



Universidad de Valparaíso
Escuela de Kinesiología
Facultad de Medicina

**COMPROBACIÓN DEL NIVEL DE ADECUACIÓN PARA COLCHÓN PRONO
VIGIL SEGÚN TABLA DE ANTROPOMETRÍA DE LA POBLACIÓN
TRABAJADORA CHILENA**

TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN
ERGONOMÍA Y FACTORES HUMANOS

AUTOR: MARÍA LORETO VALLEJOS CERDA

PROFESOR GUÍA: CARLOS VIVIANI
Klgo., M.Sc., PhD.

Escuela de Kinesiología
Facultad de Medicina
Universidad de Valparaíso

**Valparaíso-Chile
2024**

Índice

1. RESUMEN EJECUTIVO	3
2. INTRODUCCIÓN	4
3. MARCO TEÓRICO.....	7
3.1 Antropometría.....	7
3.2 Pandemia COVID	12
3.3 Síndrome Distress Respiratorio Agudo.....	14
3.4 Posición prono de uso clínico	14
3.5 Desventajas del Prono.....	17
3.6 Estudios relevantes	19
3.7 Aplicación de terapia Prono.....	21
3.8 Estado del arte en dispositivos prono	28
3.9 Dispositivos prono en Chile	30
4. METODOLOGÍA.....	33
4.1 Objetivo general	33
4.2 Objetivos específicos:.....	33
4.3 Población y muestra	33
4.4 Origen de los datos.....	36
4.5 Procedimiento.....	39
5. RESULTADOS	41
5.1 Propuesta de mejoras.....	43
6. DISCUSIÓN	45
7. CONCLUSIÓN	47
8. BIBLIOGRAFÍA	49
9. ANEXOS	52
9.1 Esquema aplicación terapia prono vigil SOCHIMU	52
9.2 Implementación de colchones prono mediante donativos	53
9.3 Modelo real colchón prono vigil desarrollado en Chile	54
9.4 Documentación de dimensiones colchón prono vigil en Chile	55
9.5 Modelo digital colchón prono vigil desarrollado en Chile	56
9.6 Colchón prono original de Earthlite.....	57

Índice de Tablas

Tabla 1: Medidas antropométricas de la población muestra femenina y masculina en percentil 95	39
Tabla 2: Medida colchón y porcentaje de inadecuación por género.....	42

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Hombre de Vitruvio, Leonardo Da Vinci.....	8
Ilustración 2: Demostración de posición prono	17
Ilustración 3: Úlceras por presión.....	18
Ilustración 4: Flujograma protocolo prono vigil.....	27
Ilustración 5: Soportes para prono desarrollados por Cvprotection	28
Ilustración 6: Colchoneta para posicionamiento en prono desarrollado por Steris.....	30
Ilustración 7: Soporte facial desarrollado por FabLab UC.....	31
Ilustración 8: Documentación de dimensiones colchón prono vigil en Chile ...	34
Ilustración 9: Variables consideradas para hombres H y mujeres M	37
Ilustración 10: Dimensiones consideradas para colchón prono	38
Ilustración 11: Propuesta formal para colchón prono.....	43
Ilustración 12: Representación virtual de propuesta formal	44

1. RESUMEN EJECUTIVO

Evaluar la adecuación o compatibilidad de un dispositivo clínico es crucial para mejorar la tolerancia del paciente y, en consecuencia, los resultados del tratamiento aplicado. En este estudio, se analiza el nivel de adecuación del colchón prono utilizado en Chile, el cual es una réplica de un modelo estadounidense. Este colchón no ha sido previamente probado para adaptarse a las características antropométricas de la población chilena. Esta falta de adaptación podría obstaculizar la eficacia del tratamiento con la posición prono, que es esencial para mejorar la salud y el bienestar físico y psicológico de los pacientes.

La antropometría, estudia las medidas corporales como altura y peso de poblaciones específicas y es fundamental para diseñar productos que se adapten eficientemente al usuario. En el ámbito del diseño ergonómico, la ergonomía busca optimizar la interacción entre el ser humano y sus herramientas, asegurando que los productos sean seguros, cómodos y funcionales. Un diseño ergonómico adecuado considera las medidas antropométricas para mejorar el desempeño y la seguridad del producto.

Los datos antropométricos siguen una distribución normal, lo que permite calcular intervalos ajustables para la población utilizando la media y la desviación estándar. El uso de percentiles facilita la adaptación de las dimensiones en el diseño de este estudio.

Los resultados de este estudio indican una inadecuación del colchón prono que varía entre el 4,4% y el 34,8% por lo que se propone un redimensionamiento para ajustar entre el 95% y 99% de la población. Este ajuste mejoraría significativamente la eficacia del tratamiento prono.

Se concluye que, siguiendo los lineamientos entregados en esta pauta, existiría una mejor tolerancia del paciente relacionado al discomfort otorgado por un dispositivo inadecuado a su grupo/población específica.

2. INTRODUCCIÓN

Durante la pandemia COVID 2020-2023, se utilizó en medicina de urgencia, la posición decúbito prono para mejorar la ventilación pulmonar en pacientes despiertos, siendo una alternativa eficaz en la reducción de casos graves (Hernández Cantú et al., 2021).

COVID, llamado coloquialmente como Coronavirus, es una enfermedad infecciosa causada por el virus por SARS-COV2 que produce una serie de síntomas respiratorios que podrían tener como consecuencia desde un resfriado común hasta, en casos más graves, el Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda SDRA.

Esta enfermedad conduce a una dificultad respiratoria severa y letalidad elevada en el 5 a 12% de pacientes que lo padecen; cabe señalar que los contagiados de edad avanzada con enfermedades de base como diabetes, hipertensión o cáncer tienen mayor probabilidad de contraer cuadros graves y ser conectados a ventilación mecánica.

Hoy en día, la posición prono es considerada una alternativa a la ventilación mecánica e incluso podría en ciertos casos evitar la intubación dependiendo de las condiciones de salud y estado de gravedad del paciente.

Algunos estudios realizados han demostrado una mejora en la concentración de FiO_2 disminuyendo de 100% en posición supina a 69% en prono, la $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ se incrementa de 74 a 122 milímetros de mercurio (mmHg), la PaO_2 basal se registra en 51 mmHg y posterior al cambio de posición es de 89 mmHg, igualmente la SatO_2 mejora de 84% a 93% (Hernández Cantú et al., 2021).

Para llevar a cabo la posición decúbito prono se ha hecho necesario la ayuda de un soporte que brinde apoyo y disminuya los puntos de presión durante su utilización y debe considerarse el cambio de posturas periódicamente para aumentar la tolerancia al tratamiento y evitar el desarrollo de lesiones corporales. Una de las principales ventajas de esta técnica es su versatilidad ya que permite ser complementada con otras técnicas de aporte de oxígeno y se necesitan pocos artefactos adicionales para llevarse a cabo.

Dentro de las desventajas se encuentra la hipertensión intracraneal, úlceras por presión en la cara y pecho, edema facial e intolerancia del paciente.

Algunas de las desventajas podrían ser producto de falencias en el diseño y medidas del soporte ya que no se ha contrastado con tablas antropométricas vigentes para la población chilena y latinoamericana.

En la actualidad, en Chile se utiliza un soporte tipo colchón fabricado en espuma de alta densidad, forrado con una funda costurada de material cuero sintético de uso hospitalario, lavable y antibacterial.

Este colchón fue desarrollado en EE. UU. y replicado a petición de la Sociedad Chilena de Medicina de Urgencia SOCHIMU, siendo fabricado por una pyme nacional.

En Chile y Latinoamérica se ha popularizado la reproducción del colchón prono de *Earthlite* (Earthlite, 2020) diseñado en un comienzo para masajes a embarazadas ([ver Anexo 9.6](#)) ya que cuenta con una cavidad y cojín de senos y abdomen independiente. Este dispositivo se ha reconocido en Santiago de Chile debido a las campañas de donación promovidas por La Sociedad Chilena de Medicina de Urgencia, SOCHIMU, sin embargo, al ser un dispositivo diseñado en EE. UU. no ha sido probada aún su compatibilidad con la proporción corporal de la población chilena.

A pesar de esto y hasta el día de hoy, se sigue utilizando el colchón prono para comodidad de pacientes con dificultad respiratoria de leve a moderada, es decir que no requieren de intubación inmediata, sin embargo, se sigue considerando

un beneficio para la aplicación de la terapia prono ya que hasta ahora no se había utilizado nada especial más que la aplicación de protecciones en los sitios de presión del cuerpo del paciente.

Algunas fotografías de referencia y pruebas de su implementación durante la pandemia COVID hasta la fecha se encontrarán en anexo [9.1](#), [9.2](#), [9.3](#), [9.4](#), [9.5](#). El dispositivo para terapia prono, hasta el desarrollo de este estudio comparativo, no ha diseñado considerando la corporalidad de la población chilena, por lo tanto, el objetivo de este documento es determinar el nivel de adecuación del colchón para prono fabricado en Chile y luego de conocer las dimensiones se propondrá un nuevo diseño ajustado a las medidas arrojadas por el análisis anteriormente mencionado, entregando lineamientos para su aplicación.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Antropometría

Etimológicamente, la palabra antropometría deriva de la palabra griega *antropo*, que se define como *ser humano* y la palabra griega *metron*, que se define como *medida*, por lo tanto, se determina antropometría como el estudio de las medidas del hombre, entendiéndolo como ser humano incluyendo hombres y mujeres, donde su objetivo principal es buscar la adecuación de la población y el ajuste de los objetos y/o sistemas que lo rodean para aumentar el bienestar, disminuir el discomfort y mejorar el rendimiento.

El interés por conocer las medidas y proporciones del cuerpo humano es muy antiguo. Los egipcios ya aplicaban una fórmula fija para la representación del cuerpo humano con unas reglas muy rígidas. En la época griega, el canon es más flexible, pudiendo los artistas corregir las dimensiones según la impresión óptica del observador. Policleto, en el siglo V formuló un tratado de proporciones, a partir del cual Vitrubio desarrolló el canon romano que dividía el cuerpo en 8 cabezas. A finales del siglo XV, Leonardo da Vinci plasmó los principios clásicos de las proporciones humanas a partir de los textos de Marco Vitruvio en un dibujo en el que se observa la figura de un hombre circunscrita dentro de un cuadrado y un círculo.

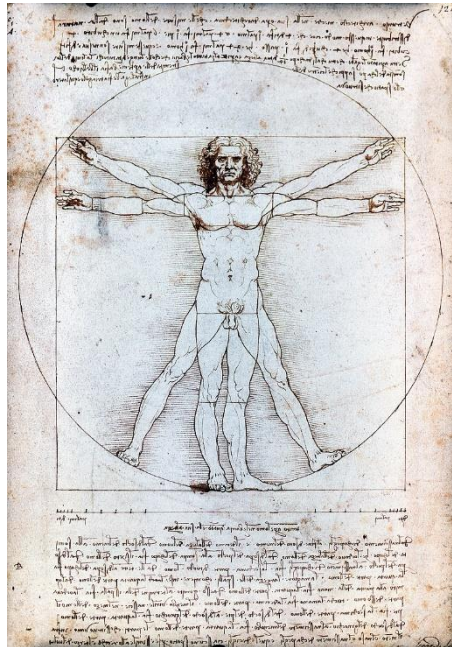


Ilustración 1: Hombre de Vitruvio, Leonardo Da Vinci

En la ilustración 1 se muestra “Canon de las proporciones humanas”, que trata de describir las proporciones del ser humano perfecto. Aunque estas proporciones serían las ideales desde el punto de vista aristotélico, lo cierto es que no coinciden con las proporciones reales del hombre actual. Probablemente, el origen de la antropometría científica moderna se encuentre en la obra de Alberto Durero (1471) Los cuatro libros de las proporciones humanas, publicado de modo póstumo en 1528.

