery) AND (Pulmonary Complications) AND (Respiratory Therapy) AND (Incentive Spirometry). Se recuperaron 27 artículos y se seleccionaron 8.
- 3- (Coronary Artery Bypass) AND (Postoperative Complications) AND (Pulmonary Complications) AND (Respiratory Therapy) AND (Incentive Spirometry). Se recuperaron 8 artículos y se selecciono 1.

Combinaciones en español:

- 1- (Cirugía Cardíaca) AND (Complicaciones Pulmonares) AND (Fisioterapia Respiratoria) AND (Espirometria Incentivada). Se recuperó 1 artículo y se seleccionó 1 el cual se descartó por estar duplicado con la literatura en inglés.
- 2- (Procedimientos Quirúrgicos Cardíacos) AND (Complicaciones Pulmonares) AND (Fisioterapia Respiratoria). Se recuperaron 4 artículos pero ninguno fue seleccionado.

V.b. Trabajo de campo

Luego de la búsqueda bibliográfica se realizó un trabajo de campo en la Unidad Coronaria del Hospital J.M. Cullen de la ciudad de Santa Fe en la cual se registraron diferentes variables en una planilla de recolección de datos.

V.b.I. Variables

En el presente trabajo se cuantificaron las siguientes variables principales: Pico flujo de tos (PFT), Saturación de oxígeno (SatO₂%), Frecuencia cardíaca (FC) y Frecuencia respiratoria (FR). También se registraron las variables intervinientes peso, talla, edad y tipo de cirugía.

V.b.II. Población blanco

La población blanco del estudio fueron pacientes mayores de 40 años que recibieron cirugías cardíacas y cursaron el postoperatorio en la Unidad Coronaria del Hospital J.M. Cullen de la ciudad de Santa Fe en el periodo comprendido entre Febrero y Abril de 2023.

V.b.III. Muestra

La muestra consistió en 15 pacientes con cirugías cardíacas mayores de 40 años que cursaron su periodo postoperatorio en la UCO del Hospital J.M. Cullen de la ciudad de Santa Fe entre Febrero y Abril de 2023

Criterios de inclusión:

- Edad mayor a 40 años
- Curso del postoperatorio en UCO
- Estado cognitivo acorde para comprender instrucciones

Criterios de exclusión:

- Pacientes vinculados a ventilación mecánica
- Elevados niveles de sedación
- Comorbilidades graves que comprometan la salud del paciente o kinesiólogo

V.b.IV. Diseño

En la presente investigación se realizó un trabajo de campo de carácter observacional a través de la medición de las variables descriptas anteriormente y cuyos resultados fueron volcados en una planilla de recolección de datos que se puede ver en la sección anexos.

V.b.V. Instrumento

Se utilizó como instrumento una planilla de recolección de datos (X.b.) donde en los primeros cuatro casilleros se recolectan los siguientes datos clínicos del paciente: edad, peso, talla y tipo de cirugía.

Los siguientes casilleros estuvieron destinados al registro de los valores de pico flujo de tos (PFT), frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y saturación de oxígeno los cuales fueron relevados una vez al día en el momento previo a la intervención mediante espirometría de incentivo e inmediatamente posterior a la misma. Se tomaron las mediciones en tres periodos diferentes: prequirúrgico, primer día y segundo día postquirúrgico. Era intención de este estudio agregar una medición

durante el tercer día postoperatorio pero fue incompatible debido a que algunos pacientes eran trasladados a salas de cuidado general.

V.b.VI Procedimiento

Una vez los pacientes fueron seleccionados cumpliendo los criterios de inclusión y exclusión, se procedió a informarles sobre la posibilidad de participar en la investigación de carácter anónimo y se les brindo una ficha de consentimiento (X.b.)

Antes de comenzar la intervención, se les indicó a los pacientes una maniobra de seguridad consistente en cruzar sus brazos alrededor de su tórax para ejercer una contención externa a la herida quirúrgica y evitar posibles dehiscencias o complicaciones. Esta maniobra fue utilizada en el momento de registro del PFT, durante la terapéutica con espirometría de incentivo y para los movimientos del paciente en la cama.

Se utilizaron los siguientes procedimientos para el registro de valores:

Saturación de oxígeno, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria se tomaron a partir de los datos reflejados en el monitor multiparamétrico de la cama del paciente en dos tiempos. El primer registro se llevó a cabo antes de comenzar con el tratamiento y el segundo inmediatamente después de terminar el mismo.

Pico flujo de tos: previo a la medición, se elevó la cabecera de la cama para que el paciente quede semisentado en ángulo de 45° y se indicó que realice la maniobra de seguridad.

El dispositivo elegido para la evaluación fue el flujómetro Clement & Clarke Mini-Wright®. La técnica de medición consistió en que el paciente debió realizar una inspiración hasta capacidad pulmonar total, se le colocó la máscara adosada a la pieza bucal con una presión acorde para evitar fugas y se le pidió que tosiera con su fuerza máxima. Fueron tomadas dos mediciones, una previa a la intervención terapéutica y la segunda unos minutos después de la misma. Cada paciente repitió tres veces la maniobra y se registró el mayor valor alcanzado.

La intervención terapéutica se basó en el entrenamiento de los músculos respiratorios mediante el uso espirometría de incentivo con el dispositivo volumétrico

Coach2®. La misma fue administrada por una integrante del servicio de kinesiología de la UCO.

Se le indicó al paciente que espire hasta llegar a volumen residual, a continuación debía tomar la boquilla entre los labios y realizar una inspiración profunda observando en todo momento la elevación del pistón manteniéndolo lo más alto que le fuera posible para obtener el feedback visual. Fueron realizadas tres series compuestas de tres inspiraciones máximas por día, para evitar la fatiga del paciente.

VI. RESULTADOS

A continuación se detallan los resultados obtenidos luego de la medición de las variables en los pacientes de UCO del Hospital J.M Cullen.

A partir de los datos recolectados en la planilla, se elaboró un análisis, el cual fue representado mediante tablas y gráficos. En el mismo se tuvieron en cuenta las siguientes variables: Cambios en el PFT entre intervenciones y en días consecutivos, variaciones en los valores de saturación de oxígeno, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria de manera previa y posterior a la intervención así como también en los tres días de medición, impacto de la edad, talla, peso y tipo de cirugía en los resultados de la intervención.

Nº de paciente	Edad	Peso (kg)	Talla (mts)	Tipo de CX
1	50	92	1,78	CRM
2	40	78	1,70	CRV
3	48	83	1,73	CRM
4	56	84	1,83	CRM
5	60	90	1,82	CRM
6	61	87	1,78	CRM
7	60	85	1,70	CRV
8	45	94	1,84	CRM
9	57	100	1,85	CRM
10	56	80	1,73	CRM
11	62	70	1,67	CRV
12	47	76	1,70	CRM
13	54	95	1,86	CRV
14	63	78	1,77	CRV
15	58	72	1,72	CRM
Promedio	54,46	82,26	1,76	

Tabla 1: características generales de la muestra. CRM: cirugía de revascularización miocárdica; CRV: cirugía de reemplazo valvular.

