



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

WINE SUÉLHI DOS SANTOS

**AERAÇÃO PULMONAR EM POSIÇÃO PRONA DE ADULTOS EM RESPIRAÇÃO
ESPONTÂNEA COM COVID-19**

RECIFE

2023

WINE SUÉLHI DOS SANTOS

**AERAÇÃO PULMONAR EM POSIÇÃO PRONA DE ADULTOS EM RESPIRAÇÃO
ESPONTÂNEA COM COVID-19**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial à obtenção do título de mestre em fisioterapia.
Área de concentração: Fisioterapia na atenção à saúde.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Armèle Dornelas de Andrade
Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Helga Cecília Muniz de Souza
Prof^ª. Dr^ª. Daniella Cunha Brandão

RECIFE

2023

Catálogo na fonte:
Bibliotecário: Aécio Oberdam, CRB4: 1895

S237a Santos, Wine Suélhi dos.
Aeração pulmonar em posição prona de adultos em respiração espontânea com covid-19 / Wine Suélhi dos Santos – 2023.
78 p.

Orientadora: Armêle Dornelas de Andrade
Coorientadoras: Daniella Cunha Brandão e Helga Cecília Muniz de Souza
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia. Recife, 2023.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Decúbito ventral. 2. Infecções por coronavírus. 3. Ultrassonaografia. 4. Aeração. 5. Ventilação pulmonar. Andrade, Armêle Dornelas de (orientadora). II. Título.

615.8 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2023 - 245)

WINE SUÉLHI DOS SANTOS

**AERAÇÃO PULMONAR EM POSIÇÃO PRONA DE ADULTOS EM RESPIRAÇÃO
ESPONTÂNEA COM COVID-19**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial à obtenção do título de mestre em fisioterapia.

Área de concentração: Fisioterapia na atenção à saúde.

Área de concentração: Fisioterapia na Atenção à Saúde.

Aprovada em: 03/07/2023

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. Caio César Araújo de Moraes

Professora Dr^a. Cyda Maria Albuquerque Reinaux

Professor Dr. Paulo Magalhães

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda a minha família, foram tempos árduos, momentos inimagináveis, mas estamos superando cada etapa. Agradeço às minhas orientadoras Prof^a Dr^a Armèle Dornelas e Prof^a Dr^a Helga Muniz por toda paciência, doçura, esmero e perseverança em mim. Deus é o provedor deste momento.

“O que prevemos raramente ocorre; o que menos esperamos geralmente acontece.”

Benjamin Disraeli.

RESUMO

Introdução: A COVID-19 grave cursa com insuficiência pulmonar aguda. Nesse contexto, a posição prona (PP) pode melhorar a distribuição da ventilação, relação ventilação/perfusão e oxigenação. A resposta ao posicionamento pode ser avaliada através da aeração pulmonar obtida por meio da ultrassonografia. **Objetivo:** avaliar o efeito imediato da PP na aeração pulmonar de adultos com COVID-19 em respiração espontânea sob oxigenoterapia convencional, identificando o score LUS antes e após a PP e, as repercussões da PP nos sinais vitais (SSVV). **Metodologia:** Série de casos realizada com pacientes em uso de oxigênio suplementar. Os dados foram coletados em julho de 2021 a fevereiro de 2022 em duas UTI da cidade de Recife – Pernambuco, Brasil. Para avaliação da aeração pulmonar utilizou-se o escore LUS. A aeração foi avaliada antes da PP e após duas horas de intervenção. A resposta da frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e saturação periférica de oxigênio (SpO_2) foi avaliada antes, durante e após a PP. **Resultados:** Foram incluídos 14 pacientes com idade de $51,22 \pm 12,86$ anos, 72,2% do sexo feminino e 61,1% em uso de máscaras com fluxo de oxigênio de 15 L/min. O escore LUS não foi diferente nas seis zonas pulmonares antes e depois da PP ($p > 0,05$). A PP diminuiu a FC (1h: $85,29 \pm 4,1$ bpm, $p < 0,001$; 2h: $86,29 \pm 4,60$ bpm, $p = 0,049$), a FR (1h: $32,21 \pm 1,94$ ipm, $p = 0,023$; 2h: $32,00 \pm 2,11$ ipm, $p = 0,012$) e, aumentou a SpO_2 (1h: $93,93 \pm 1,10\%$, $p = 0,012$; 2h: $94,14 \pm 1,10\%$, $p = 0,012$). **Conclusão:** Não houve efeito imediato da PP na aeração pulmonar obtido pelo escore LUS, tendo em vista que, os pacientes permaneceram somente por duas horas no posicionamento, desta forma, o tempo de intervenção e a gravidade clínica dos participantes deve ser considerado ao interpretar os dados. Em detrimento da repercussão da PP nos SSVV houve diminuição da FC e FR, além de aumentou a SpO_2 durante a PP. A elevação da SpO_2 infere que houve melhora da ventilação, ventilação/perfusão e oxigenação durante a PP.

Palavras-chave: decúbito ventral; infecções por coronavírus; ultrassonografia; aeração; ventilação pulmonar.

ABSTRACT

Introduction: Severe COVID-19 courses with acute lung learning. In this context, the prone position (PP) can improve ventilation distribution, ventilation/perfusion ratio and oxygenation. The response to positioning can be evaluated through lung aeration using ultrasound. **Objective:** to evaluate the immediate effect of PP on lung aeration of adults with COVID-19 during stretching under conventional oxygen therapy, identifying the LUS score before and after PP, and the repercussions of PP on vital signs. **Methodology:** Series of cases performed with patients using supplemental oxygen. Data were collected from July 2021 to February 2022 in two ICUs in the city of Recife - Pernambuco, Brazil. To assess lung aeration, the LUS score was used. Aeration was evaluated before the PP and after two hours of intervention. Heart rate (HR), respiratory rate (RR) and peripheral oxygen saturation (SpO₂) response was evaluated before, during and after PP. **Results:** 14 patients aged 51.22±12.86 years were included, 72.2% female and 61.1% using masks with an oxygen flow of 15 L/min. The LUS score was not different in the six lung zones before and after PP (p>0.05). PP supported HR (1h: 85.29±4.1 bpm, p<0.001; 2h: 86.29±4.60bpm, p=0.049), RR (1h: 32.21±1.94ipm, p =0.023; 2h: 32.00±2.11ipm, p=0.012) and increased SpO₂ (1h: 93.93±1.10%, p=0.012; 2h: 94.14±1.10%, p =0.012). **Conclusion:** There was no immediate effect of PP on lung aeration obtained by the LUS score, considering that the patients remained in the position for only two hours, thus, the intervention time and clinical severity when interpreting the data. To the detriment of the repercussion of PP on the vital signs, there was inspiration from HR and RR, in addition to increasing SpO₂ during PP. The increase in SpO₂ infers that there was an improvement in ventilation, ventilation/perfusion and oxygenation during PP.

Keywords: prone position; COVID-19; ultrasound; pulmonary aeration; pulmonary ventilation

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Dano ao tecido pulmonar provocado pela COVID-19.....	16
Figura 2 - Distribuição regional da aeração pulmonar dependente da gravidade em posição supina e PP	17
Figura 3 - Imagem ultrassonográfica das linhas A e B pulmonar	20
Figura 4 - Zonas de avaliação do escore LUS	21
Figura 5 - Hospital provisório de Recife I.....	23
Figura 6 - Hospital Otávio de Freitas	24
Figura 7 – Fluxograma da coleta de dados	25
Figura 8 – Ultrassom <i>philips</i> HD7 XE	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos sintomas de pacientes com COVID-19.....	15
Tabela 2 – Comparação dos efeitos da posição supina e posição prona na caixa torácica, mobilidade do diafragma, pulmão, região abdominal e massa cardíaca	18
Tabela 3 – Contraindicações da posição prona em adultos em respiração espontânea	19
Tabela 4 – Escore Ultrassonográfico Pulmonar	21

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

CDC	Centro de Prevenção de Doenças
COVID-19	<i>Corona Virus Dease 2019</i>
CPT	Capacidade Pulmonar Total
CRF	Capacidade Residual Funcional
FC	Frequência Cardíaca
FiO ₂	Fração Inspirada de Oxigênio
FR	Frequência Respiratória
HCO ₃	Bicarbonato
Ipm	Incursões por minuto
LUS	Escore Ultrassonográfico Pulmonar
MHz	Mega Hertz
mmHg	Milímetros de Mercúrio
NIR	Núcleo de Regulação Interna
NYHA	New York Heart Association
OMS	Organização Mundial da Saúde
PaCO ₂	Pressão Parcial de Gás Carbônico
PaO ₂	Pressão Parcial de Oxigênio
PaO ₂ /FiO ₂	Relação Pressão Parcial de Oxigênio por Fração Inspirada de Oxigênio
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNI	Pressão Arterial não Invasiva
PP	Posição prona
PROSEVA	<i>Proning Severe ARDS Patients</i>