Actualmente, la antropometría es una disciplina fundamental en el ámbito laboral, tanto en relación con la seguridad como con la ergonomía. La antropometría permite crear un entorno de trabajo adecuado aportando con un correcto diseño de los equipos y su adecuada distribución configurando las características geométricas del puesto, un buen diseño del mobiliario, de las herramientas manuales, de los equipos de protección individual, etc (Valero Cabello, 2010).

El término antropometría se refiere al estudio de la medición del cuerpo humano como las dimensiones del hueso, músculo y tejido adiposo.

El peso, la estatura, la longitud reclinada, pliegues cutáneos, perímetro de cabeza, cintura, etc. longitud de las extremidades, y anchos de hombro o muñeca son ejemplos de medidas antropométricas (Katamba et al., 2021).

Las características antropométricas y funcionales de la persona son importantes determinantes de las condiciones ergonómicas; por tanto, los estudios antropométricos deben referirse a poblaciones específicas. Estas características poblacionales son fundamentales para establecer bases de datos normativas que permitan la toma de decisiones adecuadas en relación con los parámetros para el diseño de sistemas de trabajo ergonómicos (Carmenate et al., 2014).

Para obtener datos antropométricos se necesita contar con las herramientas adecuadas para la realización de este tipo de mediciones. Existen diversas tecnologías y dispositivos para la captura de las dimensiones antropométricas y aunque históricamente la antropometría fue unidimensional y registrada manualmente utilizando diferentes instrumentos como, estadiómetro, antropómetro, compás antropométrico, cinta métrica, silla antropométrica, entre, el desarrollo de nuevas tecnologías ha permitido la creación de sistemas para capturar dimensiones antropométricas que no requieren contacto directo con la persona que se está midiendo (Nariño Lescay et al., 2016).

Son variadas las tecnologías existentes para la captación de las dimensiones antropométricas y la forma en que se pueden obtener los datos. Estos últimos se pueden adquirir en diversos formatos: unidimensionales (1D), bidimensionales (2D), tridimensionales (3D) y 4D (Nariño Lescay et al., 2016). Los datos 1D consisten en estaturas, longitudes y perímetros de segmentos corporales. Permiten establecer el tamaño del cuerpo humano, pero no la forma. Los datos 2D consisten en siluetas o secciones corporales; son contornos formados por curvas o puntos (x, y). La antropometría 3D está formada por nubes de puntos con coordenadas (x, y, z) que representan la superficie del cuerpo

(Nariño Lescay et al., 2016).

Las dimensiones antropométricas son extraídas, generalmente, de tablas que expresan la distribución de la población en percentiles y la información es utilizada por diseñadores y especialistas en ergonomía para entregar recomendaciones y prevención en el proceso de diseño ergonómico.

En la literatura se encuentra documentada e investigada la inadecuación en antropometría.

Se habla de inadecuación cuando las dimensiones antropométricas están por debajo del mínimo o por encima de los límites máximos de las dimensiones, lo que se traduce en inadecuación alta o inadecuación baja (Castellucci et al., 2016).

Chapanis A. y Chapanis J. (Chapanis y Chapanis, 1998) a su vez, entregan en su manual “Anthropometric data for ergonomic design” una visión general de cómo utilizar los datos antropométricos en el diseño ergonómico y discuten la importancia de mantener las diferencias dentro de los límites aceptables para garantizar comodidad y funcionalidad.

Por su parte, Norman (Norman, 2002) a pesar de enfocarse en el diseño centrado en el usuario, en su libro “Designing for People: An Introduction to Human Factors Engineering” aborda principios fundamentales sobre adecuación y la importancia de diseñar teniendo en cuenta las variaciones antropométricas dentro de límites razonables.

También, Pheasany y Haslegrave en su documento “Human Body Dimensions: Designing for People” (Pheasant & Haslegrave, 2006) abordan el diseño basado en dimensiones antropométricas y discuten los estándares de adecuación en el diseño para asegurar que los dispositivos y espacios se ajusten bien a la mayoría de las personas, evitando desvíos significativos en las medidas.

El autor propone, además, que existen cuatro tipos de restricciones en el diseño ergonómico, entregando lineamientos para problemas diarios de antropometría,

Estos son llamados los cuatro puntos cardinales de las restricciones antropométricas: holguras, alcances, posturas y esfuerzos (Pheasant, 1988).

Las holguras son tolerancias diseñadas para acomodar diversas partes del cuerpo, movimientos y consideraciones de ropa o equipo. En el diseño, se debe proporcionar espacio adecuado para la cabeza, codos, piernas, y asegurar un acceso y circulación apropiados. Ejemplos incluyen el espacio para las piernas debajo de un escritorio, el ancho de un asiento, y el tamaño de una cama o pasillo. Las holguras también deben considerar la vestimenta, como cascos y botas, ya que los datos antropométricos suelen obtenerse con ropa ligera, por lo que es necesario ajustar las dimensiones del diseño para incluir estos factores.

El alcance se refiere a la facilidad para agarrar, sujetar o visualizar objetos en relación con la distancia entre el usuario y el objeto, así como la capacidad para ver por encima de obstrucciones.

Al diseñar, se debe considerar que el usuario con el alcance más limitado pueda realizar la tarea. Ejemplos incluyen la ubicación de controles en automóviles, interruptores y pasamanos en autobuses.

Además, se definen zonas de conveniencia o comodidad, que son áreas de trabajo óptimas basadas en el alcance fácil alrededor del codo o hombro. Sin embargo, a veces es necesario diseñar zonas fuera del alcance para evitar peligros, estableciendo una distancia segura desde áreas riesgosas.

La postura es la forma en que el cuerpo se sostiene durante una actividad. Una buena postura alinea el cuerpo en una posición neutral, reduciendo el estrés y el gasto energético. Sin embargo, incluso una postura adecuada puede ser incómoda si se mantiene mucho tiempo, y una postura cómoda a corto plazo puede ser dañina a largo plazo.

Es vital evitar la isquemia, que ocurre cuando la compresión reduce el flujo sanguíneo, causando entumecimiento y dolor. En el diseño de espacios de trabajo, se debe ajustar la altura y disposición para evitar posturas que provoquen dolor o lesiones musculoesqueléticas.

Un artículo de Smith, Johnson y Lee (2021) examina cómo el diseño ergonómico de equipos clínicos influye en su efectividad y en la experiencia del paciente. La revisión abarca estudios recientes que destacan cómo los equipos médicos diseñados sin considerar adecuadamente los principios ergonómicos presentan problemas significativos en términos de funcionalidad y confort.

Los autores revisan casos en los que la inadecuación en el diseño ha llevado a errores de uso y a un aumento de la carga física y cognitiva para el personal médico. Además, el artículo subraya la importancia de aplicar principios ergonómicos en el diseño de equipos clínicos para mejorar la usabilidad, reducir errores y optimizar la eficacia del tratamiento. Además, sugiere que la incorporación de retroalimentación de los usuarios durante el proceso de diseño y la realización de pruebas exhaustivas pueden ayudar a crear dispositivos más efectivos y seguros para su uso en entornos clínicos.

Las medidas antropométricas de comparación para este estudio de validación serán obtenidas de las tablas antropométricas “*Confección de base de datos antropométricos de la población trabajadora chilena, especificando las diferencias de género*” desarrolladas por la Mutual de Seguridad en conjunto con la Universidad de Valparaíso (Castellucci et al., 2016).

Dicho estudio genera una base de datos antropométricos de la población trabajadora chilena con el objetivo de facilitar el diseño de productos, equipamiento, vestuario y espacios de manera de ajustar la mayor cantidad de población posible. Los datos recopilados en esta tabla representan una base de datos actualizada y vigente hasta el desarrollo de este proyecto.

3.2 Pandemia COVID

La propagación del virus COVID-19 ha generado modificaciones en el estilo de vida de todas las personas a nivel mundial, en concreto por las cuarentenas y

medidas de distanciamiento social implementadas en los primeros meses. La pandemia conllevó a un aumento del sedentarismo, problemas de salud mental y disminución de la calidad de vida en la población (Oppenheimer-Lewin et al., 2022).

Las restricciones por la situación sanitaria generada por la pandemia variaron de un país a otro. En particular, en Chile se estableció un plan «paso a paso», en el que, según diferentes indicadores de variables epidemiológicas, sanitarias y de capacidad de la red asistencial, cada región y/o municipio cambiaba de fase. Las fases iban desde la cuarentena total, que consistía en un confinamiento estricto en el que solo se podía salir de casa con un número restringido de permisos, hasta la fase de «apertura», en la que se podía salir del hogar sin permiso durante la semana y había más actividades con aforos establecidos (Oppenheimer-Lewin et al., 2022).

Para dar contexto, COVID-19 es una enfermedad viral causada por SARS-CoV-2, que fue detectada originalmente en Wuhan (China) a fines de 2019. En marzo de 2020, la OMS, la declara enfermedad pandémica declarada, dado la magnitud de su diseminación a nivel global y la severidad del cuadro clínico. El 03 de marzo de 2020 se detectó el primer caso de COVID-19 en Chile y desde entonces la ola epidémica se ha expandido en el país alcanzando un máximo de casos activos durante el mes de junio de 2020 (Chomali et al., 2021).

El espectro clínico varía desde casos asintomáticos o cuadros respiratorios leves, hasta neumonía severa, síndrome de distrés respiratorio agudo y muerte.

Dado que existe un porcentaje importante de los afectados con infección asintomática, se desconoce el número exacto de personas infectadas a nivel global (Chomali et al., 2021).

Por lo anterior, se tomaron medidas de restricción de movilidad para la población por tratarse de un virus altamente contagioso, principalmente por vía aérea mediante gotas producidas por personas infectadas.

3.3 Síndrome Distress Respiratorio Agudo

Durante la pandemia el principal motivo de ingreso en las UCI ha sido de origen respiratorio, específicamente la neumonía por coronavirus, siendo el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) una de las complicaciones asociadas más frecuentes. El SDRA es una enfermedad pulmonar aguda y difusa que produce hipoxemia, disminución de la distensibilidad pulmonar y aumento del espacio muerto. Se aconseja para el tratamiento de pacientes con SDRA con presión arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno ($\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$) < 150 mm Hg que se utilice la técnica del decúbito prono.

El decúbito prono es una terapia postural que tiene como objetivo mejorar la función respiratoria, aumentando los niveles de oxigenación, distensibilidad pulmonar, manejo de secreciones, mayor redistribución de la perfusión y mejora la ventilación en las zonas previamente colapsadas. El principal beneficio de esta terapia es que mejora la evolución respiratoria de los pacientes con COVID-19 grave (Pérez-Juan et al., 2023).

3.4 Posición prono de uso clínico

A lo largo de la historia, el análisis de los cambios de la oxigenación asociados a los cambios de posición ha sido objeto de estudios de gran relevancia. Hace varias décadas, West describió la importancia de la ventilación y la perfusión pulmonar, y el impacto de la fuerza de gravedad y la posición corporal en la oxigenación y la eliminación de CO_2 (Fajardo-Campoverdi et al., 2023).

En 1974, Bryan planteó que la posición prona permitiría una mayor expansión y

ventilación de las áreas dorsales de los pulmones.