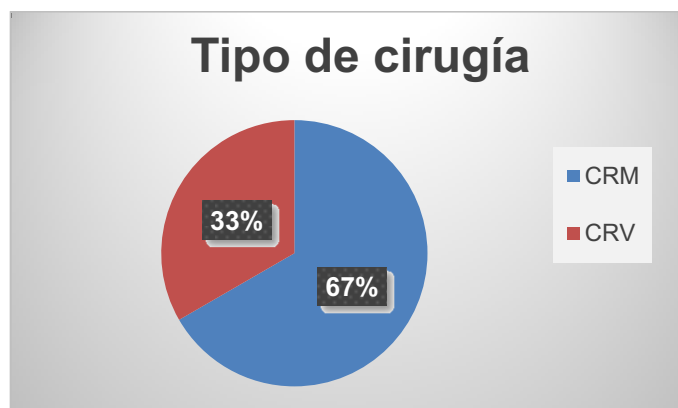


Gráfico 1: porcentajes de ambos tipos de cirugías

VI.a. Evolución de los valores de PFT

La siguiente tabla muestra los resultados de mediciones de PFT (pico flujo de tos en litros por minuto) en tres diferentes momentos: PREQX (día previo a la cirugía), POP1 (primer día posquirúrgico) y POP2 (segundo día posquirúrgico). Además, se proporcionan los resultados de dos mediciones de PFT, PFT1 (medición antes de la intervención con espirometría de incentivo) y PFT2 (medición posterior a la intervención con espirómetro de incentivo). Se calculó también la media de las dos mediciones de PFT para cada paciente en los tres días que duró el estudio (Tabla 2).

Nº de paciente	PFT (L/min)	PREQX	POP1	POP2
1	PFT1	180	65	180
	PFT2	200	100	200
	MEDIA	190	82,5	190
2	PFT1	70	60	100
	PFT2	80	80	130
	MEDIA	75	70	115
3	PFT1	200	80	200
	PFT2	200	100	250
	MEDIA	200	90	225
4	PFT1	250	120	200
	PFT2	270	170	250
	MEDIA	260	145	225
5	PFT1	400	250	300
	PFT2	500	250	350
	MEDIA	450	250	325
6	PFT1	250	200	270
	PFT2	280	250	300
	MEDIA	265	225	285
7	PFT1	150	80	130
	PFT2	180	60	170
	MEDIA	165	70	150
8	PFT1	200	150	220
	PFT2	250	170	280
	MEDIA	225	160	250

9	PFT1	450	150	250
	PFT2	480	180	300
	MEDIA	465	165	275
10	PFT1	260	130	180
	PFT2	300	170	230
	MEDIA	280	150	205
11	PFT1	300	60	150
	PFT2	320	90	180
	MEDIA	310	75	165
12	PFT1	300	130	330
	PFT2	350	180	370
	MEDIA	325	155	350
13	PFT1	420	200	300
	PFT2	450	220	360
	MEDIA	435	210	330
14	PFT1	200	100	230
	PFT2	230	130	250
	MEDIA	215	115	240
15	PFT1	370	220	330
	PFT2	390	250	370
	MEDIA	380	235	350

Tabla 2: valores de PFT (L/min) para los tres periodos de estudio pre y post intervención (PFT1; PFT2)

Se encontró que el valor promedio de PFT para para todos los pacientes (100%) se redujo en el POP1 respecto de la medición PREQX (289 ± 113 ; 146 ± 62) sugiriendo que la cirugía cardíaca tiene un claro efecto deletéreo en la función pulmonar y en la capacidad de generar una tos efectiva. Hacia el segundo día posquirúrgico se cuantificó una mejora de las marcas de PFT en todos los pacientes respecto del POP1 (146 ± 62 ; 245 ± 73). Sin embargo, se observó que en 7 (46,6%) de los 15 pacientes que recibieron terapia con EI hubo una recuperación de la capacidad tusígena igualando e incluso superando sus valores PREQX (213 ± 76 ; 238 ± 69). Los restantes 8 pacientes (54,4%) no lograron igualar o superar su PFT en el POP2 con respecto al PREQX (343 ± 106 ; 253 ± 77) (Gráfico 2).

Un hallazgo interesante del estudio fue que hubo 9 pacientes en los cuales el valor de PFT2 del día PREQX fue igual o superior a 250 L/min y dicho hallazgo tuvo

correlación con valores de PFT2 mayores o iguales a 160 L/min durante el primer día posterior a la cirugía (POP1) siendo el valor mínimo necesario para lograr la movilización de secreciones según la bibliografía. Esto apunta a que los sujetos que poseen una mayor fuerza tusígena previo a la intervención tendrán una función pulmonar menos alterada luego de la misma.

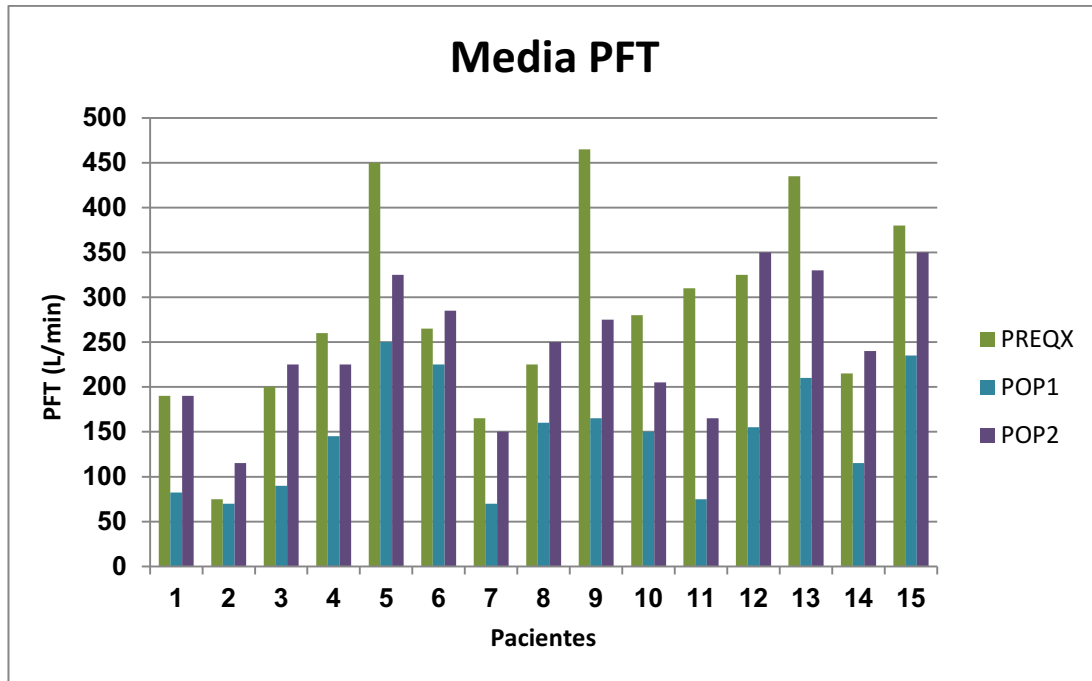


Gráfico 2: valor promedio de PFT en todos los pacientes del estudio

En cuanto a los valores registrados antes y después de la intervención. Se evidencio una mejora en los valores de PFT después de la intervención con espirometría de incentivo en todos los pacientes de la muestra, ya que la media de PFT2 es más elevada que la de PFT1 en todos los casos del estudio (208 ± 98 ; 238 ± 105). Esto sugiere que la intervención con espirometría de incentivo puede tener un efecto positivo en la función pulmonar de los pacientes después de la cirugía (Gráfico 3).