RX	Raio-X
RNA	Ácido Ribonucléico
RT-PCR	Reação em Cadeia da Polimerase de Transcrição Reversa
SaO ₂	Saturação Arterial de Oxigênio
SARS-CoV-2	Coronavírus com Síndrome Respiratória Aguda Grave
SDRA	Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo
SpO ₂	Saturação Periférica de Oxigênio
<i>SPSS</i>	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TC	Tomografia Computadorizada
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
USG	Ultrassonografia
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
v/q	Ventilação/Perfusão
WBC/mm ³	<i>White Blood Cells</i> por Milímetros Cúbicos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	COVID-19	15
2.2	POSIÇÃO PRONA	17
2.2.1	Posição prona em adultos com COVID-19 em respiração espontânea	19
2.3	ULTRASSONOGRAFIA PULMONAR EM PACIENTES COM COVID-19	20
3	OBJETIVOS	22
3.1	OBJETIVO GERAL	22
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4	METODOLOGIA	23
4.1	DELINEAMENTO E SUJEITOS DO ESTUDO	23
4.2	LOCAL E PERÍODO DA PESQUISA	23
4.3	CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE	24
4.3.1	Critérios de inclusão	24
4.3.2	Critérios de exclusão	24
4.4	INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS	25
4.4.1	Triagem	26
4.4.2	Supina-1	26
4.4.3	Posição Prona	27
4.4.4	Supina-2	27
4.5	ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS	28
4.5.1	Riscos e benefícios da pesquisa	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
	REFERÊNCIAS	31
	APÊNDICE A – Ficha de avaliação sócio-demográfica e clínica	34
	APÊNDICE B – Artigo produto da dissertação	37
	APÊNDICE C – Artigo 1 suplementar da dissertação	48
	APÊNDICE D – Artigo 2 suplementar da dissertação	60
	ANEXO A – Aprovação do comitê de ética	74

1 INTRODUÇÃO

A COVID-19, uma nova doença que causa infecções respiratórias graves, atingiu rapidamente a população de vários países, gerando impacto à saúde mundial (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2020a). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), até a primeira quinzena do mês de setembro 2020, foram confirmados em todo o mundo 29.737.454 casos de COVID-19 com o total de 937.391 mortos (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2020b). No Brasil, a atualização do dia 07 de março de 2023, demonstrou que 37.076.053 casos foram confirmados com mortalidade/100 mil habitantes de 332,08 (BRASIL, 2023).

Há evidências que a COVID-19 cursa com acometimentos em diversos órgãos e que em casos mais graves evolui com síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) (CHEN et al., 2020a; WANG et al., 2020; WU; MCGOOGAN, 2020). Dependendo da gravidade dos sintomas gerados pela COVID-19 diferentes condutas clínicas são adotadas, dentre essas o manejo com diversas classes medicamentosas (CHEN et al., 2020b), suporte de oxigênio em casos de hipoxemia (CALLIGARO et al., 2020), suporte ventilatório mecânico para casos mais graves (WINDISCH et al., 2020) e posição prona (PP) (CHEN et al., 2020a).

A utilização da PP em pacientes sob ventilação mecânica invasiva (VMI) com SDRA ganhou notoriedade após evidenciar benefícios na sobrevida com o estudo *Proning Severe ARDS Patients* (PROSEVA) (GUÉRIN et al., 2013; PAUL et al., 2020). Nas infecções por coronavírus a PP também está sendo usada em pacientes mecanicamente ventilados (YANG et al., 2020).

Tendo em vista a melhora pulmonar (isto é, aumento de 10 mmHg na PaO₂ ou 20 mmHg na PaO₂/FiO₂) de pacientes em VMI quando em PP têm-se premissas de que o posicionamento beneficie pacientes em respiração espontânea com a melhora da oxigenação, diminuição da necessidade de intubação orotraqueal (IOT) e potencialmente redução da mortalidade (BAMFORD et al., 2020; BORGES et al., 2020). Podendo considerar a PP como terapia adjuvante em adultos com COVID-19 para melhorar as áreas de aeração pulmonar (CHEN et al., 2020a).

A PP nos pacientes em VMI possui evidências que confirmam a melhora da oxigenação e desfecho de mortalidade em grupos com SDRA (GUÉRIN et al., 2013), portanto, surgiram questionamentos sobre a sua utilização e os benefícios nos pacientes com COVID-19 em respiração espontânea, utilizando oxigênio suplementar (TELIAS; KATIRA; BROCHARD, 2020).

Levando em consideração as afecções pulmonares da COVID-19 e o contexto de uma pandemia os métodos avaliativos beira leito nortearam a prática clínica. O uso da ultrassonografia (USG) pulmonar é uma ferramenta não invasiva, realizada em UTI e serve como auxílio para complementar os achados físicos, colaborando com a triagem e classificação da gravidade dos pacientes com COVID-19 (DINI et al., 2020; MOJOLI et al., 2019; SOLDATI et al., 2020; VOLPICELLI; LAMORTE; VILLÉN, 2020).

O uso da USG para acompanhamento dos pacientes em PP em respiração espontânea é uma temática pouco evidenciada na literatura, mas que pode apresentar boa viabilidade de uso prático (PEH et al., 2020). Tendo em vista os vários graus de acometimento gerados pela COVID-19 ao pulmão é importante a utilização de ferramentas avaliativas simples e rápidas à beira leito. A USG para análise da aeração pulmonar possibilita avaliar o parênquima do pulmão e guiar a resposta de terapêuticas em PP (PEH et al., 2020; TUNG-CHEN, 2020).

Para a formulação da pergunta norteadora utilizou-se o acrônimo PICO: Há aumento imediato da aeração pulmonar após PP (avaliação em supina antes e após o posicionamento) de adultos em respiração espontânea com COVID-19? Sendo a hipótese de que a PP aumenta de forma imediata a aeração pulmonar de adultos com diagnóstico de COVID-19 em respiração espontânea.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 COVID-19

Ao final do ano de 2019 uma doença atualmente conhecida como COVID-19 causada pelo vírus SARS-CoV (coronavírus com síndrome respiratória aguda grave) do gênero Coronavírus, família *Coronaviridae*, gerou estado emergencial à saúde pública em escala global (WU; MCGOOGAN, 2020).

Durante a pandemia de COVID-19 a rotina das unidades de saúde foi abruptamente alterada. Surgiram desafios ao manejo clínico, como: superlotação de hospitais, sobrecarga de trabalho dos profissionais da saúde, escassez de materiais/equipamentos e desconhecimento sobre a nova doença (DAMARLA et al., 2020; TUNG-CHEN, 2020).

A apresentação clínica da COVID-19 é heterogênea, mas ocasiona, principalmente, alterações no sistema pulmonar (HUANG et al., 2020) (tabela 1). Nessa condição patológica há um exacerbado processo inflamatório e dano ao tecido pulmonar (DA SILVA-NETO, 2022) (figura 1). Em alguns pacientes há presença de insuficiência respiratória e as características da doença se assemelham a SDRA (GATTINONI et al., 2020).

Tabela 1 – Classificação dos sintomas de pacientes com COVID-19

Sintomas da COVID-19	
Assintomático	RT-PCR positivo sem sintomatologia
Sintomas leves	Características de infecção aguda de via aérea superior: Febre; fadiga; mialgia; tosse; espirros; dor de garganta; coriza.
	Sintomas digestivos: Dor abdominal; náusea; vômito; diarreia.
Sintomas moderados	Pneumonia sem hipoxemia ($SpO_2 > 92\%$);
Sintomas graves	Pneumonia com hipoxemia ($SpO_2 < 92\%$); dispnéia; cianose central; sinais de insuficiência respiratória (por exemplo: retração torácica grave); letargia; encefalopatia; perda da consciência; convulsões.
Manifestações clínicas associadas à infecção respiratória	
Distúrbios de coagulação	Elevação de D-dímero; Tempo de protrombina prolongado
Dano ao miocárdio	Elevação de enzimas miocárdicas; Alterações ST-T no eletrocardiograma; cardiomegalia e insuficiência cardíaca.
Outras manifestações	Sepse; choque séptico; erupção cutânea petequial ou púrpura; oligúria; elevação de enzimas hepáticas e rabdomiólise.