Poco después, Piehl y Brown demostraron que la posición prona implementada por 4-8 h, aumentaba la presión arterial de oxígeno en 47 mmHg en promedio; Además, propusieron que mejoraba la higiene bronquial.

En sus conclusiones argumentaron que al lograr ventilar las zonas dependientes mejoraron la relación ventilación/perfusión y como consecuencia mejoraron la PaO₂.

Algunos estudios relevantes sobre esta maniobra se visualizan a comienzos de los años 70, donde se hace alusión a la mejora en la oxigenación y existen reportes de pioneros en su empleo como como Bryan (David Hernández-López et al., 2012) o Gattinoni y Lachmann en Europa (Gattinoni et al., 2006). Estos estudios confirman el aumento del volumen del pulmón aireado, además Fernández, Catarinella y Chacón (Hernández Cantú et al., 2021) demostraron que la implementación temprana de decúbito prono complementario disminuye la mortalidad en pacientes con SDRA.

Luego se reporta que hay fuerzas distintas a la gravedad que influyen en el flujo sanguíneo pulmonar. Modelos animales mostraron que la conductibilidad vascular era mayor en las regiones pulmonares dorsos caudales, independientemente de la postura corporal. Por lo tanto, hay características vasculares que dan como resultado una mejor perfusión pulmonar dorsal y contrarrestan la fuerza de gravedad en la posición prona (Borre-Naranjo et al., 2022).

Además, se documenta el aumento de la mortalidad en un grupo experimental en posición prono sin movilización, en comparación con un grupo de control que experimentó mejoras con cambios de posición cada 30 minutos (Ray et al., 1974). Esta maniobra precisa personal experimentado y presenta riesgos, como desplazamiento de dispositivos invasivos (tubo orotraqueal, vasculares, sondas, drenajes, etc.) o inestabilidad hemodinámica.

Actualmente, se recomienda en pacientes con SDRA severo durante al menos

16 hrs.

En la pandemia, el número de pacientes que requirieron ventilación mecánica y Decúbito Prono se incrementó y bien por sobrecarga asistencial o por su mayor gravedad, algunos pacientes se mantuvieron en decúbito prono durante periodos aún más prolongados (Miguel-Balsa et al., 2023).

A diferencia del decúbito prono hasta 24hrs., los datos sobre el uso del Decúbito Prono prolongado (> 24 h; DPP) son limitados. Mientras que hay evidencia de que mantener durante menos de 24 h es seguro y eficaz, los datos sobre la eficacia y seguridad de mantener la maniobra 36-48 hrs. se basan en series descriptivas (Miguel-Balsa et al., 2023).

La pronación precoz, como complemento del tratamiento intensivo en pacientes con insuficiencia respiratoria, causada por la enfermedad COVID-19, proporciona una mejor recuperación de los enfermos y una mejoría indiscutibles de los parámetros de ventilación y oxigenación (Rosales et al., 2022).

Según Natiele Camponogara Righi (Righi et al., 2022) en su estudio de percepción sobre la efectividad del decúbito prono concluye que el 96% de los profesionales

de salud encuestados creen que el manejo de la posición de decúbito prono reduce la hipoxemia y el 74% perciben que esta práctica reduce la mortalidad de los pacientes con COVID-19 y SDRA en ventilación mecánica invasiva.

Se concluye que la mayoría de los profesionales de la salud que participaron en el estudio de percepción realizan y creen que la posición de decúbito prono reduce la hipoxemia y la mortalidad en pacientes con Covid-19 en ventilación mecánica invasiva pero aún es controversial su aplicación como terapia de prevención en pacientes despiertos no intubados.



Ilustración 2: Demostración de posición prono

En la ilustración se muestra la posición prono, donde el paciente se encuentra boca abajo, es comúnmente utilizada en entornos clínicos para mejorar la ventilación pulmonar en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), facilitando la expansión pulmonar dorsal y mejorando la oxigenación.

3.5 Desventajas del Prono

La posición decúbito prono puede mejorar significativamente los valores de Pa_2 , F_{iO_2} , $SatO_2$ y las principales complicaciones tienen relación con edema facial e incremento de riesgo de úlceras por presión. La aparición de úlceras por presión es una de las complicaciones frecuentes del decúbito prono debido a la presión prolongada y las fuerzas de cizallamiento (Pérez-Juan et al., 2023).

Úlceras por presión

La úlcera por presión es una lesión localizada en la piel y/o el tejido subyacente, por lo general sobre una prominencia ósea, como resultado de la presión, o la presión en combinación con la cizalla. En ocasiones también pueden aparecer

sobre tejidos blandos sometidos a presión externa por diferentes materiales o dispositivos clínicos (Pérez-Juan et al., 2023).

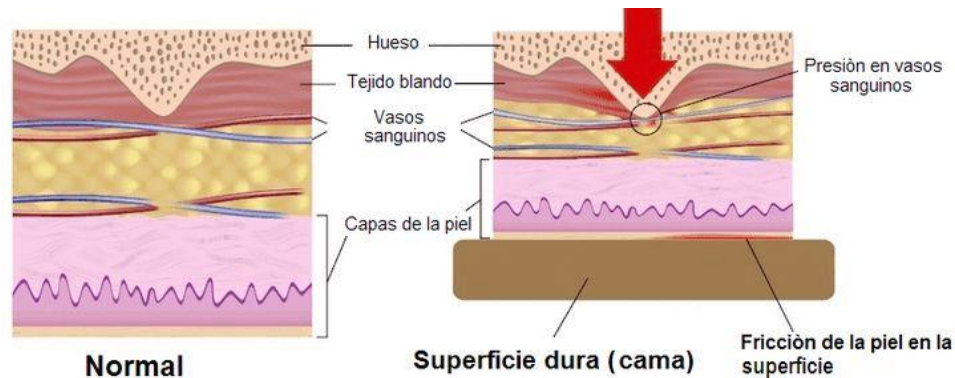


Ilustración 3: Úlceras por presión

En la ilustración 3, se muestra un esquema de úlcera por presión debido al roce en pacientes hospitalizados.

Existen factores intrínsecos como la inmovilidad, las alteraciones respiratorias y/o circulatorias, la presión arterial baja, la anemia, la edad, la malnutrición y la deshidratación, además de factores extrínsecos como la humedad, la estancia hospitalaria, la superficie de apoyo, la medicación y los sondajes, todos ellos predisponentes a la aparición de úlceras por presión.

La aparición de úlceras por presión se describe como un posible factor relacionado con el tiempo en dicha posición, así como también el aporte nutricional.

Las complicaciones detectadas durante el estudio de Hernández Cantú (Hernández Cantú et al., 2021) incluyeron edema facial en todos los pacientes con ventilación mecánica, laceraciones en orejas y pómulos por protección insuficiente (falta de almohadillas anti-llagas) y movilización de catéter venoso central.

En un estudio de Gattinoni y Cols (Ochoa Salmorán et al., 2020) fueron las úlceras por presión la principal desventaja y de acuerdo con su análisis se distribuyeron de forma heterogénea: 46% de los pacientes las presentaron en la pelvis, 21% en el tórax y 19% en las piernas.

Durante la primera ola de la pandemia se detectó un incremento de lesiones por presión especialmente en pacientes que han precisado de Decúbito Prono describiendo una incidencia del 38% al 57%.

La malnutrición y el déficit de hidratación son factores que están relacionados con la incidencia y la gravedad de las úlceras por presión, especialmente el bajo aporte proteico.

Una de las recomendaciones para el cuidado de las úlceras por presión es la inspección de la piel periódica, vigilando de manera sistemática las prominencias óseas, principalmente en aquellas personas con factores de riesgo de desarrollo de úlceras por presión ingresadas en la UCI.

El documento “Úlceras por presión, Información para el paciente y para el cuidador” (Pérez et al., 2007) recomienda para la aplicación de ácidos grasos hiperoxigenados en las zonas de riesgo, sin dar masaje, puesto que producen una hidratación óptima de la piel, favorecen la circulación capilar y mejoran las condiciones locales de la piel expuesta a isquemias prolongadas. Otros autores recomiendan la utilización de apósitos hidrocoloides y/o de silicona en zonas de presión o en la detección precoz de signos como presencia de edema y enrojecimiento de la piel.

3.6 Estudios relevantes

El estudio PROSEVA (Guérin et al., 2013) es el mayor ensayo clínico actualmente disponible para fundamentar el beneficio del decúbito prono en

pacientes con ventilación mecánica invasiva ante un síndrome de distrés respiratorio agudo severo (Fajardo-Campoverdi et al., 2023).

El estudio Proseva (Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome) se diseñó para investigar la eficacia de la posición prono en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) grave que requieren ventilación mecánica.

Los resultados del estudio indican una mejora en la supervivencia, mostrando que la ventilación en posición prono se asoció con una disminución significativa en la mortalidad a los 28 días en comparación con la posición supina.

Así también, los pacientes en posición prono experimentaron una mejoría en la oxigenación, con aumentos en la relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (presión parcial de oxígeno en sangre arterial sobre la fracción de oxígeno inspirado).

La posición prono redujo la necesidad de técnicas de ventilación extracorpórea en pacientes con SDRA grave.

Este estudio concluyó que la posición prono es una estrategia efectiva para mejorar la oxigenación y reducir la mortalidad en pacientes con SDRA grave sometidos a ventilación mecánica. Ha sido fundamental en cambiar las prácticas clínicas en el manejo del SDRA, particularmente en contextos críticos como el de la pandemia de COVID-19.

Por lo tanto, el manejo de la posición de decúbito prono es una estrategia terapéutica con sólida evidencia de reducción de la mortalidad en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda producida por COVID-19.

La implementación de esta técnica está aún en revisión para casos como cirugía ocular, de columna o estéticas y el confort del paciente depende en algunos casos de cojines pequeños posicionados en los puntos de mayor presión como rostro, pecho, caderas y pies.

3.7 Aplicación de terapia Prono

En Chile, se encuentra disponible la Guía Prono Vigil, (Sepúlveda Barisich et al., 2020) documentada por la Sociedad Chilena de Medicina Intensiva, donde indica que la posición prono como estrategia ventilatoria en pacientes con Síndrome de Distress Respiratorio Agudo Severo, tiene evidencia fuerte para lograr mejorar la oxigenación y disminuir la mortalidad en pacientes en ventilación mecánica invasiva. Sin embargo, en los usuarios con alta sospecha de caso confirmado de COVID 19, ha mostrado aumentar la oxigenación al ser realizada de forma vigil con cooperación del paciente, manteniendo su vía aérea fisiológica. Se ha evidenciado que esta estrategia, sumada a la instalación de cánula nasal de alto flujo o ventilación no invasiva, mejoran la oxigenación con la consecuente disminución del trabajo respiratorio, disminuyendo el uso de ventilación mecánica invasiva.

Su fundamento teórico, radica en la mejoría de la relación Ventilación–Perfusión. En la posición supina, los alvéolos dorsales se encuentran bien perfundidos (por la mayor densidad de vasos sanguíneos en dicha región), pero no ventilados en la misma proporción (por efecto de la gravedad y diferencias regionales en la presión transtorácica, con una baja relación Ventilación–Perfusión en esta región).

Al posicionar en prono, se disminuye el gradiente de presión transpulmonar y se alivia la presión del mediastino sobre el parénquima pulmonar, reclutando alvéolos previamente hipo ventilados, lo que resulta en una mejor relación Ventilación–Perfusión y mejoría en la oxigenación.