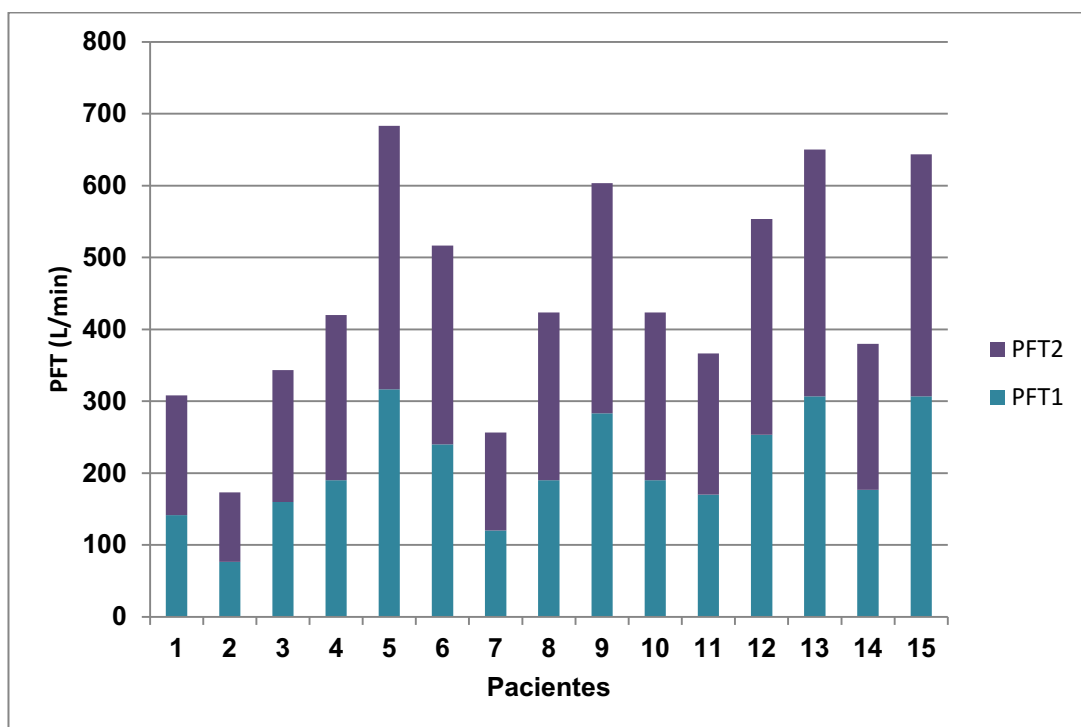


Gráfico 3: diferencias en PFT previo y posterior a la terapéutica

VI.b. Cambios en valores de FC, SatO2% y FR entre intervenciones

Al igual que ocurrió con la medición del pico flujo de tos. Los tres parámetros fueron evaluados antes y después de la aplicación del EI en tres momentos diferentes durante la estadía del paciente en UCO. PREQX (antes de la cirugía), POP1 (primer día de recuperación) y POP2 (segundo día de recuperación).

La FC medida en latidos por minuto (lpm) registro aumentos post intervención en los 15 pacientes de la muestra durante los tres días en los que se llevó a cabo el registro. Previo a la terapéutica se registró una media de 92 latidos por minuto oscilando entre 76 y 111. Después de la intervención, la FC varió entre 84 y 120 latidos por minuto, con una media general de 98 latidos por minuto. Representado un aumento promedio de 5,9 lpm luego de la terapia. Dichos datos sugieren que la aplicación de EI sobre estos pacientes supone cierta carga para el sistema cardiovascular.

En la comparación entre los diferentes días de medición se encontró que en el POP1 se registraron valores superiores de FC en comparación con el PREQX ($98,6 \pm 9,4$; $92 \pm 9,4$). En el POP2 la FC se redujo respecto del POP1 (94 ± 8 ; $98,6 \pm 9,4$) pero no logro igualar los niveles del PREQX (94 ± 8 ; 92 ± 9). Los datos indicaron que la cirugía cardíaca provoca un aumento de la frecuencia cardíaca basal del individuo la cual parece ir reduciéndose con el pasar de los días.

Con la frecuencia respiratoria (rpm) sucedió algo similar. Manifestó un aumento en el tiempo posterior a la terapia con EI respecto de la medición previa. En concreto la FR creció un promedio de 4 rpm en las mediciones realizadas después de aplicar la terapia con EI ($17 \pm 2,7$; 21 ± 3).

En los tres días que se evaluó, se encontró que la FR aumento en el POP1 respecto del valor PREQX ($20,6 \pm 3,8$; $17,4 \pm 2,8$). Transcurridos dos días de la cirugía, en el POP2, la FR tendió a contraerse respecto del POP1 ($19,5 \pm 3,5$; $20,6 \pm 3,8$) pero aun siguió estando por encima del PREQX ($19,5 \pm 3,5$; $17,4 \pm 2,8$).

Por último, la variable saturación de oxígeno (%), presentó un aumento de 3% entre intervenciones el cual fue sostenido durante los tres días del estudio ($94,8 \pm 2$; $97,5 \pm 1$). En las mediciones consecutivas, se observó que el valor de SATO2 se contrajo en el POP1 respecto del PREQX ($94,6 \pm 2$; $96,7 \pm 2,5$) pero se halló una recuperación de la saturación en el POP2 donde el valor fue mayor que en los días PREQX ($97 \pm 1,6$; $96,7 \pm 2,5$) y POP1 ($97 \pm 1,6$; $94,6 \pm 2$). Estos resultados sugieren que la cirugía provoca una reducción en la oxigenación del paciente y que la EI puede tener algún efecto positivo sobre la saturación de la hemoglobina en el corto plazo (Tabla 3 y Tabla 4).

Cabe aclarar que tres pacientes (nº3) requirieron oxigenoterapia convencional con nariguera a 3 L/min y un paciente (nº1) necesito ventilación no invasiva (VNI) durante el segundo día luego de la cirugía.

Variable	Período	Media	Desviación estándar
FC	PREQX	92	9
FC	POP1	98.6	9.4
FC	POP2	94	8
FR	PREQX	17.4	2.8
FR	POP1	20.6	3.8
FR	POP2	19.5	3.5
SatO2 %	PREQX	96.7	2,5
SatO2 %	POP1	94,6	2
SatO2 %	POP2	97	1.6

Tabla 3: valores de FC, FR y SAT02 representados en media y desvío estándar para los tres períodos de medición

	Frecuencia cardíaca	Frecuencia respiratoria	Saturación de O2
Pre intervención	92 ± 8,5	17 ± 2,7	94,8 ± 2
Post intervención	98 ± 9	21 ± 3	97,5 ± 2

Tabla 4: variables FC, FR Y SatO2 en media y desvío estándar general anterior y posterior a la terapia

VI.c Impacto de las variables edad, talla, peso y tipo de cirugía

VI.c.I Tipo de cirugía

En la muestra de 15 pacientes, hubo 5 (33%) que recibieron cirugía de reemplazo valvular (CRV) y 10 intervenidos mediante cirugía de revascularización miocárdica (CRM) representando un (67%). Se tomó como referencia el valor promedio de pico flujo de tos entre la medición previa a la aplicación de EI y la posterior durante los tres periodos del estudio (PREQX, POP1 Y POP2).

El hallazgo consistió en que los valores de PFT fueron más altos para los pacientes que recibieron cirugía de revascularización miocárdica en comparación con los pacientes que recibieron cirugía de reemplazo valvular y que este patrón se repitió en los tres momentos de registro. Además otro dato interesante fue que para ambos tipos de cirugía, el valor de PFT decayó en el POP1 pero logro una recuperación hacia el POP2.