RT-PCR – reação em cadeia da polimerase de transcrição reversa; SDRA – síndrome do desconforto respiratório agudo; SpO_2 – saturação periférica de oxigênio.

Fonte: Adaptado Yuki et al., (2020).

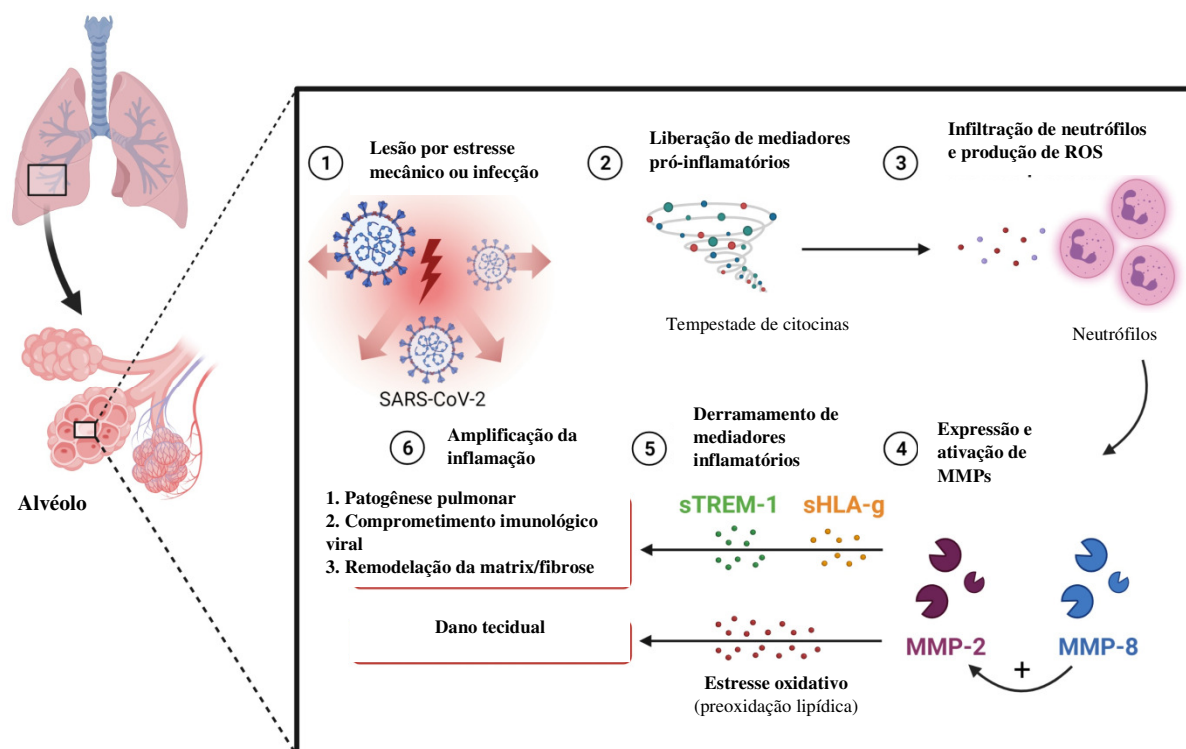


Figura 1 – Dano ao tecido pulmonar provocado pela COVID-19

ROS – espécies reativas de oxigênio; MMP – metaloproteinases de matriz; sHLA-g – antígeno-G leucocitário humano solúvel; sTREM-1 – receptor desencadeador solúvel expresso em células mieloides-1.

Fonte: da Silva-Neto et al., (2022).

Na COVID-19 quando há presença de edema inflamatório pulmonar existe alteração da relação ventilação/perfusão (v/q) e áreas de *shunt* significativas que resultam em comprometimento da oxigenação. Ainda pode haver presença de microtrombos, devido à hipercoagulabilidade, que geram diferentes regiões com espaço morto. Nos pacientes que se encontram acamados as forças gravitacionais causam atelectasias nas áreas dependentes do pulmão e consequente ventilação alveolar ineficiente (TELIAS; KATIRA; BROCHARD, 2020; ZIEHR et al., 2020).

Para o diagnóstico da COVID-19, a OMS juntamente com o Centro de Prevenção de Doenças (CDC) dos Estados Unidos, recomendaram a coleta de uma amostra da nasofaringe (*swab* nasal) para extração de ácido ribonucléico (RNA) seguida de uma amplificação da reação em cadeia da polimerase de transcrição reversa (RT-PCR) (BRUCE et al., 2020).

Associado ao teste para identificação de RNA viral os exames por imagem, como raio-X (RX) e tomografia computadorizada (TC), são importantes ferramentas para identificação do quadro clínico atual (KANNE et al., 2020). Em pacientes com COVID-19 as características da imagem no RX pulmonar são infiltrados bilaterais, entretanto, podem ter achados normais ou inespecíficos. Na TC de tórax há, principalmente, opacidades em vidro

fosco bilateral nas periferias pulmonar e, em alguns casos, também se encontram consolidações isoladas ou associadas ao aspecto em vidro fosco (BERNHEIM et al., 2020; KOO et al., 2020).

2.2 POSIÇÃO PRONA

Em 1974 o Dr. Bryan fez a primeira afirmativa sobre os efeitos fisiológicos e benefícios da PP, em pacientes anestesiados e paralisados, enfatizando que seria a maneira mais viável de expandir áreas dependentes pulmonar para melhor a oxigenação e mecânica pulmonar (BRYAN, 1974). Quase 40 anos após as descobertas do Dr. Bryan, em 2013, o estudo PROSEVA demonstrou associação da PP com a redução da mortalidade em pacientes com SDRA que apresentavam relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150 \text{ mmHg}$ (GUÉRIN et al., 2013).

O pulmão possui diferenças regionais na pressão intrapleural que são mais subatmosféricas nas áreas não dependentes e no ápice. Ao longo do eixo ventral-dorsal há diminuição da distensibilidade pulmonar e consequente redução do tamanho da unidade alveolar nas zonas dependentes (KOULOOURAS et al., 2016). Quando uma pessoa é posicionada em PP a pressão intrapleural, pressão transpulmonar e distribuição regional da aeração apresentam maior homogeneidade em toda área pulmonar (figura 2 e quadro 1) (GUÉRIN, 2014).

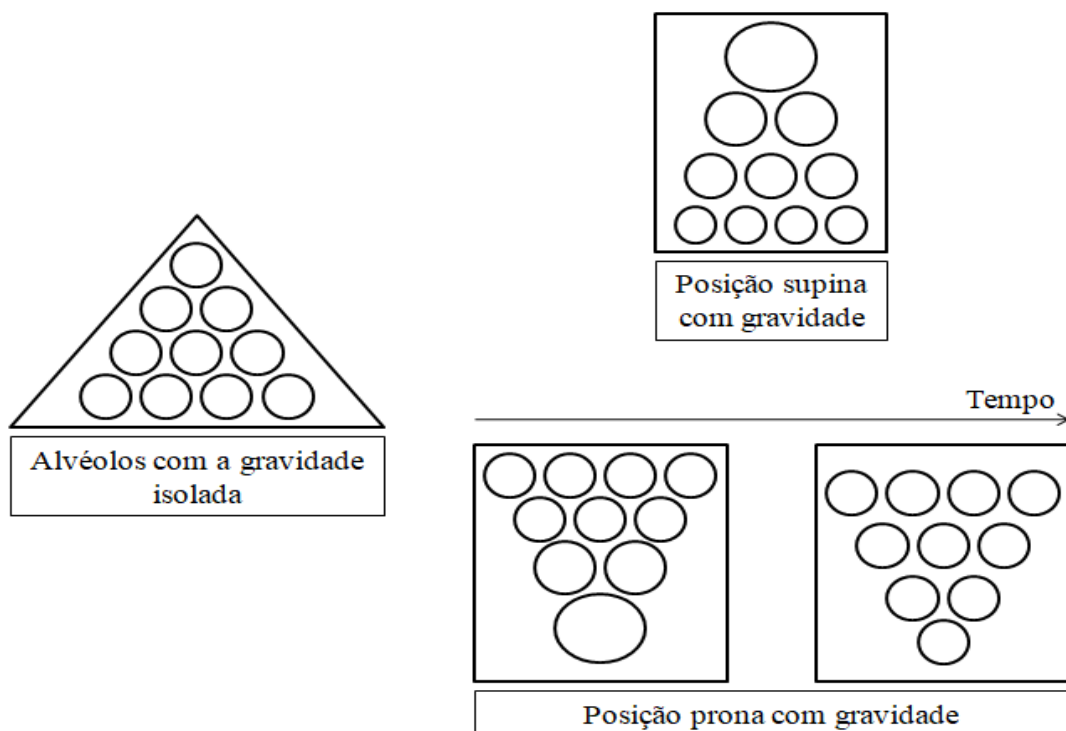


Figura 2 - Distribuição regional da aeração pulmonar dependente da gravidade em posição supina e PP
Fonte: Adaptado Koulouras et al., (2016).