Además, la posición prono permite una homogenización de las presiones pleurales desde la zona ventral a la dorsal, evitando cambios de presión exagerados que favorecen el fenómeno de “pendelluft”, permitiendo una distribución adecuada de la ventilación y del estrés pulmonar, disminuyendo el

riesgo de lesión pulmonar inducida por la propia ventilación.

La disminución del espacio muerto fisiológico conlleva a necesitar de una menor ventilación minuto para lograr el mismo objetivo ventilatorio, disminuyendo el “drive” respiratorio. Estos mecanismos le otorgan a esta maniobra una consistencia teórica y validez fisiológica.

Como toda estrategia utilizada en falla respiratoria hipoxémica para evitar la intubación orotraqueal, la posición prono debe ser monitorizada de cerca, manteniendo evaluaciones objetivas y periódicas para no retrasar la escalada en el soporte ventilatorio de ser necesario.

La Guía Prono vigil, además describe los criterios de inclusión y exclusión monitorización y el protocolo de prono vigil en usuarios con insuficiencia respiratoria hipoxémica, en contexto de sospecha o confirmación de neumonía por SARS-COV2:

Criterios de inclusión

- Requerimientos de oxígeno mayor a 28% por cánula nasal u otro dispositivo de oxigenoterapia, para mantener saturaciones >92%
- Frecuencia respiratoria >25 respiraciones por minuto (rpm)
- Aumento moderado del trabajo ventilatorio
- Vigil y cooperador, capaz de cambiar de posición en forma autónoma o con mínima asistencia

Criterios de exclusión

Absolutos

- Necesidad inmediata de intubación-Frecuencia respiratoria >40 rpm, con aumento intenso del trabajo ventilatorio.
- Compromiso del estado de conciencia o agitación-Inestabilidad hemodinámica

- Lesión torácica o espinal inestable o cirugía abdominal reciente (< 14 días)
Imposibilidad de cambiar posición autónoma o con mínima asistencia.

Relativos

- Lesión o deformidad craneofacial
- Comorbilidad neurológica (convulsiones frecuentes)
- Obesidad mórbida (podría intentarse posicionamiento en decúbito lateral)
- Lesiones por presión – úlceras en regiones ventrales

Vigilancia al paciente previo a maniobra

Para la aplicación de esta terapia es fundamental la continua vigilancia clínica y el registro estandarizado de las distintas variables. Se deben registrar parámetros al inicio del protocolo (tiempo 0), pausa de seguridad a los 15 minutos después de cada cambio de posición, y controles seriados cada 1 a 2 horas. La monitorización continua de signos vitales debe incluir como mínimo: frecuencia cardíaca (idealmente electrocardiograma), presión arterial (línea arterial de preferencia) y oximetría de pulso (SpO2). Por último, debe valorarse la tolerancia y/o confort del usuario en la posición adoptada: Confortable Incómodo– Intolerable.

Procedimiento y consideraciones

1. Uso correcto de los elementos de protección personal del equipo de salud, incluida máscara KN95 o similar, delantal manga larga, gorro y protector facial.
2. Explicar al usuario beneficios del procedimiento.
3. Asegurar sistema de administración de oxígeno y uso de mascarilla quirúrgica sobre cánula nasal y/o máscara.
4. Reposicionar sistemas de monitorización si es necesario, de manera tal de

asegurar medición certera, y previniendo lesiones por presión (oximetría de pulso, electrodos de ECG, etc.).

5. Pedir cooperación al usuario para girar, cuidando vías venosas periféricas, sistema de oxigenoterapia y monitorización invasiva.

6. Girar hacia lado ipsilateral de donde esté situado catéter venoso central y línea arterial, si corresponde.

7. Buscar comodidad espontánea del usuario. Se puede ofrecer posición de nadador, descrita a continuación:

7.1 Cara mirando a extremidad superior elevada 30°.

7.2 Extremidad inferior ipsilateral en leve flexión de cadera.

7.3 Otra extremidad superior pegada al cuerpo.

8. Posicionar en Trendelenburg invertido 30° para mejorar tolerancia, en particular en usuarios obesos.

9. Se debe prestar especial atención a las zonas de apoyo, y aplicar las medidas de prevención de lesiones por presión según protocolos ya establecidos.

10. En caso de no tolerar posición en prono, se puede adoptar decúbito lateral como posición inicial. Posteriormente, se puede rotar entre las posiciones explicadas más adelante.

Se encuentran disponibles guías nacionales e internacionales para el posicionamiento en prono, pero es necesario que cada equipo adapte los insumos disponibles para favorecer el confort del usuario y disminuir la probabilidad de lesiones por presión en zona de cara, tórax anterior y rodilla.

Evaluación post maniobra

Se recomienda pausa de seguridad a los 15 minutos de realizada la maniobra, con objetivo de evaluar la tolerancia del usuario, y vigilar que no haya caída en la saturación de oxígeno. El control de signos vitales posterior debe programarse

cada 1-2 horas, dependiendo de la condición clínica del usuario y de la unidad de hospitalización (cuidados medios, UTI o UCI).

Mantenimiento de la estrategia

Es importante lograr adherencia y evitar reticencia a la posición por malestar o discomfort. Si existe mejoría con la intervención, se recomienda mantener el prono por al menos 2 horas, siendo la posición que debe adoptarse mayor tiempo para otorgar beneficios expuestos; se deben realizar cambios de posición cada 1-2 horas. Se propone un esquema de posicionamiento rotativo entre 4 posiciones que puede ser modificado según la tolerancia del usuario y el criterio del equipo tratante.

Alimentación durante la terapia

Idealmente, no alimentar 1 hora antes ni 1 hora después de posicionar en decúbito prono. Agua para confort, en los cambios de posición. En los períodos de sedestación, favorecer ingesta oral de comidas a tolerancia. En caso de requerir alimentación por vía enteral, preferir acceso nasogástrico.

La alimentación es un ítem importante al momento de evaluar úlceras por presión.

Cuidados generales

- Prevenir y vigilar activamente la aparición de lesiones por presión en los puntos de apoyo.
- Asegurar correcta monitorización continua
- Vigilar tolerancia del usuario al procedimiento.
- Pesquisa precoz de deterioro clínico.

Retiro de la estrategia

Evaluar retiro de la estrategia después de al menos 12 horas de iniciado el protocolo. Considerar la tolerancia del usuario a la posición supina, disminución en los requerimientos de oxígeno, disminución de trabajo ventilatorio y mejoría en los índices descritos. Se sugiere disminuir primero FiO_2 y luego posición prono.

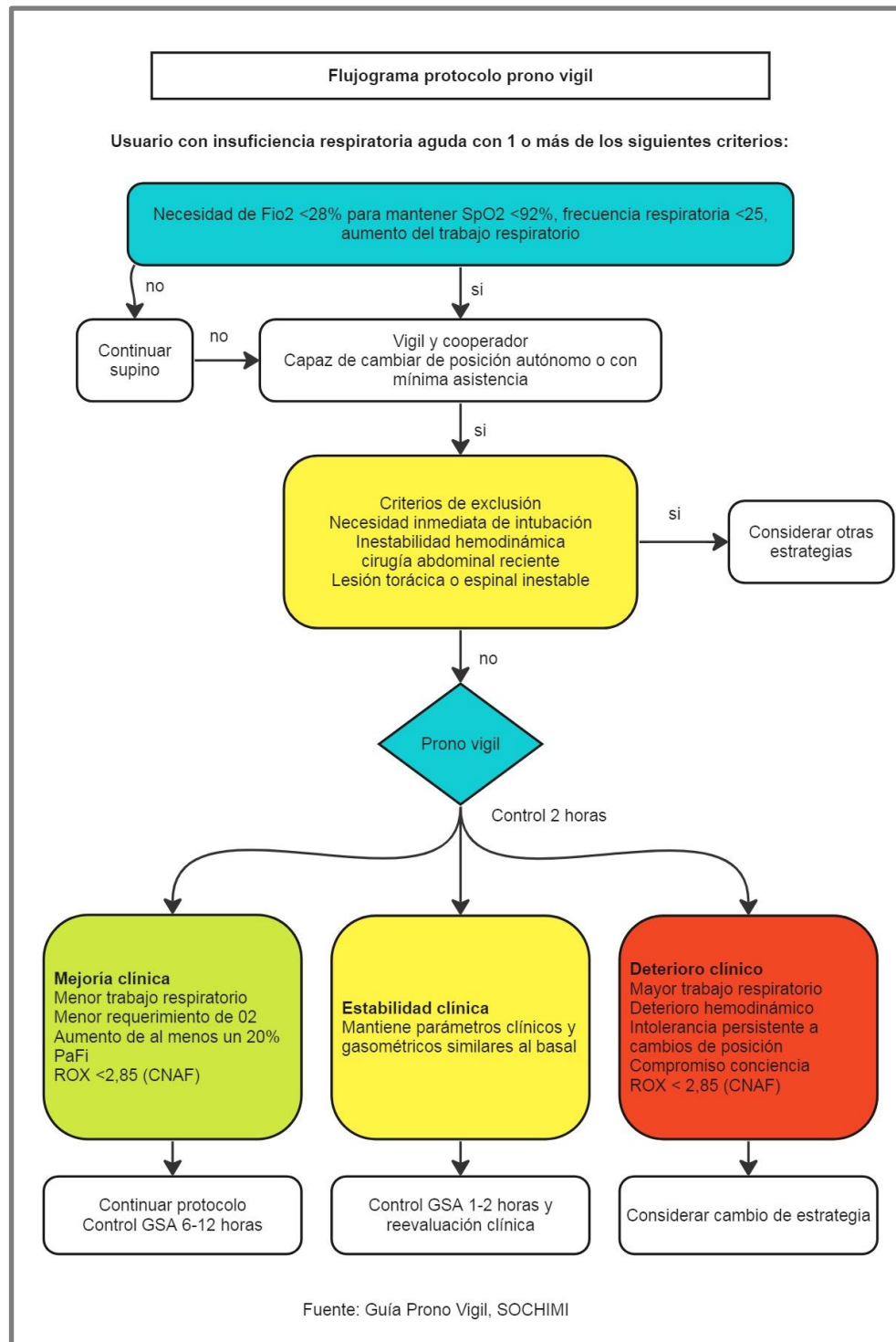


Ilustración 4: Flujograma protocolo prono vigil

En la ilustración 4, se muestra un flujograma del procedimiento prono.

Para comenzar, se debe evaluar la necesidad de la postura. Siendo el paciente cooperador, autónomo y vigil se procede a realizar posición prono con control a las 2 horas. Pasado este tiempo se evalúa mejora, estabilidad o deterioro clínico. Si existe mejora se continua el protocolo prono con control a las 6 a 12 horas. Si existe estabilidad, se reevalúa luego de 1 a 2 horas; y si se constata deterioro clínico, se debe considerar cambio de estrategia.

3.8 Estado del arte en dispositivos prono

En el mercado existen dispositivos ortopédicos de venta como los ofrecidos por la web de *CV Protection* (CV Protection, 2024) que se basan en soportes independientes para brazos, tórax, pelvis y piernas como también un kit craneal de posicionamiento prono.



Ilustración 5: Soportes para prono desarrollados por Cvprotection

En la ilustración 5, se distinguen algunos productos de CV Protection (CV Protection, 2024) utilizados en cirugía para conseguir línea cervical neutra en posición prono.

El cojín pélvico facilita la protección de genitales y da altura libre de abdomen permitiendo el libre movimiento sin perder estabilidad.