Cirugía	Día	Número	Media	Desvió estándar
CRM	PREQX	10	304	98
CRM	POP1	10	165	55
CRM	POP2	10	268	58
CRV	PREQX	5	240	138
CRV	POP1	5	108	60
CRV	POP2	5	208	85

Tabla 5: impacto del tipo de cirugía sobre el PFT

VI.c.II Edad, talla y peso

La muestra de 15 pacientes arrojó gran variabilidad, ya que la edad máxima registrada fue de 63 años y la mínima de 40, representado un promedio de 56 años.

Los pacientes fueron agrupados en tres grupos etarios, 40 a 50 (nº5), 51 a 60 (nº7) y 61 a 70 años (nº3).

Los resultados muestran que el pico flujo de tos promedio disminuyó significativamente en todos los grupos de pacientes un día después de la cirugía (POP1), y luego se recuperó parcialmente al segundo día después de la cirugía (POP2). Además, se observó una mayor disminución del valor PREQX al POP1 en el grupo de edad de 51 a 60 años ($337,5 \pm 110$; 175 ± 62) en comparación con el grupo 40 a 50 (203 ± 89 ; 109 ± 44) y también con los de 61 a 70 (263 ± 47 ; 138 ± 77).

Sin embargo, el grupo etario de 51 a 60 obtuvo los valores promedio de PFT más altos durante los tres días en los que se evaluó (tabla nº6).

Para medir el impacto de las variables peso y talla también fue conveniente estratificar a los pacientes en tres grupos debido a la inviabilidad de analizar uno por uno.

Para el peso, se dividió a los pacientes en grupos de 70 a 80kg (nº6), 81 a 90kg (nº4) y 91 a 100kg (nº5). Luego de analizar los resultados, se observó que el PFT promedio varía significativamente según el peso de los pacientes y el día de la medición. En los tres periodos de estudio, el PFT promedio fue mayor en pacientes con un peso de 91 a 100 kg (353 ± 134 ; $173,6 \pm 62$; 274 ± 58) en comparación con pacientes con un peso de 70 a 80 kg (264 ± 107 ; 133 ± 61 , 237 ± 96) y 81 a 90 kg (222 ± 48 ; 132 ± 69 ; 221 ± 55).

En cuanto a la evolución del PFT en los diferentes días, de igual manera que ocurrió con las demás variables, se encontró que en todos los grupos de peso, el PFT promedio disminuyó en el día posterior a la cirugía (POP1), en comparación con la medición previa a la cirugía (PREQX). Sin embargo, dos días después de la cirugía (POP2), el PFT promedio aumentó en comparación con el día posterior a la cirugía (POP1) en todos los grupos de peso (tabla nº7).

En el caso de la talla, se formaron también tres categorías de pacientes quedando de la siguiente manera: 1,60 a 1,70mts (nº4), 1,71 a 1,80mts (nº6) y 1,81 a 1,90mts (nº5).

Los resultados mostraron que el PFT promedio disminuyó después de la cirugía en todos los grupos de altura. Sin embargo, el PFT promedio se recuperó en el día

POP2, aunque aún no alcanzó los niveles del PREQX. De esta forma se repitió el mismo patrón que en las demás variables analizadas.

Al observar la relación entre la altura y la evolución del PFT en los diferentes días, podemos notar que los pacientes más altos (1,81 a 1,90 mts) tuvieron el PFT promedio mayor en los tres periodos (PREQX, POP1 y POP2).

Se observó también que la sección de 1,71 a 1,80mts obtuvo el mejor desempeño en cuanto a la recuperación posquirúrgica de la capacidad tusígena, ya que su valor de PFT promedio registrado en el POP2 fue casi igual al del PREQX ($249,5 \pm 59$; 255 ± 71) en comparación con la franja 1,60 a 1,70mts (195 ± 105 ; 219 ± 120) y 1,81 a 1,90mts (281 ± 46 ; 367 ± 114) que fue la que más se alejó de su valor inicial (tabla nº8)

PFT (L/min) promedio			
Edad	PREQX	POP1	POP2
40-50	203 ± 89	109 ± 44	226 ± 85
51-60	$337,5 \pm 110$	175 ± 62	265 ± 75
61-70	263 ± 47	138 ± 77	230 ± 60

Tabla 6: valores de PFT expresados en media y desvío estándar para cada grupo etario

PFT (L/min) promedio			
Peso (kg)	PREQX	POP1	POP2
91 a 100 kg	353 ± 134	$173,6 \pm 62$	274 ± 58
81 a 90 kg	222 ± 48	132 ± 69	221 ± 55
70 a 80	264 ± 107	133 ± 61	237 ± 96

Tabla 7: valores de PFT expresados en media y desvío estándar en relación al peso

PFT (L/min) promedio			
Talla (mts)	PREQX	POP1	POP2
1,60 a 1,70	$219 \ 120$	$92 \ 41$	$195 \ 105$
1,71 a 1,80	$255 \ 71$	$150 \ 66$	$249 \ 59$
1,81 a 1,90	$367 \ 114$	$186 \ 43$	$281 \ 46$

Tabla 8: valores de PFT expresados en media y desvío estándar en relación a la talla

VII. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue conocer los efectos generados por las técnicas de incentivo respiratorio instrumentales sobre la función pulmonar de pacientes que fueron sometidos a una cirugía cardíaca.

En este sentido la bibliografía revisada acerca del tema revela que los mayores problemas a los que se enfrentan estos pacientes es la reducción de los volúmenes y capacidades pulmonares, debilitamiento de la tos y pérdida de fuerza en los músculos respiratorios lo que termina por generar complicaciones pulmonares dentro de las cuales las atelectasias son las que ocurren con mayor frecuencia y ocupan la mayor relevancia.

Amin et al. (34) encuentran que la función pulmonar de los pacientes sometidos a cirugía cardiovascular evaluada a través del pico flujo de tos (PFT), capacidad vital forzada (CVF) y volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) experimenta un pico de retroceso en el primer día postoperatorio, pero con tendencia a la recuperación total pasados siete días bajo tratamiento con EI ($p < 0.001$).

Esta información se condice con los resultados de este estudio, los cuales arrojan que el PFT disminuye considerablemente en el día posterior a la cirugía y que existe una mejoría de esta variable luego de la aplicación de kinesioterapia con espirómetro de incentivo hacia el segundo día. Sin embargo difieren en que el periodo de medición es menor. Además en el estudio llevado a cabo en el Hospital J.M Cullen se añade que el PFT mejora su performance inmediatamente de que se administra fisioterapia con incentivador y también se aprecia una tendencia a que los pacientes que registran PFT mayores a 250 L/min en el prequirúrgico mantengan una mejor capacidad tusígena luego de la cirugía.

La oxigenación y la frecuencia respiratoria también se discuten en el presente estudio. Refiriendo por un lado que los pacientes mejoran su performance de saturación de oxígeno luego de realizar fisioterapia con EI y que también transcurridos dos días de tratamiento tienden a recuperar valores de saturación cercanos a los obtenidos antes de la cirugía. En el caso de la variable frecuencia respiratoria (FR) no se puede decir que la fisioterapia con incentivador tenga un claro efecto positivo, ya que se evidencian aumentos de la misma luego de realizar fisioterapia con incentivador y la recuperación medida dos días luego de la cirugía no es total, ya que los pacientes no disminuyen su FR hasta los valores prequirúrgicos.