Tabela 2 – Comparação dos efeitos da posição supina e posição prona na caixa torácica, mobilidade do diafragma, pulmão, região abdominal e massa cardíaca

	Posição supina	Posição prona
Caixa torácica	Formato triangular com ápice para cima e aumenta a formação de atelectasias mais extensas na região dorsal	Torna-se mais retangular, reduzindo a formação de atelectasias
Mobilidade diafragmática	Movimento diafragmático uniforme	Maior movimentação diafragmática na região dorsal
Pulmão	Maior colapso em região dorsal	Regiões dorsal mais expandida por não sofrer ação do peso pulmonar
Região abdominal	O conteúdo abdominal induz desvio cefálico das regiões posteriores do diafragma	O conteúdo abdominal repousa sobre a superfície do leito e diminui o desvio do diafragma
Massa cardíaca	Considerável fração de ambos os pulmões sob o peso cardíaco (compressão cardíaca)	Apenas uma pequena fração de ambos os pulmões sob o coração

Fonte: Paiva; Beppu, (2005).

Os efeitos da PP na homogeneidade da distribuição da ventilação pulmonar não são respostas garantidas para todos os pacientes. A resposta ao posicionamento deve ser avaliada através da gasometria arterial, nesses pacientes quando há aumento de pelo menos 20% ou 20 mmHg na PaO_2/FiO_2 são considerados “respondedores” e os outros como “não respondedores” à manobra de PP (ALBERT et al., 2014; KOULOURAS et al., 2016).

Em relação ao tempo de duração da PP as Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica indicam que ocorra, nas primeiras 48 horas em pacientes sob VMI com SDRA grave ($PaO_2/FiO_2 < 150$ mmHg), por no mínimo 16 horas contínuas (Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica, 2013). A manobra é segura quando os critérios de seleção dos pacientes e a equipe são qualificados, mas complicações podem ocorrer como (GUÉRIN et al., 2013; KOULOURAS et al., 2016):

- Edema de face, tórax e membros;
- Hemorragia da conjuntiva;
- Compressão dos vasos e nervos da retina;
- Hipotensão arterial transitória;
- Redução da saturação de oxigênio;
- Piora da área de troca pulmonar;
- Trombose venosa profunda;
- Eventos cardíacos;
- Perda ou torção de acessos vasculares;

- Deslocamento ou perda de sonda vesical e/ou sonda nasogástrica;
- Obstrução ou torção do tubo orotraqueal;
- Extubação acidental;
- Dificuldade de realizar manobra de reanimação cardiopulmonar.

2.2.1 Posição prona em adultos com COVID-19 em respiração espontânea

A realização da PP em pacientes com COVID-19 em respiração espontânea pode evidenciar benefícios fisiológicos na melhora da ventilação, trocas gasosas e oxigenação. Esse posicionamento pode contribuir com melhores desfechos clínicos, evitar intubações orotraqueais e, consequente, VMI (DAMARLA et al., 2020; PAUL et al., 2020).

Segundo o *Guidance for Prone Positioning of the Conscious COVID Patient 2020* os critérios de indicação da PP para pacientes com COVID-19 são pacientes que necessitem de $\text{FiO}_2 \geq 28\%$ ou qualquer outro suporte respiratório básico para atingir SaO_2 entre 92% a 96%. Quando se tratar de pacientes que apresentam hipercapnia o limite da SaO_2 deve ser de 88% a 92% (BAMFORD et al., 2020). Já as contraindicações estão informadas na tabela 3 (BAMFORD et al., 2020; NEBRASKA MEDICINE, 2020).

Tabela 3 – Contraindicações da posição prona em adultos em respiração espontânea

Contraindicações absolutas	Contraindicações relativas
Imediata indicação de intubação orotraqueal;	Trauma facial depois de 15 dias do ocorrido;
Desconforto respiratório com uso de musculatura acessória, taquipneia ($\text{FR} > 35$ ipm) e $\text{PaCO}_2 > 65$ mmHg;	Convulsões frequentes ou outras alterações neurológicas;
Arritmias cardíacas;	Segundo e terceiro trimestre de gravidez;
Instabilidade hemodinâmica;	Obesidade mórbida;
Traumas torácicos;	Presença de feridas e/ou úlceras por pressão;
Cirurgia abdominal recente;	Trombose venosa profunda tratada há mais de 48h;
Alteração do estado mental;	
Instabilidades na coluna vertebral.	

Nota: FR – frequência respiratória; ipm – incursões por minuto; PaCO_2 – pressão parcial de gás carbônico; mmHg – milímetros de mercúrio.

Fonte: Adaptado *Guidance for Prone Positioning of the Conscious COVID Patient 2020*, (2020); *COVID19 Proning Protocol – “PRONOCOL”*, (2020).

Ainda de acordo com o *Guidance for Prone Positioning of the Conscious COVID Patient 2020* a recomendação quanto ao tempo de realização da PP em pacientes sem uso de

VMI é entre uma a duas horas. Reassalta-se que pesquisas recentes com pacientes internados na UTI em respiração espontânea divergiram o tempo de PP nos protocolos adotados, sendo a média mínima do posicionamento de 4,8 horas/dia e máxima de 9,0 horas/dias (QIN et al., 2023).

2.3 ULTRASSONOGRAFIA PULMONAR EM PACIENTES COM COVID-19

Em pacientes críticos a USG ganhou destaque nos últimos anos (MOJOLI et al., 2019). Com a pandemia da COVID-19, a USG pulmonar se tornou uma ferramenta prática usada na monitorização das condições pulmonares beira leito (KANNE et al., 2020), tendo em vista que, em algumas unidades de saúde há escassez ao acesso de uma TC ou até mesmo radiografia (TUNG-CHEN, 2020).

Através da USG é possível identificar o pulmão por meio da representatividade de linhas A e B (figura 3), a partir de protocolos avaliativos como o escore ultrassonográfico pulmonar (LUS – *Lung Ultrasound Score*). Um padrão de imagem pulmonar normal é formado por linhas de reverberações horizontais da pleura (linhas A), enquanto linhas de reverberação verticais (linhas B) indicam que há uma proporção anormal entre o ar e a água extravascular pulmonar, representando alterações da aeração do pulmão (MONGODI et al., 2017).