El cojín torácico, debido a su pendiente, no produce presión sobre el pecho y permite la atención del personal de salud hacia los brazos.

El soporte de piernas utiliza en conjunto con cojín pélvico y torácico, consigue hacer más cómoda la inmovilización, reduciendo los efectos causados por la permanencia prolongada en prono.

El soporte craneal, ofrece reducción de edemas faciales, pérdida de visión post operación o derrame cerebral, protección frente a lesiones del mentón, y entrega mayor confort a la cara y el cuello.

Este último es utilizado principalmente para cirugía lumbar y torácica, laminectomía, hematología, cirugía plástica, extracción de médula ósea y post operatorio de vitrectomía.

Otro referente es la colchoneta para prono, diseñada y fabricada por *Steris* (*STERIS Les Indispensables*, 2024) con tratamiento anti escaras, espuma con memoria y se recomienda para su uso posterior cirugía de columna y laminectomía.



Ilustración 6: Colchoneta para posicionamiento en prono desarrollado por Steris

En la ilustración 6, se muestra la colchoneta para prono de Steris (*STERIS Les Indispensables, 2024*) con unas dimensiones de 48 x 101 x 14 cm está diseñada para ser utilizada en conjunto con otros artefactos de la marca.

3.9 Dispositivos prono en Chile

En Chile, encontramos principalmente dispositivos fabricados por proyectos locales y como ejemplo el soporte facial SOFA desarrollado por el *FabLab* de la escuela de Ingeniería de la Universidad Católica que ofrece reducir llagas y edemas en el rostro (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2020).



Ilustración 7: Soporte facial desarrollado por FabLab UC

En la ilustración 7, se muestra el dispositivo SOFA, un soporte facial diseñado para personas que requieren conexión a un ventilador mecánico. Su eficacia se incrementa cuando el paciente está en posición de decúbito prono, es decir, acostado boca abajo. Este soporte facial tiene como objetivo minimizar los efectos secundarios negativos asociados con este procedimiento, como llagas y edemas en el rostro, entre otros.

En plena pandemia COVID, la Sociedad Chilena de Medicina de Urgencia, realizó una campaña de donación de colchón prono vigil para pacientes con COVID-19. El proyecto de donaciones permitió abastecer de este dispositivo a múltiples hospitales y clínicas a lo largo del país. A la fecha, la Sociedad Chilena de Medicina de Urgencia ha entregado más de 150 colchones en diferentes hospitales y clínicas a lo largo del país, contribuyendo así, a mejorar la atención y calidad de los pacientes que hoy día se encuentra afectados por esta enfermedad.

Entre sus características destaca su confección con espuma dura de alta densidad y resistencia, su cubierta de material lavable y rápida sanitización que

tiene la ventaja que puede posicionar tanto cabeza, brazos y parte abdominal para que el paciente pueda estar cómodamente, pudiendo ser usado tanto en camas clínicas como incluso en una simple camilla en un servicio de urgencia.

Una de las fallas más comunes en los pacientes que son pronados es la mala tolerancia a la posición. Este colchón que está basado en un modelo norteamericano y que fue modificado y fabricado en Chile, es una solución para esto, permitiendo que el paciente esté conectado a distintos tipos de dispositivos de oxígeno no invasivos, de forma consciente durante largos periodos de tiempo e incluso puede utilizar algún dispositivo electrónico como teléfono celular para estar conectado a su familia.

Por ejemplo, tener que pasar un prolongado tiempo en una posición incómoda que además requiere horas para ser efectiva. Por eso, algunos pacientes se muestran reacios a la técnica, o sufren angustia.

Algunos médicos al ser consultados indican que los pacientes diagnosticados con COVID e internados por complicaciones asociadas, están muy solos. No pueden recibir visitas y tienen mucho miedo a morir, por eso mismo aparecen algunas soluciones como el "Prono team" de la Asociación Chilena de Seguridad (24 Horas, 2020).

Son médicos de otras especialidades que buscan acompañar, ser un soporte con los pacientes COVID que deben realizar esta técnica.

Andrés Giglio, jefe del Hospital Modular Sótero del Río (24 Horas, 2020) indica que el colchón prono permite que los pacientes toleren estar más tiempo boca abajo y eso les ayuda a mejorar la función del pulmón, y asimismo tolerar mejor la enfermedad. Permite que el enfermo oxigene mejor y sienta mayor comodidad para pasar horas en la misma posición.

En resumen, el colchón prono nace desde la necesidad de evitar la intubación y conexión a ventilación mecánica, teniendo buenos resultados en los reportes preliminares.

4. METODOLOGÍA

4.1 Objetivo general

Evaluar la compatibilidad de las dimensiones generales del colchón de pronación actual con las tablas de antropometría de la población trabajadora chilena (Castellucci et al., 2016) determinando el porcentaje de adecuación para disminuir el discomfort del paciente y reducir las lesiones por roce, aumentando así la tolerancia y el tiempo de exposición de la terapia prono.

4.2 Objetivos específicos:

- Realizar una revisión de la literatura científica y estado del arte del mercado para diseños de colchón prono existentes en Chile y el extranjero.
- Identificar las dimensiones requeridas al diseño de colchón prono existente
- Proponer un prototipo formal de acuerdo con los resultados del análisis de compatibilidad

4.3 Población y muestra

Para el estudio se realiza la medición del actual colchón recopilando los datos con una cinta métrica marca PowerLock® 3m/10` Caja Metálica.

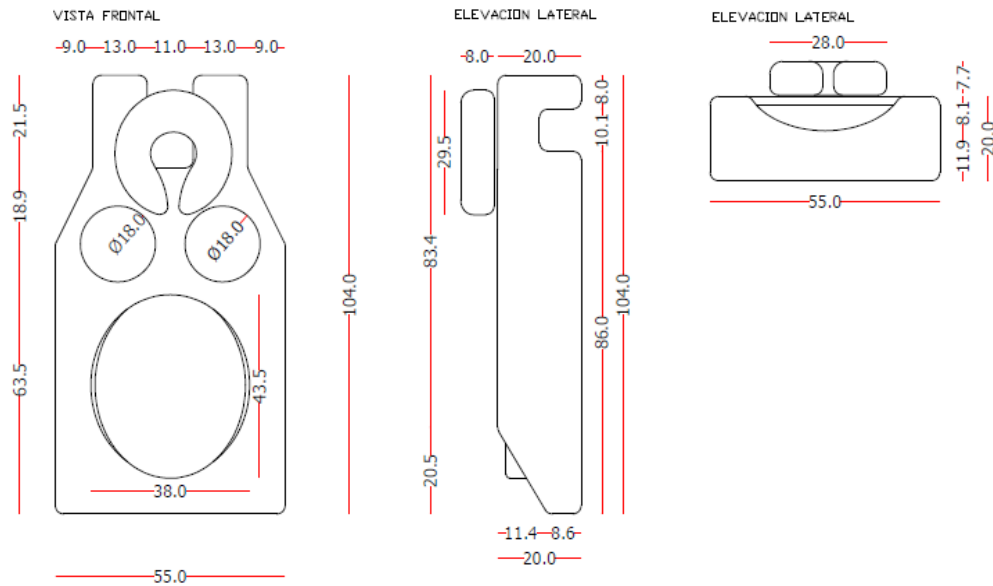


Ilustración 8: Documentación de dimensiones colchón prono vigil en Chile

En la Ilustración 8, se presentan todas las dimensiones del colchón prono vigil, incluyendo medidas generales como ancho, largo y alto, así como medidas interiores específicas como los perímetros de pecho, abdomen, y el cojín de apoyo para el rostro, entre otras.

Para el presente estudio, se centrará exclusivamente en las medidas generales del colchón (ancho, largo y alto). Esto se debe a que el modelo actual del colchón prono vigil no fue diseñado inicialmente para su uso clínico en decúbito prono, sino que es una réplica de un modelo americano originalmente creado para masajes en prono, dirigido principalmente a mujeres embarazadas.

El objetivo de utilizar únicamente las medidas generales radica en la necesidad de ajustar el colchón para que se adecúe a las dimensiones antropométricas de la población trabajadora chilena. Este ajuste permitirá evaluar la compatibilidad del colchón con las características físicas de esta población y facilitará su redimensionamiento y rediseño completo.

Para llevar a cabo esta comparación, se emplearán los datos de la población objetivo extraídos del documento “Tablas de antropometría de la población trabajadora chilena” (Castellucci et al., 2016).

Estas tablas proporcionan las dimensiones corporales distribuidas por percentiles, que servirán como referencia para determinar la adecuación del colchón prono.

El redimensionamiento basado en estas medidas generales permitirá que el colchón prono vigil sea ajustado para una mejor adecuación a la población chilena. Posteriormente, este rediseño podrá ser probado y validado en futuros estudios para asegurar su efectividad y confort en un entorno clínico.

Este enfoque permitirá evaluar cómo el colchón prono puede ser modificado para cumplir con las especificaciones antropométricas necesarias, mejorando así su funcionalidad y confort para la población chilena. Los resultados de este estudio proporcionarán una base para el rediseño y evaluación futura del colchón, con el objetivo de optimizar su uso en la práctica clínica y en otras situaciones que requieran la técnica de decúbito prono.

La muestra de comparación estuvo constituida por trabajadores adscritos a la Mutual de Seguridad de la región de Valparaíso y Metropolitana, con un total de 2.946 trabajadores 600 mujeres y 2.346 hombres.

Este estudio antropométrico, significó una actualización al levantamiento de medidas realizado por Apud y Gutiérrez en 1997 (Apud & Gutiérrez, 1997) creando una base de datos actualizada con el fin de facilitar el diseño de elementos relacionados con los sistemas de trabajo, teniendo en cuenta las diferencias de género.

4.4 Origen de los datos

Las variables antropométricas consideradas en una primera instancia para este estudio de compatibilidad fueron las siguientes:

Estatura: Distancia vertical entre el suelo y la parte más alta de la cabeza medida con el sujeto en posición erecta y cabeza en el plano de Frankfurt.

Altura nudillo suelo: Distancia vertical entre el suelo y el 3er metacarpo (nudillo medio)

Ancho bideltoides: Distancia máxima medida entre los deltoides izquierdo y derecho.

Ancho de caderas: Distancia horizontal medida en la parte más ancha de las caderas.

Altura hombro suelo: Distancia vertical desde la horizontal (superficie de sustentación) hasta el acromio (parte superior más alta del hombro).

Perímetro cefálico: Medido a nivel inmediatamente superior de la Glabella con la cinta perpendicular al eje largo de la cabeza.

Altura ajustada a tronco: Dimensión vertical producto de la resta de estatura menos la altura nudillo suelo. Esta medida será utilizada para determinar el largo total del colchón.

Altura ajustada a cabeza y cuello: Dimensión vertical producto de la resta de estatura menos la altura hombro suelo. Esta medida será utilizada para determinar el largo de la cabeza más el largo del cuello.