En cuanto a estos dos temas la literatura resulta ambigua. Renault et al. (48) también sostienen que la saturación de oxígeno experimenta una recuperación total en pacientes que reciben CRM intervenidos con EI contra un grupo control que realiza ejercicios de respiración profunda a los siete días luego de la intervención ($p < 0.05$). Pero, Romanini et al. (49) luego de su comparación entre la terapia con incentivador y ejercicios de respiración con presión positiva intermitente (IPPB) afirman que con esta última terapia se logra una mejoría más marcada en la SatO₂% dos días luego de la cirugía ($p < 0.5$). Sin embargo para la variable frecuencia respiratoria no se distingue una diferencia significativa entre ambos modos de fisioterapia. Con el objetivo de revertir la hipoxemia posquirúrgica la IPPB se posiciona como una mejor opción.

Las atelectasias revisten la mayor atención dentro de las complicaciones pulmonares luego de una cirugía cardíaca. Un efecto notable es la disminución significativa de la capacidad residual funcional (CRF) causada por el aumento de la presión abdominal en los pacientes que están acostados boca arriba y el funcionamiento alterado de los músculos respiratorios. Además, el dolor postoperatorio provoca una respiración superficial lo que reduce aún más la CRF y los volúmenes inspiratorios, causando colapso pulmonar. La efectividad de la espirometría de incentivo para resolver o limitar esta patología no resulta del todo clara. Manapunsoppee et al. no encuentran diferencias significativas en cuanto al número de atelectasias postoperatorias entre un grupo intervención que realiza ejercicios de respiración profunda más espirometría de incentivo y un grupo control que realiza solamente respiraciones profundas ($p = 0.38$). Malik et al. también obtienen hallazgos similares en su estudio ($p > 0.99$). Restrepo et al. en su guía de práctica clínica recomiendan el uso del EI combinado con ejercicios de respiración profunda para evitar las complicaciones pulmonares luego de una cirugía de corazón.

Parece haber un punto de acuerdo en la literatura sobre que los dispositivos orientados por volumen son más adecuados en este tipo de situaciones. Parreira et al. (36) sugieren que los incentivadores de volumen mejoran la actividad diagramática y disminuyen el trabajo respiratorio impuesto en comparación con los que trabajan por flujo ($p < 0.05$). Del mismo modo, Restrepo et al. (33) en su guía de práctica clínica actualizada adjudican un mayor volumen inspiratorio al usar los EI de volumen e indican que estos son aptos para lograr una buena reexpansión pulmonar luego de una cirugía cardíaca. Amin et al. (34) concluyen que la intervención con incentivador controlado por volumen en pacientes que reciben CRM demuestra ser beneficiosa

para mejorar la función pulmonar y la capacidad funcional en comparación con la espirometría de incentivo orientada al flujo y los ejercicios de respiración diafragmática ($p < 0.001$).

En vista a esta evidencia recopilada es que se decide utilizar el incentivador volumétrico *Coach 2®* para el presente estudio en detrimento de un ejemplar orientado por flujo.

Quizá el punto más importante de discusión sea la verdadera efectividad que tiene la espirometría de incentivo por sí sola en relación al desarrollo de complicaciones pulmonares postoperatorias y la función pulmonar general de pacientes que han sido sometidos a una cirugía cardíaca. En su revisión sistemática actualizada Sullivan y cols. (50) indican que según los nuevos ensayos clínicos aleatorizados el uso solamente del EI probablemente no reduce significativamente la incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias en comparación con otras estrategias de rehabilitación (95% CI). Esto quizá se deba a que no hay grupos controles en los estudios vigentes que no realicen algún tipo de rehabilitación, para poder esclarecer si el EI tiene algún efecto sobre la función pulmonar en estos pacientes por sí solo. En contraposición Agostini y Singh (51) basándose en escasa literatura presentada sostienen que los regímenes de fisioterapia postoperatoria con el uso de la espirometría incentivada parecen ser efectivos después de una cirugía de tórax en comparación con la ausencia de intervención fisioterapéutica. La decisión de utilizar la espirometría incentivada después de una cirugía torácica debe ser tomada por fisioterapeutas individuales en función de la evaluación, experiencia, formación, recursos y posiblemente preferencias pero se requieren más estudios adecuadamente diseñados para confirmar los beneficios del tratamiento.

Existen muchos más ensayos clínicos en donde la aplicación del espirómetro de incentivo se combina con otro tipo de fisioterapia respiratoria. Manapunsoppee et al. (52) en un estudio que combina la aplicación de EI con ejercicios de respiración profunda (DBE) sobre pacientes intervenidos mediante CRM encuentran que la fuerza muscular inspiratoria (PiMax) manifiesta una reducción significativamente menor luego de la cirugía que en el grupo control que solo realizó ejercicios de respiración profunda ($P = 0.006$). Así también Ferreira et al. (8) encuentran que la adición de presión espiratoria positiva en la vía aérea (EPAP) al EI produce mejores resultados en fuerza de músculos respiratorios, capacidades pulmonares y resistencia al ejercicio en el largo plazo ($p < 0,05$).

Si bien el estudio realizado en el Hospital J.M Cullen no conto con grupo control, se puede intuir que hay un grado de efectividad en el uso de la terapia con espirometría de incentivo como único tratamiento sobre la recuperación de la función pulmonar en pacientes operados del corazón. Basándose en el mejoramiento de la capacidad tusígena inmediatamente después de la terapia y también al segundo día luego de la cirugía.

El bajo número de estudios de rigurosidad académica existentes y las muestras pequeñas es un punto abordado por la bibliografía. Freitas y cols. (53) en su revisión sistemática actualizada sobre el uso de EI en pacientes con CRM estiman que el reducido número de estudios, las modestas muestras de pacientes, las limitaciones metodológicas y el uso complementario de otros tratamientos en estos pacientes, significan que los ensayos actualmente disponibles de EI contribuyen poco a la toma de decisiones sobre su uso. Este punto es mencionado por Ferreira y cols. (8) en su ensayo clínico en el cual solo se recoge una muestra de dieciséis pacientes (nº16) concluyendo que es una limitante en los resultados.

En el estudio realizado en UCO del Hospital J.M Cullen concuerda con este hallazgo debido a que solo se logró obtener una muestra de quince pacientes (nº15) por la imposibilidad de extender las mediciones más tiempo, a su vez ha sido difícil lograr unificar el tratamiento solo ligado al uso del EI, ya que el equipo de enfermería no estaba entrenado en su uso y aplicó otras terapéuticas en ausencia del equipo de kinesiólogos.

Otro condicionante a la efectividad del EI en la función pulmonar en los sujetos operados de corazón probablemente es la adherencia que se logra en cuanto al uso del dispositivo por parte del paciente. En esta dirección Eltorai y cols. (54) argumentan que el uso de una campana de recordatorio automática adosada al dispositivo incentivador logra una mejor adherencia de los pacientes que el EI por sí solo, y esto se ve reflejado en una estadía hospitalaria más corta y menor número de atelectasias al día del alta ($p=0.04$).

Basándose en la guía de práctica clínica elaborada por Restrepo y cols. (33) la espirometría de incentivo se posiciona como un tratamiento seguro y útil para contrarrestar los efectos deletéreos de una cirugía de revascularización miocárdica sobre la función pulmonar. Sin embargo para aumentar su efectividad se recomienda combinar el incentivador con otros modos de fisioterapia como tos dirigida, ejercicios

de respiración profunda y movilización temprana para prevenir complicaciones pulmonares postoperatorias.