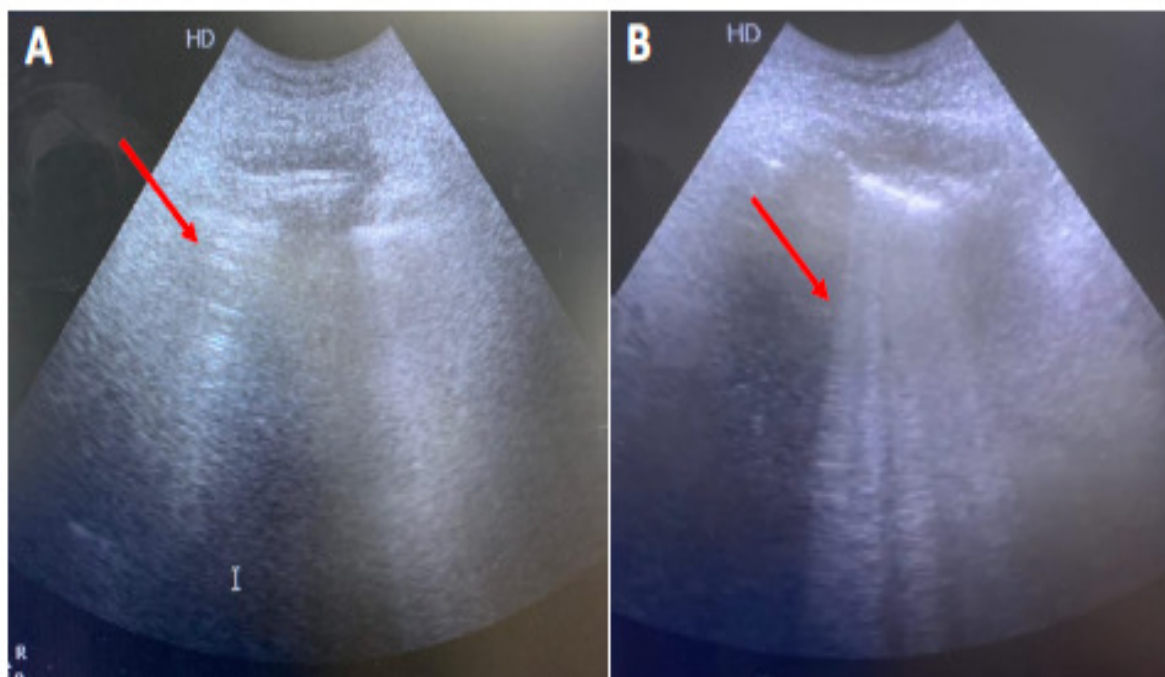


Figura 3 - Imagem ultrassonográfica das linhas A e B pulmonar

Nota: A – Linhas A na zona 2 pulmonar; Figura B – Linhas B na zona 5 pulmonar.

Fonte: Dados dos autores, (2023).

O escore ultrassonográfico pulmonar LUS é capaz de quantificar a perda da aeração do pulmão. Com o USG é possível avaliar seis zonas de cada hemitórax (total de 12 áreas) (figura 4) e a pontuação varia de 0 até 3 (tabela 4). O valor máximo é de 36 pontos e o comprometimento da aeração é proporcional ao aumento da pontuação (MONGODI et al., 2017). Na COVID-19, escore igual a 12 pode representar exacerbação da doença ou indicação da intubação orotraqueal (LU et al., 2020).

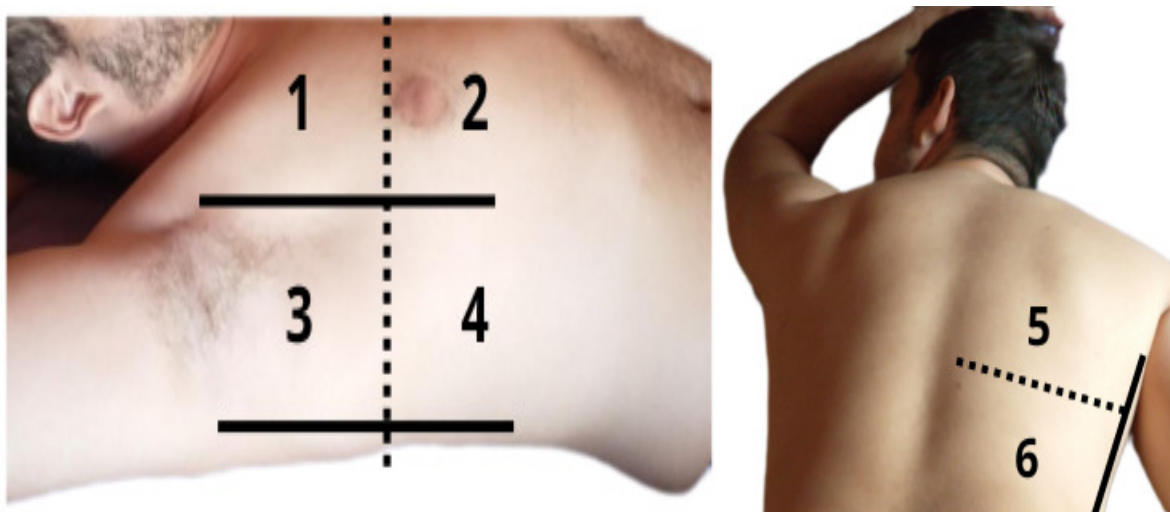


Figura 4 - Zonas de avaliação do escore LUS
Fonte: Dados dos autores, (2023).

Tabela 4 – Escore Ultrassonográfico Pulmonar

Escore	LUS	Aeração pulmonar
0	Linhas A ou até 2 linhas B	Normal
1	≥ 3 linhas B	Perda moderada
2	Linhas B coalescentes	Perda severa
3	Consolidação	Perda total

LUS – *Lung Ultrasound Score*

Fonte: Adaptado Mongodi et al., (2017).

A identificação de linhas B no pulmão podem ser critérios de indicação à PP em pacientes com COVID-19 por representarem intersticiopatias ou edemas pulmonares. Todavia, a USG pulmonar não é específica, até o momento, para composição do diagnóstico da COVID-19, pois a presença de linhas B não é sinal singular desta infecção (PEH et al., 2020).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as repercussões imediatas da PP na aeração pulmonar em adultos com COVID-19 em respiração espontânea sob oxigenoterapia convencional

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar o *score* LUS de aeração pulmonar antes e após a PP;
- Identificar as repercussões da PP nos SSVV.

4 METODOLOGIA

4.1 DELINEAMENTO E SUJEITOS DO ESTUDO

Trata-se de um estudo de série de casos. Os participantes eram adultos hospitalizados em unidades de terapia intensiva (UTI) com idade ≥ 18 anos, ambos os sexos e diagnóstico clínico de infecção por SARS-CoV2, confirmado pelo teste RT-PCR (coletado via *swab* nasal).

4.2 LOCAL E PERÍODO DA PESQUISA

A coleta de dados foi conduzida de julho de 2021 a fevereiro de 2022 nas UTI do Hospital Provisório de Recife I e Hospital Otávio de Freitas, na cidade de Recife – Pernambuco, Brasil.

A unidade do Hospital Provisório era composta por 100 leitos distribuídos em um único salão (figura 5). Havia atuação simultânea de 10 equipes (10 fisioterapeutas, 10 médicos, 10 enfermeiros e 50 técnicos em enfermagem). Já o Hospital Otávio de Freitas era formado por 10 leitos de UTI (figura 6) destinados aos pacientes com COVID-19 e a equipe mínima era formada por um fisioterapeuta, um médico, um enfermeiro e cinco técnicos em enfermagem.



Figura 5 - Hospital provisório de Recife I

Fonte: Andréa Rêgo Barros/PCR – Diário de Pernambuco, (2020).



Figura 6 – Hospital Otávio de Freitas
Fonte: Voz de Pernambuco, (2022).

4.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

4.3.1 Critérios de inclusão

Foram incluídos adultos com idade superior a 18 anos de ambos os sexos, com diagnóstico clínico da infecção por SARS-CoV2 e com necessidade de oxigênio suplementar convencional com $\text{FiO}_2 \geq 28\%$ para manter SpO_2 entre 92-96% (BAMFORD et al., 2020).

4.3.2 Critérios de exclusão

Todos os participantes que apresentaram condições clínicas contraindicadas para a realização da PP foram excluídos do estudo (ANTONELLI, 2020; BAMFORD et al., 2020):

- Indicação imediata de intubação orotraqueal;
- Uso de musculatura acessória;
- Frequência respiratória (FR) ≥ 35 ipm e $\text{PaCO}_2 \geq 65\text{mmHg}$;
- Arritmia ou instabilidade hemodinâmica com pressão arterial sistólica (PAS) < 90 mmHg e frequência cardíaca (FC) > 140 bpm;

- Insuficiência cardíaca moderada a grave com NYHA > II e fração de ejeção do ventrículo < 50%;
- Choque de qualquer foco clinicamente diagnosticado;
- Cirurgia abdominal recente;
- Lesões torácicas;
- Instabilidades na coluna vertebral;
- Neutropenia grave < 500 WBC/mm³;
- Alteração do estado mental e agitação (glasgow < 13);
- Acidose metabólica com pH < 7,30 mmHg;
- Insuficiência renal crônica com necessidade de hemodiálise;
- Edema pulmonar cardiogênico;
- Vômitos e/ou sangramento gastrointestinal superior.

4.4 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi dividida em quatro momentos: triagem, supina-1, posição prona e supina-2 (figura 7).