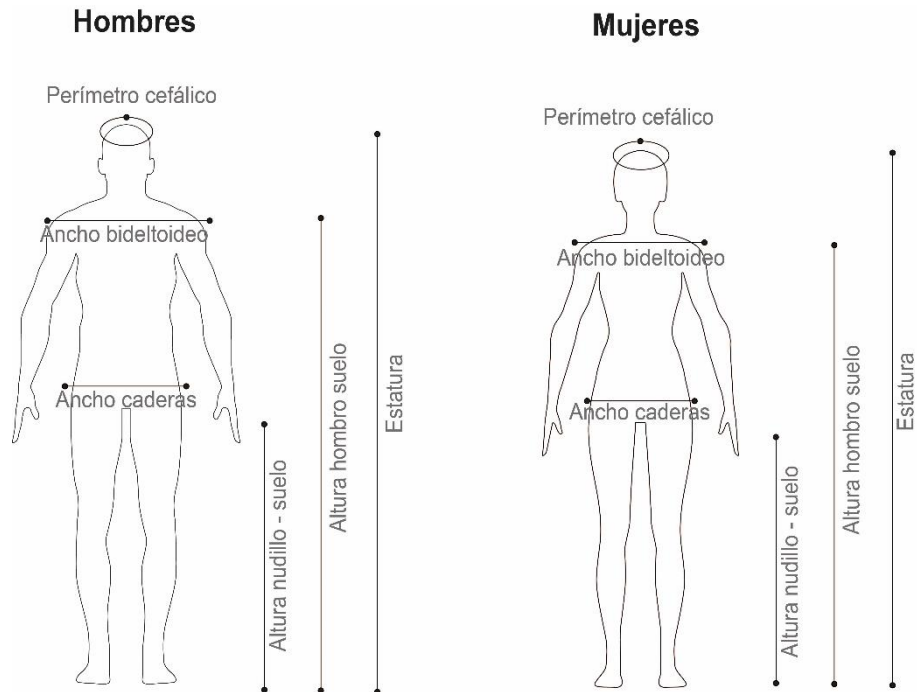


Ilustración 9: Variables consideradas para hombres *H* y mujeres *M*

En la ilustración 9, se distinguen las dimensiones corporales que serán utilizadas tanto para la población masculina y femenina, considerando los percentiles 5 y 95 de ambos géneros.

Con respecto a colchón prono, los datos de comparación serán:

- Alto total
- Ancho superior
- Ancho inferior
- Ancho cabeza
- Largo cabeza

Colchón prono

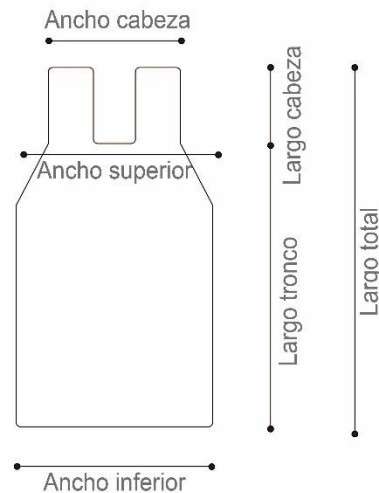


Ilustración 10: Dimensiones consideradas para colchón prono

En la ilustración 10, se distinguen las dimensiones de colchón prono. Se considera largo, para la distancia desde la cabeza hasta la cadera, ancho superior, para ancho bideltoideo, ancho inferior para la distancia entre caderas, ancho cabeza para perímetro cefálico dividido por $\pi + 10$ cm y largo cabeza para largo cabeza y cuello.

Nota: No se considerarán medidas interiores, ni profundidades, ya que el objetivo de este documento es obtener un redimensionamiento del colchón, más no el rediseño del producto funcional.

Tabla 1: Medidas antropométricas de la población muestra femenina y masculina en percentil 95

Variable / cm	Hombre P95	Mujeres P95
Estatura	182	169,2
Ancho bideltoides	52,8	49,7
Ancho de caderas	40,8	44,8
Perímetro cefálico	59,3	57,6
Altura hombro suelo	151,8	140,7
Ancho cabeza	28,8	28,3
Largo cabeza y cuello	30,2	28,5
Altura nudillo suelo	82,4	77,1

En la tabla 1, se distinguen las medidas antropométricas consideradas para hombres y mujeres en percentil 95.

4.5 Procedimiento

Para cada dimensión del colchón prono, se seleccionará la medida antropométrica más grande de cada género dentro de los límites de espacio disponibles, con el objetivo de asegurar que el diseño pueda acomodar a la mayor parte de la población posible. La premisa es que, aunque un diseño adecuado para los usuarios más grandes puede ser eficiente para el resto, se deben considerar las restricciones espaciales que podrían limitar la implementación de dimensiones más grandes. Las limitaciones de espacio específicas, como el ancho de las camillas que varían entre 60 y 90 cm (Medicaltec, 2024) se han

considerado para asegurar que el colchón se ajuste adecuadamente y cumpla con las necesidades del entorno clínico. Esta aproximación permite que el colchón prono ofrezca un soporte efectivo para el tratamiento en la posición prono, mientras se adapta a las condiciones prácticas del espacio disponible.

Las dimensiones consideradas son las siguientes:

- Ancho inferior: Se utilizará el percentil 95 de las mujeres para el ancho de caderas, que es de 44,8 cm.
- Ancho superior: Se utilizará el percentil 95 de los hombres para el ancho bideltaideo, que es de 52,8 cm.
- Largo del colchón o altura ajustada: Se empleará el percentil 95 de los hombres, calculado como la estatura menos la altura del nudillo al suelo, que es de 99,6 cm.
- Largo cabeza y cuello: Se utilizará percentil 95 hombres para el largo de la cabeza que es 30,2 cm. Se obtiene de la resta de estatura menos la altura hombro suelo.
- Ancho cabeza: Para esta dimensión, que no se encuentra registrada en las tablas (Castellucci et al., 2016) se utilizará percentil 95 hombres en perímetro cefálico dividido por π + una tolerancia de 5 cm por lado para incluir orejas, obteniendo así ancho cabeza. Para este dato se considera 28,8 cm.

Con las dimensiones especificadas, se propondrá un nuevo boceto de medidas generales en una sola dimensión. Es decir, el diseño actual se centrará en las dimensiones de ancho y largo, sin considerar aún la altura del colchón. La altura

del colchón será determinada en función de la densidad del material, que se evaluará en etapas posteriores del diseño.

5. RESULTADOS

De acuerdo con el análisis comparativo con las tablas chilenas (Castellucci et al., 2016), se ha determinado un porcentaje de inadecuación en las siguientes dimensiones:

Para la población masculina:

- Largo: 4,4% (4,4 cm) sobredimensionado
- Ancho superior o bideltoides: 4,2% (2,2 cm) sobredimensionado
- Ancho inferior o caderas: 34,8% (14,2 cm) sobredimensionado
- Ancho cabeza: 28,4 % (8,2 cm) sobredimensionado
- Largo cabeza y cuello: -28,8 % (-8,7 cm) infradimensionado

Para la población femenina:

- Largo: 12,9 % (11,9 cm) sobredimensionado
- Ancho superior o bideltoides: 10,7 % (5,3 cm) sobredimensionado
- Ancho inferior o caderas: 22,8% (10,2 cm) sobredimensionado
- Ancho cabeza: 30,7% (8,7 cm) sobredimensionado
- Largo cabeza y cuello: -24,6 % (-7 cm) infradimensionado

Estas inadecuaciones rondan entre el 4,2 % y el 30,7% de excedente en las dimensiones.

Adicionalmente, existe una medida infradimensionada, es decir, es más pequeña

en la variable largo cabeza y cuello para ambos grupos.

Tabla 2: Medida colchón y porcentaje de inadecuación por género

Variable	Colchón (cm)	P95 Hombres	% Inadecuación Hombres	P95 Mujeres	% Inadecuación Mujeres
Altura ajustada	104	99,6	4,4%	92,1	12,9%
Ancho bideltóideo	55	52,4	4,2%	49,7	10,7%
Ancho de caderas	55	40,8	34,8%	44,8	22,8%
Ancho de cabeza	37	28,8	28,4%	28,3	30,7%
Largo cabeza y cuello	21,5	30,2	-28,8%	28,5	-24,6%

En la Tabla 2, se observa que el porcentaje de inadecuación para la población masculina y femenina en el percentil 95. Las variables críticas son ancho de caderas, ancho de cabeza y largo cabeza -cuello en hombres y altura ajustada, ancho de caderas, ancho de cabeza y largo cabeza- cuello en mujeres.

5.1 Propuesta de mejoras

Con base en los datos anteriores, se propone, en primera instancia, un redimensionamiento del dispositivo para prono. Las medidas ajustadas serán las siguientes:

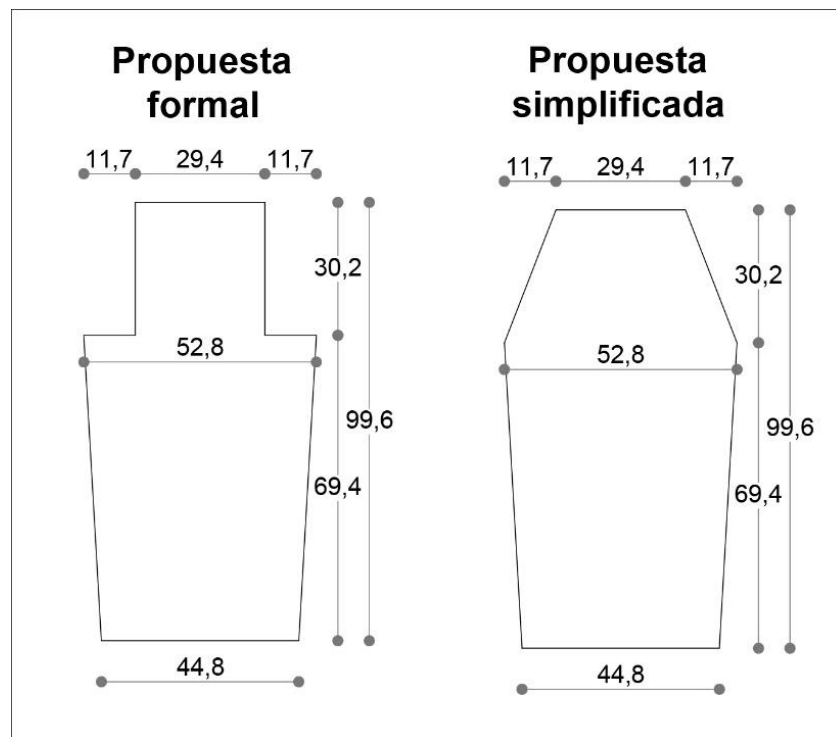


Ilustración 11: Propuesta formal para colchón prono

En la Ilustración 11, se presenta una propuesta de redimensionamiento que resulta en un modelo formal para evaluar el diseño y desempeño del dispositivo, teniendo en cuenta las dimensiones generales (largos, anchos y altos).

Las medidas sugeridas son, 29,4 cm para ancho cabeza, con largo cabeza cuello de 30,2 cm. Ancho superior o entre hombros de 52,8 cm, ancho inferior o de caderas 44,8 cm con un largo total de 99,6 cm.

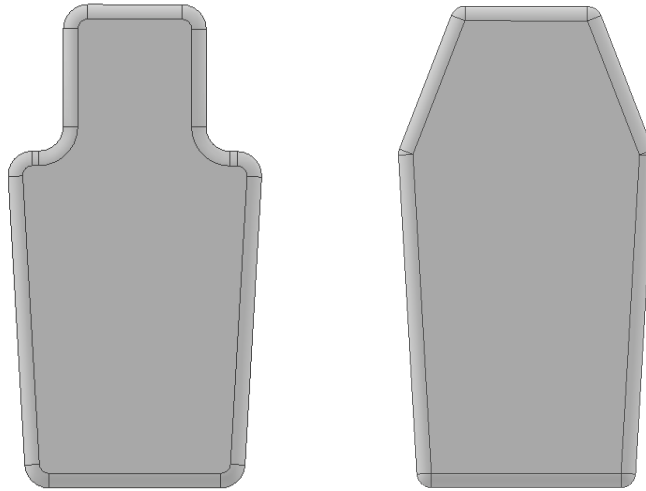


Ilustración 12: Representación virtual de propuesta formal

En la ilustración 12 se representa en volumen las proporciones de la propuesta para colchón prono.