Si bien la literatura consultada resulta en muchos casos ambigua en cuanto a la indicación del EI en postoperatorios de cirugías cardíacas y ponen en duda su efectividad, se decide tomarlo como el modo de fisioterapia a utilizar en este estudio debido a que es autoadministrable por parte del paciente y como también sostienen Kotta y Ali (16) el incentivador puede actuar como un motivador significativo para que los pacientes continúen realizando ejercicios respiratorios, mejoren su función pulmonar y contribuyendo a reducir las complicaciones pulmonares.

VIII. CONCLUSIÓN

En base a los resultados obtenidos de este trabajo de campo, cuyo objetivo fue conocer los efectos generados por las técnicas de incentivo respiratorio instrumentales sobre parámetros de función pulmonar en pacientes posquirúrgicos cardíacos mayores de 40 años internados en UCO del Hospital J. M Cullen entre febrero y marzo de 2023, se puede concluir que las técnicas de incentivo respiratorio llevadas a cabo mediante un incentivador volumétrico tienen cierto efecto positivo sobre la función pulmonar de estos pacientes basándose en que su capacidad de toser expresada a través del pico flujo de tos experimenta un incremento luego de administrada la terapia respecto de la medición previa, pero a su vez también demuestra una mejoría transcurridos dos días de la cirugía en la mayoría de los pacientes.

También el uso del dispositivo provoca una mejora en los niveles de saturación de oxígeno luego de su aplicación y en el segundo día posquirúrgico donde la misma tiende a retornar a sus valores de normalidad. No ocurre de la misma manera con las variables frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria las cuales transcurridos dos días desde la cirugía no experimentan un descenso hasta sus valores prequirúrgicos y además evocan un aumento después de aplicar la terapia con El sugiriendo que la misma impone cierta carga al sistema cardiopulmonar.

En el estudio aparecen otros resultados interesantes, siendo que el tipo de cirugía cardíaca recibida parece tener un efecto sobre la función pulmonar, como lo demuestran los mayores valores de pico flujo de tos que registran los pacientes sometidos a cirugía de revascularización miocárdica respecto de aquellos que reciben cirugía de reemplazo valvular. La edad, el peso y altura de los pacientes también resultan variables a tener en cuenta para la aplicación de El en pacientes con cirugías cardíacas debido a que muestran causar un impacto sobre la función pulmonar.

Con esta información se puede afirmar que la inclusión del espirómetro de incentivo dentro de un plan de fisioterapia respiratoria es beneficiosa para mejorar la función pulmonar debido a que incrementa la capacidad de toser y mejora la oxigenación de los pacientes.

Se deben tener precauciones con sujetos que aún se encuentran inestables porque el uso del dispositivo supone una carga para el sistema cardiopulmonar y también tener en cuenta que las características personales de cada individuo juegan un papel importante en los resultados del tratamiento, por lo que no deben pasarse por alto al momento de elegir la terapéutica.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Cirugía del corazón - ¿Qué es la cirugía del corazón? | NHLBI, NIH [Internet]. [citado el 21 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www.nhlbi.nih.gov/health/heart-surgery>
2. Luis Carlos Maroto Castellanos JERH. La cirugía convencional sigue siendo la mejor opción en el tratamiento quirúrgico de la valvulopatía aórtica. Argumentos en contra. Revista Española de Cardiología [Internet]. 2000 [citado el 23 de enero de 2023];53(4):483–9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300893200751177>
3. Weissman C. Pulmonary Function After Cardiac and Thoracic Surgery. Anesthesia & Analgesia [Internet]. 1999 [citado el 23 de enero de 2023];88(6):1272–9. Disponible en: https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/Fulltext/1999/06000/Pulmonary_Function_After_Cardiac_and_Thoracic.14.aspx
4. Matheus GB, Dragosavac D, Trevisan P, Costa CE da, Lopes MM, Ribeiro GC de A. Postoperative muscle training improves tidal volume and vital capacity in the postoperative period of CABG surgery. Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular [Internet]. 2012 [citado el 23 de enero de 2023];27(3):362–9. Disponible en: <https://www.bjcv.org/article/2034/en-US/postoperative-muscle-training-improves-tidal-volume-and-vital-capacity-in-the-postoperative-period-of-cabg-surgery>
5. Marshall K, McLaughlin K. Pain Management in Thoracic Surgery. Thoracic Surgery Clinics [Internet]. 2020 [citado el 10 de febrero de 2023];30(3):339–46. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1547412720300256>
6. do Nascimento Junior P, Módolo NS, Andrade S, Guimarães MM, Braz LG. Incentive spirometry for prevention of postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2014 [citado el 10 de febrero de 2023]; Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD006058.pub3/full>

7. Wu MF, Wang TY, Chen DS, Hsiao HF, Hu HC, Chung FT, et al. The effects of mechanical insufflation-exsufflation on lung function and complications in cardiac surgery patients: a pilot study. *J Cardiothoracic Surg* [Internet]. 2021 [citado el 10 de febrero de 2023];16(1):350. Disponible en: <https://cardiothoracicsurgery.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13019-021-01738-x>
8. Ferreira GM, Haeffner MP, Barreto SSM, Dall'Ago P. Espirometría Incentivada con Presión Positiva Espiratoria es Beneficiosa después de Revascularización de Miocardio. *Arq. Bras. Cardiol.* [Internet]. 2010 [citado el 10 de febrero de 2023]; 94(2): 233-238. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2010000200017>
9. Managó MJ, Bonaccorsi L. Cambios en los volúmenes pulmonares luego de la kinesioterapia respiratoria en el postoperatorio de cirugía cardiovascular. *Anuario Fundación Dr. J. R. Villavicencio* [Internet]. 2008 [citado el 10 de febrero de 2023];16:108-113. Disponible en: http://www.villavicencio.org.ar/ALMACEN/archivos/publicaciones_00000000026.pdf
10. Gimenes C, Godoy I, Padovani CR, Gimenes R, Okoshi MP, Okoshi K. Respiratory pressures and expiratory peak flow rate of patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. *Med Sci Monit* [Internet]. 2012 [citado el 15 de febrero de 2023];18(9):558–63. Disponible en: <http://www.medscimonit.com/abstract/index/idArt/883351>
11. Johnson D, Kelm C, Thomson D, Burbridge B, Mayers I. The effect of physical therapy on respiratory complications following cardiac valve surgery. *Chest* [Internet]. 1996 [citado el 15 de febrero de 2023];109(3):638–44. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0012369215458489>
12. Cohn LH, Adams DH. *Cardiac surgery in the adult*. 5ta ed. Nueva York: McGraw Hill Education; 2018.
13. Giménez ME. *Cirugía fundamentos para la práctica Clínico-Quiúrgica* [Internet]. 1er ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Médica Panamericana; 2014 [citado el 8 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.medicapanamericana.com/VisorEbookV2/ebook/9789500606417#{%22Pagina%22:%22770%22,%22Vista%22:%22Indice%22,%22Busqueda%22:%22%22}>