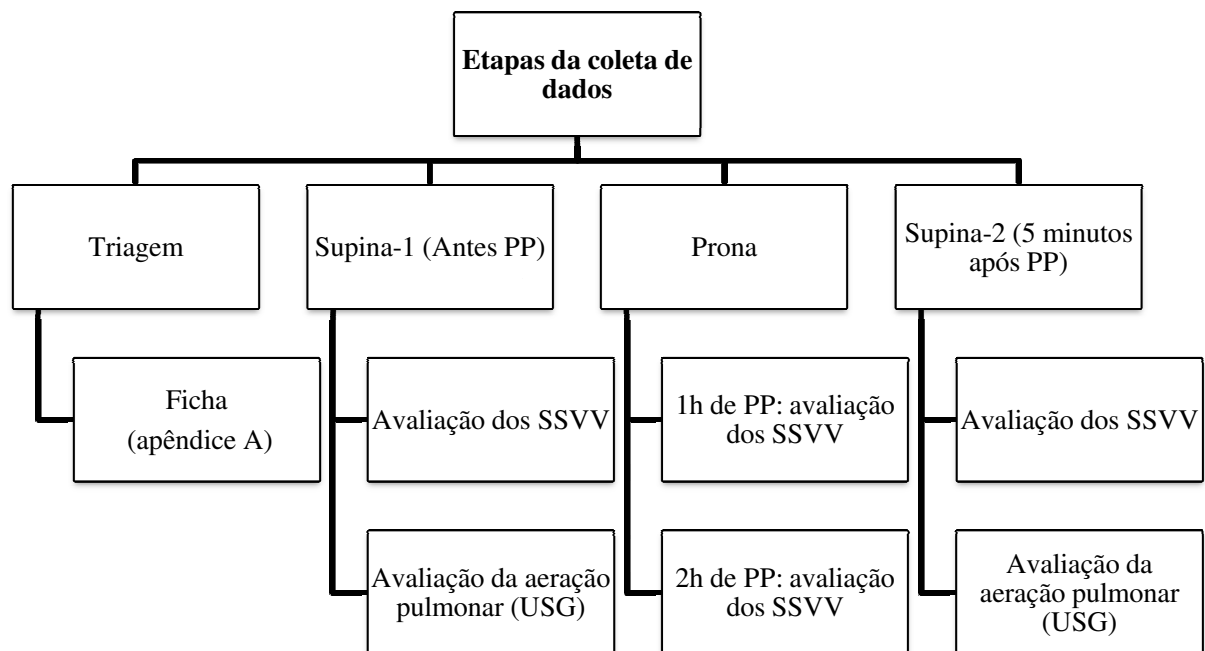


Figura 7 – Fluxograma da coleta de dados

Fonte: dados dos autores, (2023).

4.4.1 Triagem

Os participantes foram selecionados através da indicação clínica do uso de oxigênio ($\text{FiO}_2 \geq 28\%$ para manter SpO_2 entre 92-96%). As informações foram colhidas através de uma ficha de avaliação (apêndice A) com dados como idade, estado civil, escolaridade, comorbidades, tabagismo, etilismo, presença de dispneia e FiO_2 em uso.

4.4.2 Supina-1

Este momento antecede a intervenção do estudo e os participantes encontravam-se em em posição supina no leito. Foram avaliados os SSVV: FC, FR, SpO_2 , PAS, pressão arterial diastólica (PAD) e pressão arterial média (PAM). A FC foi obtida através do posicionamento de seis eletrodos dispostos no tórax dos participantes, a SpO_2 através do oxímetro de pulso e as pressões sistólica, diastólica e média através do manguito de verificação não invasiva (monitor multiparamétrico COMEN C50 e *LifeMed* M12). A FR foi mensurada através da contagem das incursões respiratórias por meio da observação do movimento da caixa torácica.

Para avaliação da aeração pulmonar utilizou-se o ultrassom portátil *philips HD7 XE* (figura 8 A) com uso do transdutor convexo (figura 8 B), que varia de 2 a 5 MHz (baixa frequência), sendo o mesmo aparelho presente nas duas instituições de coleta dos dados. A avaliação ocorreu antes e após a intervenção com o paciente em posição supina com inclinação do tronco de 30° a 50° verificando-se em cada hemitórax seis zonas. Foram traçadas linhas verticais “imaginárias” na região esternal, axilar anterior e axilar posterior, cada área foi dividida por outra linha horizontal “imaginária” para dividir o hemitórax em superior e posterior (figura 4). Com o USG identificou-se em cada zona a presença de linhas A, linhas B e números de linhas B.

Para representar as áreas de aeração pulmonar foi utilizado o escore LUS (tabela 4). Quando a pontuação de cada zona pulmonar é somada há variação de 0 a 36 pontos e quanto maior o valor total maior será a perda de aeração pulmonar. No LUS o escore 0 é normal e representa no máximo duas linhas B; o 1 vai ter três ou mais linhas B espaçadas e é correspondente a moderada perda da aeração; o 2 representa linhas B coalescentes e já é característico de perda severa da aeração; o 3 é a perda completa da aeração pulmonar e possui padrão similar ao tecido (MONGODI et al., 2017).

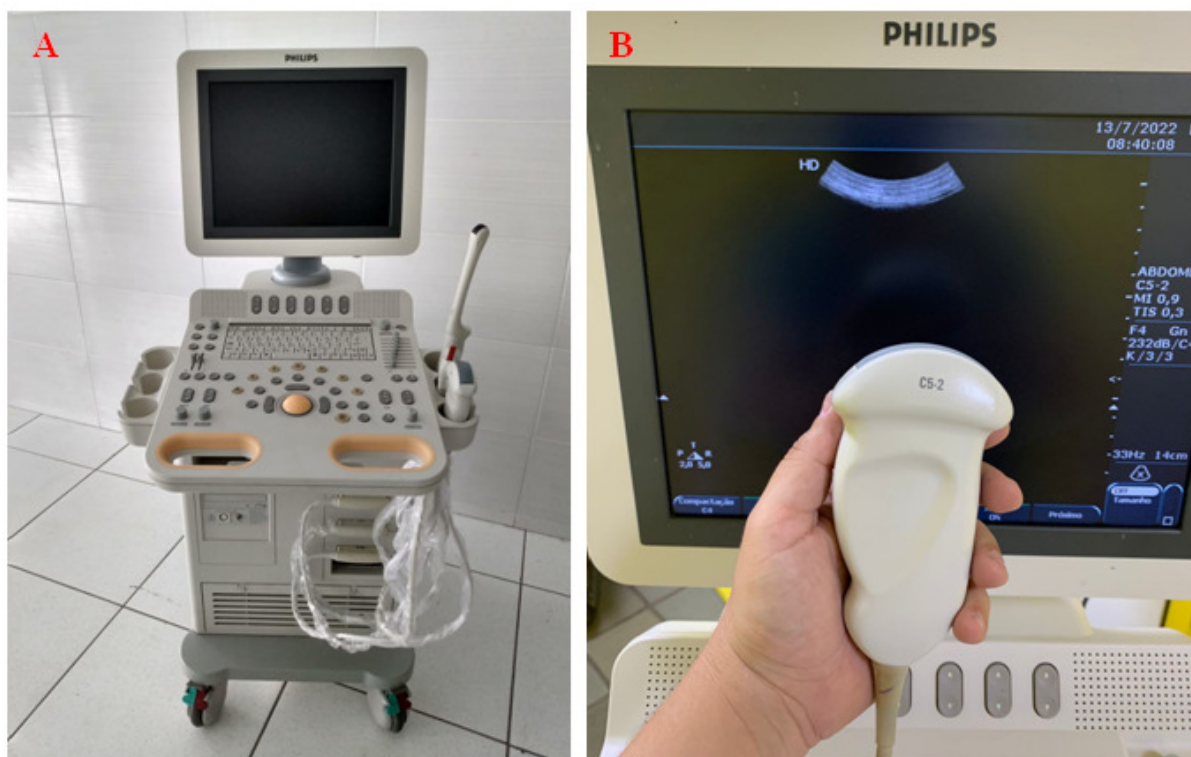


Figura 8 – Ultrassom *philips* HD7 XE

Nota: Figura A: Ultrassom portátil *philips* HD7 XE; Figura B: Transdutor convexo.

Fonte: Portal do Médico (<https://www.portaldomedico.com/produto/Sistema-de-Ultrassom-HD7-1-2>).

4.4.3 Posição Prona

Após a triagem, avaliação dos SSVV e aeração pulmonar o participante foi posicionado em prona, por um período de 02 horas ininterruptas. Entretanto, em casos de intolerância à PP, $FR \geq 35$ ipm com uso de musculatura acessória ou queda da SpO_2 os partícipes eram descontinuados do protocolo do estudo, retornando a posição supina. Medidas emergenciais para estabilização do quadro clínico geral foram realizadas imediatamente. Durante a intervenção foram verificados os SSVV (FC, FR, SpO_2 , PAS, PAD e PAM) na primeira e segunda hora de intervenção.