Con estos cambios, se asegura un ajuste aceptable para la población masculina y femenina percentil 95, acomodando a la mayor parte de la población representada en las tablas chilenas (Castellucci et al.,2016).

Con base en estas dimensiones y tras realizar pruebas con usuarios, se podrán realizar ajustes funcionales adicionales en el rediseño para estudios futuros.

6. DISCUSIÓN

El análisis del colchón prono revela que la adecuación para la población chilena presenta deficiencias significativas. En el caso de los hombres, la inadecuación alcanza un 34,8%, mientras que, para las mujeres, el porcentaje de inadecuación llega al 30,7%.

Estos resultados destacan la necesidad urgente de ajustar el diseño del colchón para que se alinee mejor con las características antropométricas de la población chilena.

El alto nivel de inadecuación observado sugiere que el colchón prono, que originalmente fue diseñado para mujeres embarazadas, no cumple de manera óptima con las dimensiones necesarias para una población más diversa y exigente en términos clínicos. Esta falta de adecuación puede impactar negativamente en el confort del paciente y en la eficacia del tratamiento, especialmente durante el uso prolongado en la posición prono, que es crucial para pacientes con insuficiencia respiratoria. Este hallazgo es consistente con estudios previos que muestran que los dispositivos médicos diseñados sin considerar adecuadamente las variaciones antropométricas pueden tener problemas significativos en su efectividad. Por ejemplo, un estudio realizado por Smith et al. (2021) en *Applied Ergonomics*, indicó que los equipos médicos diseñados sin un análisis exhaustivo de las dimensiones de la población objetivo presentan problemas de ajuste que afectan negativamente tanto la comodidad como la eficacia del tratamiento aplicado.

Las limitaciones del estudio incluyen el hecho de que el colchón prono fue adoptado en un contexto de emergencia durante la pandemia sin un proceso de prueba y ajuste riguroso para la población chilena. Este dispositivo, fabricado apresuradamente en respuesta a la crisis por la pandemia de COVID, no fue diseñado específicamente para el uso clínico prolongado, sino como una solución rápida para una situación crítica. La falta de pruebas exhaustivas y ajustes personalizados para las diversas corporalidades masculinas y femeninas limita la capacidad del colchón para proporcionar un soporte adecuado y reducir el riesgo de úlceras por presión.

Además, el estudio deja abiertas varias áreas para futuras investigaciones. Se requiere un análisis más detallado y sistemático para ajustar el diseño del colchón prono, considerando no solo las dimensiones generales sino también aspectos específicos de la corporalidad masculina y femenina. Esto es fundamental para desarrollar un dispositivo que no solo sirva en emergencias, sino que sea adecuado para un uso clínico continuo y efectivo.

Aunque el colchón prono ha demostrado ser una herramienta útil en situaciones de emergencia, su diseño actual requiere ajustes significativos para mejorar su

adecuación a la población chilena. Este estudio subraya la importancia de un diseño basado en datos antropométricos específicos y la necesidad de continuar con investigaciones y desarrollos para optimizar el dispositivo para su uso clínico a largo plazo.

7. CONCLUSIÓN

Para evaluar el nivel de compatibilidad del actual colchón prono con las tablas de antropometría de la población trabajadora chilena y verificar su adecuación para minimizar el discomfort y las heridas de roce, se realizó inicialmente una revisión de los dispositivos clínicos y artesanales disponibles tanto en Chile como en el extranjero. Esta revisión reveló que hay pocos dispositivos específicos para uso clínico, y el diseño del colchón actual es en gran parte una solución reactiva a la problemática surgida durante la pandemia de COVID-19.

Se llevó a cabo un estudio morfológico del dispositivo para prono, que reveló que, aunque el diseño presenta medidas inadecuadas según los resultados del estudio, el colchón sigue siendo funcional en gran medida gracias al material constructivo de espuma de alta densidad. Este material tiene la capacidad de adaptarse y amortiguar el peso del cuerpo durante la terapia.

Además, el análisis demostró una alta inadecuación en variables críticas, como el ancho de caderas, ancho de cabeza, y largo de cabeza y cuello en el percentil 95 para hombres, así como en la altura ajustada, ancho de caderas, ancho de cabeza, y largo de cabeza y cuello en el percentil 95 para mujeres. Esta situación subraya la necesidad urgente de redimensionar el colchón de prono utilizado en Chile.

Considerando también las limitaciones de espacio, es esencial ajustar el diseño del colchón para equilibrar la eficacia del tratamiento con la viabilidad de producción. Un rediseño debe tener en cuenta no solo las dimensiones antropométricas para mejorar la adecuación del usuario, sino también las restricciones espaciales y los costos de producción para optimizar el diseño del producto.

Por lo tanto, en este estudio se propone un redimensionamiento del colchón prono que permita elevar el porcentaje de adecuación. Este ajuste no solo

mejorará el confort del usuario y la eficacia de la terapia prono, sino que también optimizará el coste y la producción del dispositivo, asegurando un diseño de producto que sea tanto funcional como económicamente viable.

8. BIBLIOGRAFÍA

Borre-Naranjo, D., Almanza, A., Rodelo, D., Lora, L., Coronell, W., & Dueñas-Castell, C. (2022). Posición prono en respiración espontánea: Una lección más del COVID-19. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*, 22, S71. <https://doi.org/10.1016/J.ACCI.2022.02.001>

Castellucci, I., Viviani, C., & Martínez, M. (2016). Confección de base de datos antropométricos de la población trabajadora chilena, especificando las diferencias de género.

Carmenate, L., Moncada, F., & Borjas Emgels. (2014). Manual de antropometría.

Chomali, M., Guell, M., Hervé, B., Angulo, M., Huerta, C., Gutiérrez, C., & Blamey, R. (2021). Impacto de la primera ola pandémica de COVID-19 en el personal de salud en un hospital privado. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 32(1), 90–104. <https://doi.org/10.1016/J.RMCLC.2020.12.010>

CV Protection. (2024). Soporte para posición prono tórax y pelvis. CV Protection. <https://cvprotection.es/producto/soporte-para-posicion-prono-torax-y-pelvis/>

Fajardo-Campoverdi, A., Rodríguez, A., & Chica-Meza, C. (2023). Decúbito prono en el tercer trimestre del embarazo durante la era COVID-19: Un abordaje transdisciplinar. *Clínica e Investigación en Ginecología y Obstetricia*, 50(4), 100906. <https://doi.org/10.1016/J.GINE.2023.100906>

Guérin, C., Reignier, J., Richard, J.-C., Beuret, P., Gacouin, A., Boulain, T., & Ayzac, L. (2013). Posicionamiento en prono en el síndrome de distrés respiratorio agudo severo. *New England Journal of Medicine*, 368(23), 2159–2168. <https://doi.org/10.1056/NEJMOA1214103>

Hernández Cantú, E. I., Fausto, C. G., & Zarazúa García, J. M. (2021). Efectos de la posición en prono en el tratamiento del síndrome respiratorio agudo en pacientes con COVID-19. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-12962021000200007&lng=es&tlng=es

Katamba, G., Musasizi, A., Kinene, M. A., Namaganda, A., & Muzaale, F. (2021a). Relación de los índices antropométricos con el producto de presión, la presión de pulso y la presión arterial media entre adolescentes de secundaria de 12 a 17

años. BMC Research Notes. <https://doi.org/10.1186/S13104-021-05515-W>

Miguel-Balsa, E. de, Blasco-Ruso, T., Gómez-Medrano, N., Mirabet-Guijarro, M., Martínez-Pérez, A., & Alcalá-López, A. (2023). Efecto de la duración del decúbito prono en pacientes con SDRA durante la pandemia por SARS-CoV-2. Medicina Intensiva. <https://doi.org/10.1016/J.MEDIN.2023.03.002>

Nariño Lescay, R., Alonso Becerra, A., & Hernández González, A. (2016). ("Accuracy of a handheld 3D imaging system for child anthropometric ...") ANTROPOMETRÍA: Análisis comparativo de las tecnologías para la captación de las dimensiones antropométricas. ("ANTROPOMETRÍA. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS PARA ... - SciELO") Revista EIA, 13(26), 47–59. <https://doi.org/10.24050/reia.v13i26.799>

Ochoa Salmorán, H., Martínez Martínez, I., & Díaz Greene, E. J. (2020). Ventilación mecánica en pacientes con COVID-19 de acuerdo con los fenotipos de Gattinoni. ("Guía de práctica clínica basada en la evidencia de liberación de la ...") Acta Médica Grupo Ángeles, 18(3), 336–340. <https://doi.org/10.35366/95421>

Oppenheimer-Lewin, D., Ortega-Palavecinos, M., & Núñez-Cortés, R. (2022). Resiliencia en las personas mayores durante la primera ola pandémica de la COVID-19 en Chile: Una perspectiva desde los determinantes sociales de la salud. Revista Española de Geriatria y Gerontología, 57(5), 264–268. <https://doi.org/10.1016/J.REGG.2022.08.002>

Pérez, A., Tomás, A., & Alonso, B. (2007). Úlceras por presión: Información para el paciente y para el cuidador. Govern de les Illes Balears, Conselleria de Salut i Consum.

Pérez-Juan, E., Maqueda-Palau, M., Feliu-Roig, C., Gómez-Arroyo, J. M., Sáez-Romero, D., & Ortiz-Monjo, A. (2023). Incidencia de úlceras por presión secundarias al decúbito prono en pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos por SARS-CoV-2. Enfermería Intensiva. <https://doi.org/10.1016/J.ENFI.2022.12.001>

Ray, J. F., Yost, L., Moallem, S., Sanoudos, G. M., Villamena, P., Paredes, R. M., & Clauss, R. H. (1974). Inmovilidad, hipoxemia y derivación arteriovenosa pulmonar. Archivos de Cirugía, 109(4), 537–541. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1974.01360040055014>

Rosales, J., Rodríguez, E., Manresa, S., Yudisleiky, V., & Companioni, M. (s. f.). Pronación precoz en pacientes con síndrome de distrés respiratorio por neumonía COVID-19. Recuperado 9 de agosto de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-

67182022000300008&lang=es

STERIS Les Indispensables. (2024). Colchoneta para posicionamientos en prono. STERIS Les Indispensables. <https://www.steris-lesindispensables.com/es/colchonetas-en-gel/845-colchoneta-para-posicionamientos-en-prono.html>

Valero Cabello, E. (2010). Antropometría.

Earthlite. (2020). Cojín prono para embarazo con reposacabezas. Recuperado el 4 de julio de 2024, de <https://www.earthlite.com/pregnancy-prone-cushion-with-headrest.html>

Chapanis, A., & Chapanis, J. (1998). Datos antropométricos para el diseño ergonómico. En W. Karwowski & G. Salvendy (Eds.), Manual de factores humanos y ergonomía (2ª ed., pp. 306-343). John Wiley & Sons.

Pheasant, S., & Haslegrave, C. M. (2006). Bodyspace: Antropometría, ergonomía y diseño del trabajo (3ª ed.). Taylor & Francis.

Norman, D. A. (2002). Diseñar para las personas: Una introducción a la ingeniería de factores humanos. Basic Books.