14. Cavenaghi S, Ferreira LL, Marino LHC, Lamari NM. Fisioterapia respiratória no pré e pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. Rev Bras Cir Cardiovasc [Internet]. 2011 [citado el 8 de marzo de 2023];26(3):455–61. Disponible en: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/1678-9741.20110022>
15. Terapia Intensiva [Internet]. 5ta ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Médica Panamericana; 2014 [citado el 8 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://www.medicapanamericana.com/VisorEbookV2/ebook/9789500606714#{%22Pagina%22:%22176%22,%22Vista%22:%22Indice%22,%22Busqueda%22:%22%22}>
16. Kotta PA, Ali JM. Incentive Spirometry for Prevention of Postoperative Pulmonary Complications After Thoracic Surgery. Respir Care [Internet]. 2021 [citado el 20 de marzo de 2023];66(2):327–33. Disponible en: <http://rc.rcjournal.com/lookup/doi/10.4187/respcare.07972>
17. Duggan M, Kavanagh BP. Pulmonary atelectasis: a pathogenic perioperative entity. Anesthesiology [Internet]. 2005 [citado el 20 de marzo de 2023];102(4): 838-54. Disponible en: <https://pubs.asahq.org/anesthesiology/article/102/4/838/7386/Pulmonary-AtelectasisA-Pathogenic-Perioperative>
18. Duggan M, Kavanagh BP. Atelectasis in the perioperative patient. Current Opinion in Anaesthesiology [Internet]. 2007 [citado el 20 de marzo de 2023];20(1):37-42. Disponible en: <https://journals.lww.com/00001503-200702000-00009>
19. Brower RG. Consequences of bed rest. Critical Care Medicine [Internet]. 2009 [citado el 20 de marzo de 2023];37(10):422–428. Disponible en: <http://journals.lww.com/00003246-200910001-00019>
20. Guidelines for the Management of Adults with Hospital-acquired, Ventilator-associated, and Healthcare-associated Pneumonia. Am J Respir Crit Care Med [Internet]. 2005 [citado el 20 de marzo de 2023];171(4):388–416. Disponible en: <https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/rccm.200405-644ST>

21. Bouza E, Pérez MJ, Muñoz P, Rincón C, Barrio JM, Hortal J. Continuous Aspiration of Subglottic Secretions in the Prevention of Ventilator-Associated Pneumonia in the Postoperative Period of Major Heart Surgery. *Chest* [Internet]. 2008 [citado el 20 de marzo de 2023];134(5):938–46. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0012369208603530>
22. Craven DE, Steger KA, Barber TW. Preventing nosocomial pneumonia: State of the art and perspectives for the 1990s. *The American Journal of Medicine* [Internet]. 1991 [citado el 20 de marzo de 2023];91(3):44–53. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/000293439190343V>
23. Jourdain B, Novara A, Joly-Guillou ML, Dombret MC, Calvat S, Trouillet JL, et al. Role of quantitative cultures of endotracheal aspirates in the diagnosis of nosocomial pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 1995 [citado el 20 de marzo de 2023];152(1):241–246. Disponible en: <https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/ajrccm.152.1.7599831>
24. Castro AAM, Calil SR, Freitas SA, Oliveira AB, Porto EF. Chest physiotherapy effectiveness to reduce hospitalization and mechanical ventilation length of stay, pulmonary infection rate and mortality in ICU patients. *Respiratory Medicine* [Internet]. 2013 [citado el 27 de marzo de 2023];107(1):68–74. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0954611112003575>
25. Stiller K. Physiotherapy in Intensive Care. *Chest* [Internet]. 2000 [citado el 27 de marzo de 2023];118(6):1801–1813. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S001236921537896X>
26. Cortes-Telles A, Che-Morales JL, Ortiz-Farías DL. Estrategias actuales en el manejo de las secreciones traqueobronquiales. *NCT Neumología y Cirugía de Tórax* [Internet]. 2019 [citado el 27 de marzo de 2023];78(3):313–23. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=88982>
27. Myers TR. Positive expiratory pressure and oscillatory positive expiratory pressure therapies. *Respir Care* [Internet]. 2007 [citado el 5 de abril de 2023]; 52(10):1308-26. Disponible en: <https://rc.rcjournal.com/content/52/10/1308.short>

28. Pérez BF, Méndez GA, Lagos RA, Vargas M SL. Dinámica y patología del barrido mucociliar como mecanismo defensivo del pulmón y alternativas farmacológicas de tratamiento. Rev méd Chile [Internet]. 2014 [citado el 5 de abril de 2023];142(5):606–15. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872014000500009&lng=en&nrm=iso&tlng=en
29. Bach JR, Saporito LR. Criteria for Extubation and Tracheostomy Tube Removal for Patients With Ventilatory Failure. Chest [Internet]. 1996 [citado el 5 de abril de 2023];110(6):1566–71. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0012369215466048>
30. Sivasothy P, Brown L, Smith IE, Shneerson JM. Effect of manually assisted cough and mechanical insufflation on cough flow of normal subjects, patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and patients with respiratory muscle weakness. Thorax [Internet]. 2001 [citado el 5 de abril de 2023];56(6):438–44. Disponible en: <https://thorax.bmj.com/content/56/6/438.long>
31. Bach JR, Bianchi C, Vidigal-Lopes M, Turi S, Felisari G. Lung inflation by glossopharyngeal breathing and “Air Stacking” in Duchenne muscular dystrophy. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation [Internet]. 2007 [citado el 5 de abril de 2023];86(4):295–300. Disponible en: <https://journals.lww.com/00002060-200704000-00007>
32. Restrepo RD, Wettstein R, Wittnebel L, Tracy M. Incentive Spirometry: 2011. Respiratory Care [Internet]. 2011 [citado el 11 de abril de 2023];56(10):1600–4. Disponible en: <http://rc.rcjournal.com/cgi/doi/10.4187/respcare.01471>
33. Amin R, Alaparthi GK, Samuel SR, Bairapareddy KC, Raghavan H, Vaishali K. Effects of three pulmonary ventilation regimes in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery: a randomized clinical trial. Sci Rep [Internet]. 2021 [citado el 11 de abril de 2023];11(1):6730. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-86281-4>
34. Rodrigues Machado, M.G. Bases de la Fisioterapia Respiratoria [Internet]. 1er ed. Brasil: Guanabara Koogan S.A.; 2009 [citado el 11 de abril de 2023]. Disponible en: https://info-libros.com.ar/detalle.php?cat=&id_art=5954&cag=20&pag=449&search=

35. Parreira VF, Tomich GM, Britto RR, Sampaio RF. Assessment of tidal volume and thoracoabdominal motion using volume and flow-oriented incentive spirometers in healthy subjects. *Braz J Med Biol Res* [Internet]. 2005 [citado el 30 de abril de 2023];38(7):1105–12. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-879X2005000700014&lng=en&tlng=en
36. Yáñez-Brage I, Pita-Fernández S, Juffé-Stein A, Martínez-González U, Pértega-Díaz S, Mauleón-García Á. Respiratory physiotherapy and incidence of pulmonary complications in off-pump coronary artery bypass graft surgery: an observational follow-up study. *BMC Pulm Med* [Internet]. 2009 [citado el 30 de abril de 2023];9(1):36. Disponible en: <https://bmcpulmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2466-9-36>
37. Maquilón O C. I. Introducción. *Revista chilena de enfermedades respiratorias* [Internet]. 2008 [citado el 30 de abril de 2023];24(3):175–8. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-73482008000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
38. Díaz PO. XIII. Equipamiento en ventilación no invasiva. *Rev chil enferm respir* [Internet]. 2008 [citado el 30 de abril de 2023];24(3). Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482008000300013&lng=en&nrm=iso&tlng=en
39. Ferrero R G. XII. Modos ventilatorios en ventilación no invasiva. *Rev chil enferm respir* [Internet]. 2008 [citado el 30 de abril de 2023];24(3). Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482008000300012&lng=en&nrm=iso&tlng=en
40. Complicaciones respiratorias en el posoperatorio de cirugía cardíaca. *Rev Urug Cardiol* [Internet]. 2020 [citado el 30 de abril de 2023];35(5). Disponible en: <http://suc.org.uy/sites/default/files/2020-11/a19-322-361.pdf>