4.4.4 Supina-2

Depois da intervenção (PP por 2h) os participantes retornaram a posição supina e os SSVV foram imediatamente avaliados. Após cinco minutos do retorno a posição supina a aeração pulmonar foi novamente avaliada por meio dos métodos descritos no item 4.4.2 parágrafos dois e três.

4.5 ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS

A presente pesquisa obedeceu aos preceitos éticos da resolução do Conselho Nacional de Saúde 466/12 (BRASIL, 2012). A pesquisa foi encaminhada ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – sob CAAE 48155221.8.0000.5208 (anexo A). Todos os participantes que aceitaram participar da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

4.5.1 Riscos e benefícios da pesquisa

Os riscos da pesquisa foram durante a intervenção e se relacionaram com a necessidade de aumento do suporte de oxigênio, desconforto respiratório, tosse e falta de ar. Entretanto, quando algum desses eventos adversos ocorreu os pacientes receberam assistência imediata.

A fim de minimizar tais efeitos os participantes somente executaram as intervenções quando estáveis clinicamente. Todas as coletas de dados foram realizadas por uma profissional treinada e qualificada, apta ao atendimento emergencial, sendo que, como o local da pesquisa foi um ambiente hospitalar, de cuidados intensivos, equipamentos e recursos para atendimento de urgência e emergência estavam disponíveis.

As informações obtidas nas avaliações foram fornecidas aos voluntários impressas e enviadas via e-mail (aos que possuíam endereço eletrônico) com o intuito de garantir acesso posterior aos dados obtidos com a pesquisa.

4.6 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Para a análise estatística foi utilizado o programa SPSS versão 22 e considerado como desfecho primário a repercussão imediata da PP na aeração pulmonar e nos SSVV como secundário. Os dados contínuos foram expressos por meio de média e desvio padrão (DP) ou por mediana e interquartil. Para as variáveis contínuas paramétricas foi utilizado o teste t de amostra pareada e para as variáveis contínuas não-paramétricas o teste de Wilcoxon. O teste t foi realizado comparando o período pré PP com uma hora de PP, duas horas de PP e após PP. Foi considerado um intervalo de confiança de 95% e p valor < 0,05. Os participantes que não completaram o protocolo foram excluídos e as variáveis não foram avaliadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa, assim como a discussão, estão apresentados no artigo **“LUNG AERATION OF WITHOUT VENTILATORY SUPPORT ADULTSWITH COVID-19 IN PRONE POSITION”** (apêndice b). Esse artigo foi submetido à *Respiratory Physiology & Neurobiology*, classificada como Qualis A1 e com fator de impacto de 2.821 (2022-2023). Como suplementos à dissertação foram publicados os artigos: **“POSIÇÃO PRONA EM RESPIRAÇÃO ESPONTÂNEA: AERAÇÃO PULMONAR, ESPESSURA E MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA DE ADULTOS COM COVID-19 OBESOS E COM SOBREPESO”** publicado em uma revista Qualis B1 (DOI: <https://doi.org/10.56083/RCV3N7-047>) e o artigo **“AERAÇÃO PULMONAR E POSIÇÃO PRONA EM ADULTOS COM COVID-19: REVISÃO DE ESCOPO”** publicado em uma revista Qualis B3 (DOI: <https://doi.org/10.14295/online.v17i65.3687>) (apêndice C e D).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em nosso estudo a avaliação da aeração pulmonar durante a PP, em pacientes com COVID-19 respirando espontaneamente sob oxigenoterapia convencional, demonstrou que não houve efeito imediato da PP na melhora da aeração pulmonar na amostra deste estudo. O escore LUS foi avaliado nas seis zonas do pulmão, mas não houve aumento significativo da aeração pulmonar após a PP. Esses dados evidenciados foram correlacionamos com o tempo de intervenção de duas horas.

As repercussões da PP nos SSVV geraram diminuição da FC, FR, PAS, PAD e PAM. Já a SpO_2 aumentou durante a PP, entretanto, os valores não se mantiveram após o retorno à posição supina. A elevação da SpO_2 infere que houve melhora da ventilação, ventilação/perfusão e oxigenação durante a PP. Desta forma, seguerimos a realização de novos estudos com maior tempo de intervenção, coleta de gasometria para avaliação da oxigenação arterial e mensuração do tempo de exposição ao oxigênio, para inferir se o PP melhora a aeração pulmonar de pacientes sem uso de ventilação mecânica invasiva

REFERÊNCIAS

- ALBERT, R. K. et al. Prone position-induced improvement in gas exchange does not predict improved survival in the acute respiratory distress syndrome. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine American Thoracic Society**, , 2014.
- ANTONELLI, M. Prone Positioning During High Flow Oxygen Therapy in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. **ClinicalTrials.gov**, 2020.
- BAMFORD, P. et al. ICS Guidance for Prone Positioning of the Conscious COVID Patient 2020. **Intensive Care Society**, 2020.
- BERNHEIM, A. et al. Chest CT findings in coronavirus disease 2019 (COVID-19): Relationship to duration of infectionRadiology. **Radiological Society of North America Inc.**, 2020.
- BORGES, D. L. et al. Posição prona no tratamento da insuficiência respiratória aguda na COVID-19. **ASSOBRAFIR**. 2020.
- BRASIL. **Coronavírus Brasil. 2023**. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>.
- BRASIL. **Ministério da Saúde - Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos**. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.
- BRUCE, E. et al. Direct RT-qPCR Detection of SARS-COV-2 RNA from Patient Nasopharyngeal Swabs without an RNA Extraction Step. **bioRxiv : the preprint server for biology**, 2020.
- BRYAN, A. C. Conference on the scientific basis of respiratory therapy. Pulmonary physiotherapy in the pediatric age group. Comments of a devil's advocate. **American Review of Respiratory Disease**, v. 110, n. 6 Pt 2, p. 143–144, 1974.
- CALLIGARO, G. L. et al. The utility of high-flow nasal oxygen for severe COVID-19 pneumonia in a resource-constrained setting: A multi-centre prospective observational study. **E Clinical Medicine**, v. 1, n. 9, p. 100570, 2020.
- CHEN, N. et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. **The Lancet**, v. 395, n. 10223, p. 507–513, 2020a.
- CHEN, Z. M. et al. Diagnosis and treatment recommendations for pediatric respiratory infection caused by the 2019 novel coronavirusWorld. **Journal of PediatricsInstitute of Pediatrics of Zhejiang University**, 2020b.
- DA SILVA-NETO, P.V. et al. Matrix Metalloproteinases on Severe COVID-19 Lung Disease Pathogenesis: Cooperative Actions of MMP-8/MMP-2 Axis on Immune Response through HLA-G Shedding and Oxidative Stress. **Biomolecules**, v.12, n.5, 2022.
- DAMARLA, M. et al. Prone positioning of nonintubated patients with COVID-19. **American Journal of Respiratory and Critical Care MedicineAmerican Thoracic**

Society, 2020.

DINI, F. L. et al. Bedside wireless lung ultrasound for the evaluation of COVID-19 lung injury in senior nursing home residents. **Monaldi Archives for Chest Disease**, v. 90, n. 3, p. 523–527, 2020.

Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<https://www.amib.org.br/fileadmin/user_upload/amib/2018/junho/15/Diretrizes_Brasileiras_de_Ventilacao_Mecanica_2013_AMIB_SBPT_Arquivo_Eletronico_Oficial.pdf>.

GATTINONI, L. et al. COVID-19 pneumonia: different respiratory treatments for different phenotypes? **Intensive Care Medicine Springer**, 2020.

GUÉRIN, C. et al. Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. **N Engl J Med**, v. 23, n. 6, p. 2159–68, 2013.

GUÉRIN, C. Prone ventilation in acute respiratory distress syndrome. **European Respiratory Review**, v. 23, n. 132, p. 249–257, 2014.

HUANG, C. et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. **The Lancet**, v. 395, n. 10223, p. 497–506, 2020.

KANNE, J. P. et al. Essentials for radiologists on COVID-19: An update-radiology scientific expert panel. **Radiology**, 2020.

KOO, H. J. et al. RadioGraphics Update: Radiographic and CT Features of Viral Pneumonia. **RadioGraphics**, v. 40, n. 4, p. E8–E15, 2020.