Smith, J., Johnson, A., & Lee, K. (2021). El impacto del diseño ergonómico en la efectividad del equipo clínico: Evidencia de estudios recientes. Applied Ergonomics, 90, 103-112. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103112>

9. ANEXOS

9.1 Esquema aplicación terapia prono vigil SOCHIMU

Prono Vigil

La posición prono es una intervención simple que puede ser utilizada en casi cualquier circunstancia, es compatible con todas las técnicas de aporte de oxígeno y requiere pocos implementos para llevarla a cabo.

Sin embargo, es necesario saber qué pacientes son candidatos a ser colocados en esta posición y cuales son las complicaciones asociadas.

*Esta medida es una más dentro del arsenal terapéutico en el tratamiento de los pacientes con COVID-19, los cuales **DEBEN** ser manejados en un centro de alta complejidad en el caso de fallar esta técnica.*





 @SOCHIMU
 Sociedad Chilena de Medicina de Urgencia
 @sochimu.official


**SOCIEDAD CHILENA
MEDICINA DE
URGENCIA**

www.sochimu.cl

COVID-19

Prono Vigil

.....

JUNIO 2020

Dr. Cristián Garrido S.
Dra. Lorena Sariego C.

¿Por qué Prono Vigil?

1. Reclutamiento Alveolar

En esta posición se produce una apertura y reclutamiento de alveolos previamente colapsados en las zonas posteriores del pulmón. Además pudiese detener el proceso de atelectasia basilar progresiva.



2. Cambios en VQ

Se beneficia la perfusión de alveolos sanos en las zonas pulmonares anteriores y se homogeniza la ventilación pulmonar mejorando la gradiente de presiones transpulmonar ventral-dorsal

3. Mejora Manejo de Secreciones

INCLUSIÓN

- COVID-19 confirmado o sospecha
- Paciente consciente y cooperador
- Saturación de O₂ < 92% o FR > 25
- FiO₂ > 28% o uso de naricera O₂ > 2 lt/min

CONSIDERE

- Explicar al paciente el procedimiento, debe tener timbre de ayuda a mano o acompañante
- Mantener monitorización cardíaca continua y de saturación O₂. Presión arterial frecuente.
- Asegurar aporte de O₂ sin interrupción.
- Asegure comodidad: COLCHON DE PRONO VIGIL
- Manejo ACTIVO de fiebre e hiperglicemia

EXCLUSIÓN

- Necesidad de intubación inmediata
- Compromiso de Conciencia - Glasgow < 13 - Agitación Psicomotora - delirium
- Distres respiratorio: FR > 40 - uso de musculatura accesoria
- Shock - Inestabilidad hemodinámica con requerimientos de Drogas Vasoactivas
- TEC o trauma
- Incapacidad para cambiarse de posición sin asistencia
- Cirugía torácica o abdominal reciente

¿Cuánto tiempo?

- 60 - 120 minutos en prono
- 15 - 30 minutos en decubito lateral
- 60 - 120 minutos en prono
- 15 - 30 minutos decubito lateral
- 60 - 120 minutos en prono
- 15 minutos en supino - aproveche este intervalo para que paciente coma

REPITA

Privilegie el PRONO y la comodidad del paciente. De ser posible, EVITE POSICION SUPINA.

DESCONTINUAR SI

- NO hay mejoría clínica
- NO tolera posición
- FR > 40, uso de musculatura accesoria, paciente agotado

INICIAR ANTES DE 30 MINUTOS DESDE INGRESO A SERVICIO DE URGENCIA



Si el paciente cumple criterios y tolera la posición en camilla de ambulancia - TRASLADA EN PRONO

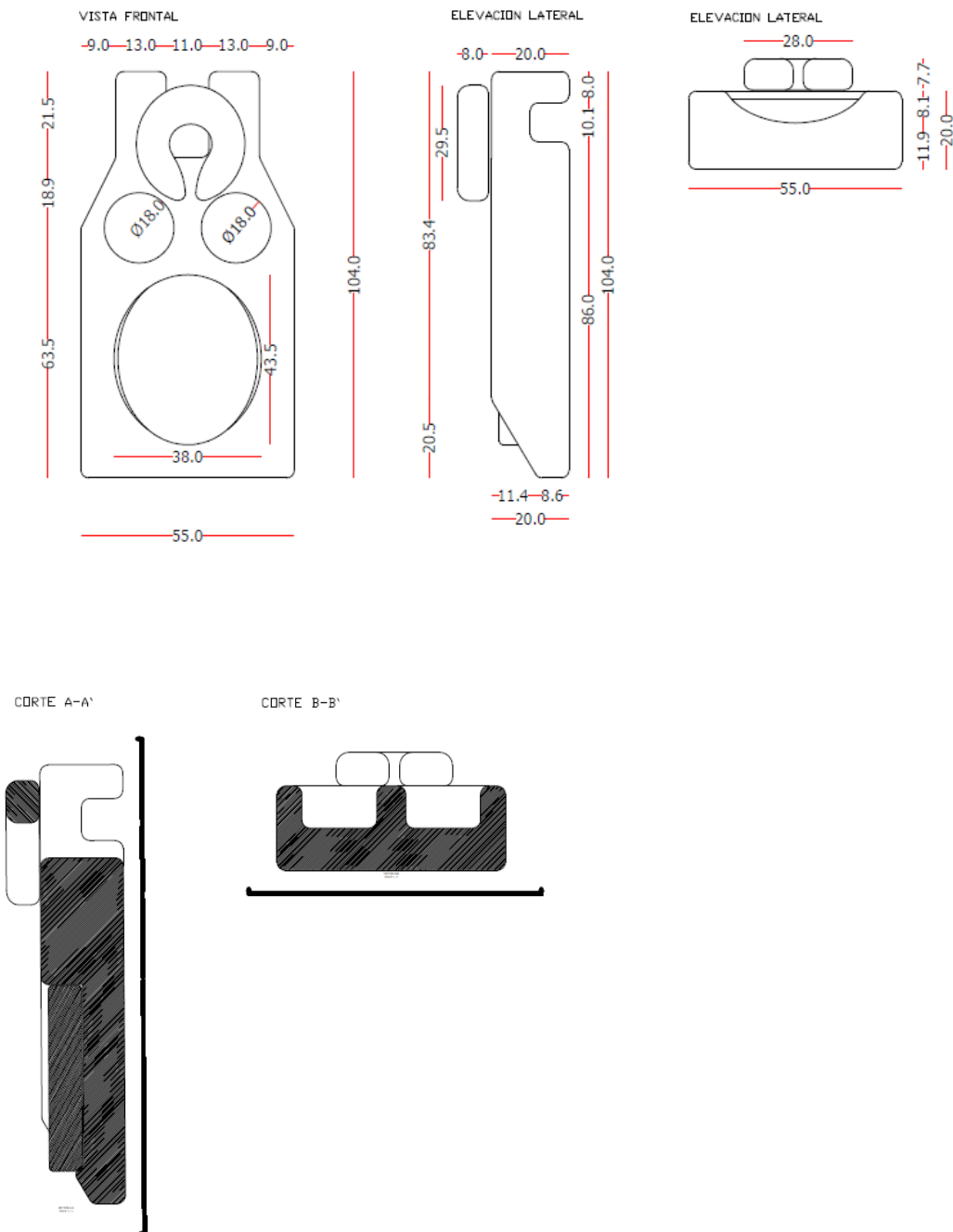
9.2 Implementación de colchones prono mediante donativos



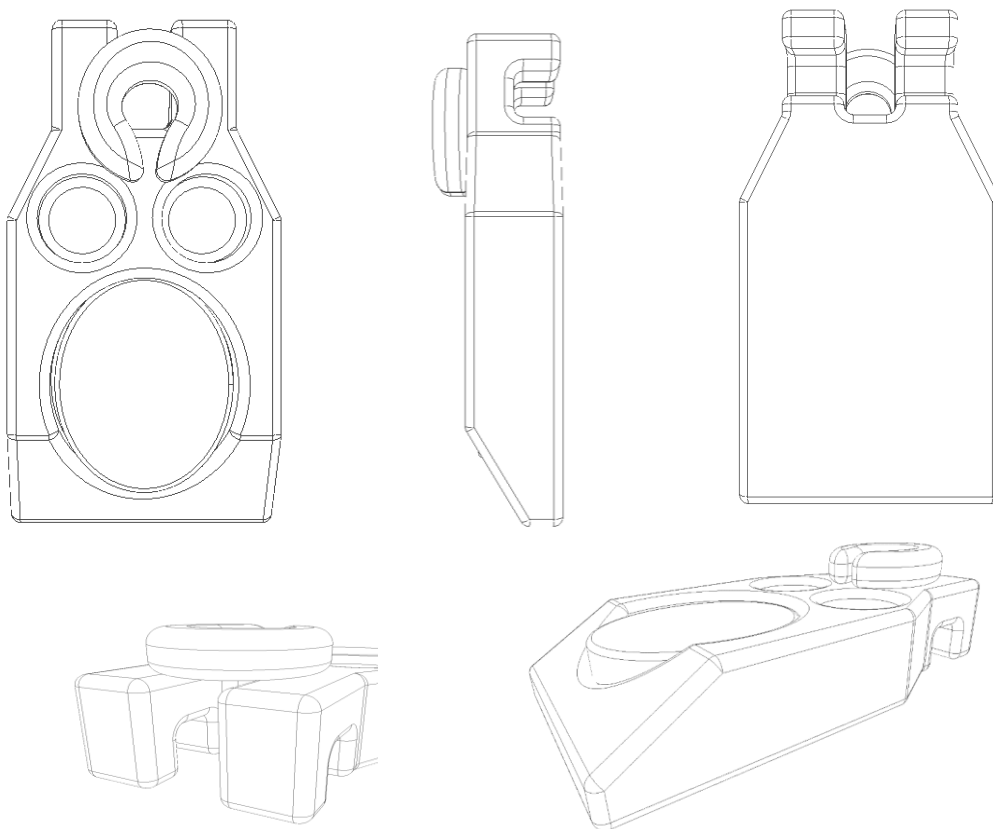
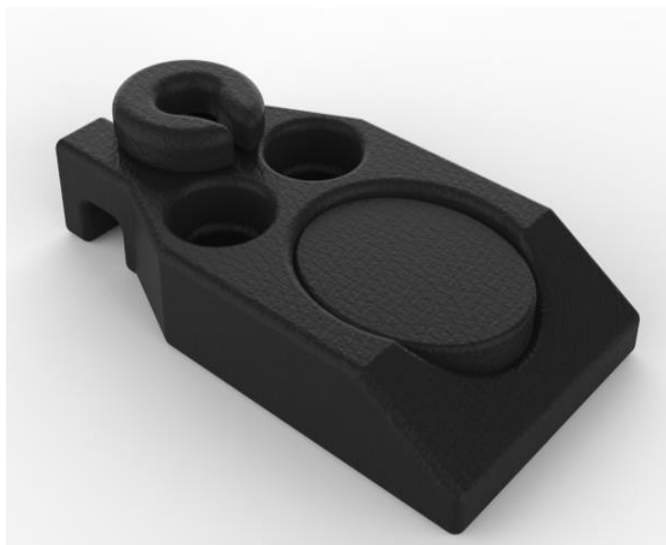
9.3 Modelo real colchón prono vigil desarrollado en Chile



9.4 Documentación de dimensiones colchón prono vigil en Chile



9.5 Modelo digital colchón prono vigil desarrollado en Chile



9.6 Colchón prono original de Earthlite