41. Fulmer JD, Snider GL. American College of Chest Physicians (ACCP)--National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI) Conference on oxygen therapy. Arch Intern Med [Internet]. 1984 [citado el 30 de abril de 2023];144(8):1645-55. Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/article-abstract/604772>
42. Kallstrom TJ, American Association for Respiratory Care (AARC). AARC Clinical Practice Guideline: oxygen therapy for adults in the acute care facility--2002 revision & update. Respir Care [Internet]. 2002 [citado el 30 de abril de 2023];47(6):717-20. Disponible en: <https://www.aarc.org/wp-content/uploads/2014/08/06.02.717.pdf>
43. Wang Y, Zhu J, Wang X, Liu N, Yang Q, Luan G, et al. Comparison of High-flow Nasal Cannula (HFNC) and Conventional Oxygen Therapy in Obese Patients Undergoing Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. In Vivo [Internet]. 2021 [citado el 30 de abril de 2023];35(5):2521–9. Disponible en: <http://iv.iijournals.org/lookup/doi/10.21873/invivo.12533>
44. Wu X, Cao W, Zhang B, Wang S. Effect of high-flow nasal cannula oxygen therapy vs conventional oxygen therapy on adult postcardiothoracic operation: A meta-analysis. Medicine [Internet]. 2018 [citado el 30 de abril de 2023];97(41):12783. Disponible en: <https://journals.lww.com/00005792-201810120-00082>
45. Masclans JR, Pérez-Terán P, Roca O. Papel de la oxigenoterapia de alto flujo en la insuficiencia respiratoria aguda. Medicina Intensiva [Internet]. 2015 [citado el 30 de abril de 2023];39(8):505–15. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0210569115001217>
46. Fernández-Carmona A, Olivencia-Peña L, Yuste-Ossorio ME, Peñas-Maldonado L. Tos ineficaz y técnicas mecánicas de aclaramiento mucociliar. Medicina Intensiva [Internet]. 2018 [citado el 30 de abril de 2023];42(1):50–9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0210569117301754>
47. Renault JA, Costa-Val R, Rossetti MB. Fisioterapia respiratória na disfunção pulmonar pós-cirurgia cardíaca. Rev Bras Cir Cardiovasc [Internet]. 2008 [citado el 12 de mayo de 2023];23(4):562-9. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-76382008000400018&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt

48. Romanini W, Muller AP, Carvalho KA, Olandoski M, Faria-Neto JR, Mendes FL, Sardetto EA, Costa FD, Guarita-Souza LC. The effects of intermittent positive pressure and incentive spirometry in the postoperative of myocardial revascularization. *Arq Bras Cardiol* [Internet]. 2007 [citado el 12 de mayo de 2023];89(2):94-9. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/abc/a/fqk4y6nW9h8LYBhyWdxg9TS/?lang=en>
49. Sullivan KA, Churchill IF, Hylton DA, Hanna WC. Use of Incentive Spirometry in Adults following Cardiac, Thoracic, and Upper Abdominal Surgery to Prevent Post-Operative Pulmonary Complications: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Respiration* [Internet]. 2021 [citado el 16 de mayo de 2023];100(11):1114–27. Disponible en: <https://www.karger.com/Article/FullText/517012>
50. Agostini P, Singh S. Incentive spirometry following thoracic surgery: what should we be doing? *Physiotherapy* [Internet]. 2009 [citado el 16 de mayo de 2023];95(2):76–82. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031940608001387>
51. Manapunsopee S, Thanakiatpinyo T, Wongkornrat W, Chuaychoo B, Thirapatarapong W. Effectiveness of Incentive Spirometry on Inspiratory Muscle Strength After Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Heart, Lung and Circulation* [Internet]. 2020 [citado el 16 de mayo de 2023];29(8):1180–6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1443950619314556>
52. Freitas ER, Soares BG, Cardoso JR, Atallah ÁN. Incentive spirometry for preventing pulmonary complications after coronary artery bypass graft. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2012 [citado el 18 de mayo de 2023];2012(9):1-48. Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD004466.pub3/full>
53. Eltorai AEM, Baird GL, Eltorai AS, Healey TT, Agarwal S, Ventetuolo CE, et al. Effect of an Incentive Spirometer Patient Reminder After Coronary Artery Bypass Grafting: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg* [Internet]. 2019 [citado el 18 de mayo de 2023];154(7):579-88. Disponible en: <http://archsurg.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jamasurg.2019.0520>

X. ANEXOS.

X.a Consentimiento informado

A. información para el participante

Título del Trabajo: “Efectos de la aplicación de técnicas de incentivo respiratorio sobre parámetros de función pulmonar en el posquirúrgico de cirugía cardíaca.”

Profesional responsable: Lic. Yobe, Melisa.

Estamos invitando a participar en el estudio “Efectos de la aplicación de técnicas de incentivo respiratorio sobre parámetros de función pulmonar en el posquirúrgico de cirugía cardíaca.” a realizarse en Hospital J.M Cullen, que tiene como objetivo Registrar los efectos generados por las técnicas de incentivo respiratorio instrumentales sobre parámetros de función pulmonar en pacientes posquirúrgicos cardiacos mayores de 40 años que puede ser beneficiosa para la recuperación de pacientes que fueron sometidos a una cirugía cardíaca y para ampliar el conocimiento sobre los efectos de la kinesiólogía respiratoria sobre estos casos. Como parte del estudio se le harán mediciones del valor de pico flujo de tos mediante un instrumento denominado neumotacómetro, en el cual usted deberá realizar 3 inspiraciones con toda su fuerza a través de una boquilla, además se registrarán sus valores de frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y saturación de oxígeno luego de cada intervención kinésica. El estudio que se le realizará no implica riesgos ni molestias para usted. La participación en esta investigación puede ser beneficiosa para usted y se espera que los resultados que se obtengan con el estudio sean beneficiosos para las personas con el problema de salud en estudio. Su participación es voluntaria; usted tiene el derecho de retirarse del estudio en cualquier momento si así lo decide, sin que se resienta la atención que se le brinda en el efector. Si usted tiene dudas acerca del estudio o por los estudios realizados puede concurrir cualquier día al hospital y contactar al profesional responsable del estudio para aclarar sus dudas; los datos de los profesionales a cargo figuran en la Hoja de firmas. La información que se recabe es estrictamente confidencial y se aplicará para dar respuesta a los objetivos del trabajo. En consecuencia la información que se elabore como resultado de la presente investigación será enunciada en un sentido general y no habrá ninguna referencia a cuestiones individuales o personales. Los resultados que se logren podrán ser presentados en congresos y/o publicaciones y la identidad del paciente y de su familia no será revelada y su privacidad será preservada.

X.b Planilla de recolección de datos

Nombre	Apellido	Edad	Peso (kg)	Talla (mts)	Tipo de cirugía	Periodo	PFT (pre)	PFT (post)	FC	FR	SatO2%
						PREQX			pre/post	pre/post	pre/post
						POP1			pre/post	pre/post	pre/post
						POP2			pre/post	pre/post	pre/post
						PREQX			pre/post	pre/post	pre/post
						POP1			pre/post	pre/post	pre/post
						POP2			pre/post	pre/post	pre/post
						PREQX			pre/post	pre/post	pre/post
						POP1			pre/post	pre/post	pre/post
						POP2			pre/post	pre/post	pre/post
						PREQX			pre/post	pre/post	pre/post
						POP1			pre/post	pre/post	pre/post
						POP2			pre/post	pre/post	pre/post