KOULOURAS, V. et al. Efficacy of prone position in acute respiratory distress syndrome patients: A pathophysiology-based review. **World Journal of Critical Care Medicine**, v. 5, n. 2, p. 121, 2016.

LU, X. et al. Lung ultrasound score in establishing the timing of intubation in COVID-19 interstitial pneumonia: A preliminary retrospective observational study. **PLOS ONE**, v. 15, n. 9, p. e0238679, set. 2020.

MOJOLI, F. et al. Lung ultrasound for critically ill patients. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, 2019.

MONGODI, S. et al. Modified Lung Ultrasound Score for Assessing and Monitoring Pulmonary Aeration. **Modified Lung Ultrasound Ultraschall in Med**, v. 37, p. 530–537, 2017.

NEBRASKA MEDICINE. **COVID19 Proning Protocol-"PRONOCOL"**. [s.l: s.n.]. 2020.

PAUL, V. et al. Proning in Non-Intubated (PINI) in Times of COVID-19: Case Series and a Review. **Journal of Intensive Care Medicine**, v. 35, n. 8, 2020.

PEH, W. M. et al. Lung ultrasound in a singapore covid-19 intensive care unit patient and a review of its potential clinical utility in pandemic. **Journal of Ultrasonography**, v. 20, n. 81, p. e154–e158, 2020.

QIN, S. et al. Awake prone position in COVID-19-related acute respiratory failure: a meta-analysis of randomized controlled trials. **BMC Pulm Med.** v.23, 2023.

SILVA-NETO, P. V. et al. Matrix Metalloproteinases on Severe COVID-19 Lung Disease Pathogenesis: Cooperative Actions of MMP-8/MMP-2 Axis on Immune Response through HLA-G Shedding and Oxidative Stress. **Biomolecules.** v.12, n.5, 2022.

SOLDATI, G. et al. Proposal for International Standardization of the Use of Lung Ultrasound for Patients With COVID-19: A Simple, Quantitative, Reproducible Method. **Journal of Ultrasound in Medicine,** v. 39, n. 7, p. 1413–1419, 2020.

TELIAS, I.; KATIRA, B. H.; BROCHARD, L. Is the Prone Position Helpful during Spontaneous Breathing in Patients with COVID-19? **JAMA,** 2020.

TUNG-CHEN, Y. Lung ultrasound in the monitoring of COVID-19 infection. **Clinical medicine (London, England),** v. 20, n. 4, p. e62–e65, 2020.

VOLPICELLI, G.; LAMORTE, A.; VILLÉN, T. What's new in lung ultrasound during the COVID-19 pandemic. **Intensive Care Medicine,** v. 46, n. 7, p. 1445–1448, 2020.

WANG, D. et al. Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients with 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. **JAMA,** v.323, n. 11, p. 1061–1069, 2020.

WINDISCH, W. et al. Position Paper for the State of the Art Application of Respiratory Support in Patients with COVID-19: German Respiratory Society. **Pneumologie,** v. 74, n. 6, p. 337–357, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **IHR Emergency Committee on Novel Coronavirus (2019-nCoV).** Disponível em: <[https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-statement-on-ihr-emergency-committee-on-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-statement-on-ihr-emergency-committee-on-novel-coronavirus-(2019-ncov))>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Brazil: WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard | WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard.** 2020. Disponível em: <<https://covid19.who.int/region/amro/country/br>>.

WU, Z.; MCGOOGAN, J. M. Characteristics of and Important Lessons from the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72314 Cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. **JAMA,** 2020.

YANG, X. et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. **The Lancet Respiratory Medicine,** v. 8, n. 5, p. 475–481, 1 maio 2020.

ZIEHR, D. R. et al. Respiratory Pathophysiology of Mechanically Ventilated Patients with COVID-19: A Cohort Study. **American journal of respiratory and critical care medicine,** v. 201, n. 12, p. 1560–1564, 2020.

APÊNDICE A – Ficha de avaliação sócio-demográfica e clínica**Data:** ____/____/____**Leito:** _____ / **Registro:** _____**Data do internamento:** ____/____/____**Coleta do SWAB:** () Não () Sim, data: ____/____/____**Resultado:** () Reagente () Não reagente**1. DADOS SÓCIO-DEMOGRÁFICOS**

Identificação: _____

Idade: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Sexo: () Feminino () Masculino

Estado civil: () Solteiro (a) () Casado (a) () Viúvo (a) () Divorciado (a)

Escolaridade: () Não é alfabetizado () Ensino fundamental incompleto ()

Ensino fundamental completo () Ensino superior incompleto () Ensino superior completo () Pós graduação

Profissão: _____

Cidade: () Recife () Região metropolitana

Qual: _____

2. DADOS CLÍNICOS

Queixa principal:

Sintomas prévios:

Data do início dos sintomas ____/____/____

Comorbidades:

() HAS () DM () Asma () Câncer () TB () AVC prévio ()
 IAM prévio () Obesidade IMC: _____
 () Outras: _____

Tabagismo:

Fumante passivo: () Sim () Não
 Histórico Atual: () Sim () Não
 Quantidade/Dia: _____ Período: _____
 Histórico Anterior: () Sim () Não
 Quantidade/Dia: _____ Período: _____

Etilismo:

() Sim () Não

Medicações em uso:

Suporte de Oxigênio:

() Cateter nasal de O₂ _____ l/min.
 () Máscara não reinalatante _____ l/min.
 () Máscara reinalatante _____ l/min.

Exames de imagem:

() Raio X de tórax () Tomografia computadorizada de tórax

Alterações:

() Sim () Não

Quais: _____

3. DADOS DA INTERVENÇÃO

MONITORIZAÇÃO DOS SINAIS VITAIS		
Inicial em Supinação	FC	
	FR	
	SpO ₂	
	PAS	
	PAM	
Pronação (1h)	FC	
	FR	
	SpO ₂	
	PAS	
	PAM	
Pronação (2h)	FC	
	FR	
	SpO ₂	
	PAS	
Supinação	FC	
	FR	
	SpO ₂	
	PAS	
	PAM	

AERAÇÃO PULMONAR				
	HTD		HTE	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Zona 1				
Zona 2				
Zona 3				
Zona 4				
Zona 5				
Zona 6				
Score total				

APÊNDICE B – Artigo produto da dissertação

LUNG AERATION OF WITHOUT VENTILATORY SUPPORT ADULTS WITH COVID-19 IN PRONE POSITION

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to evaluate the immediate effect of prone positioning (PP) on lung aeration and the secondary repercussions of PP on the vital signs adults with the coronavirus disease 2019 (COVID-19) hospitalized in the intensive care unit (ICU). **Methods:** this case series was conducted at two ICU with without ventilatory support patients using supplemental oxygen. Heart rate (HR), respiratory rate (RR), and peripheral oxygen saturation (SpO₂) were assessed before, during, and after PP. The lung ultrasound (LUS) assessed lung aeration in the supine position before and immediately after PP. **Results:** A total of 14 patients aged 51.22±12.86 years were included; mostly female (72.2%) and using masks with oxygen flow rate of 15 L/min (61.1%). PP had no immediate effect on improving lung aeration. The LUS score was evaluated in the six zones of the lung, but there was no significant ($p>0.05$) increase in lung aeration after PP (2h of intervention). The PP decreased the HR (1h: 85.29±4.1 bpm, $p<0.001$; 2h: 86.29±4.60bpm, $p=0.049$) and RR (1h: 32.21±1.94ipm, $p=0.023$; 2h: 32.00±2.11ipm, $p=0.012$) and increased the SpO₂ (1h: 93.93±1.10%, $p=0.012$; 2h: 94.14±1.10%, $p=0.012$). **Conclusion:** The assessment of lung aeration during PP in spontaneously breathing patients with COVID-19 did not show an immediate effect of PP on improving lung aeration. These evidenced data were correlated with the intervention time limited to two hours. The repercussions of PP on vital signs generated a decrease in HR, RR, SBP, DBP and MAP. The increase in SpO₂ infers that there was an improvement in ventilation, ventilation/perfusion and oxygenation during PP. **Keywords:** prone position; COVID-19; ultrasound; pulmonary aeration; oxygenation.

INTRODUCTION

The prone positioning (PP) improves oxygenation and reduces mortality in patients underinvasive mechanical ventilation (IMV) with acute respiratory distress syndrome¹. However, its benefits in without ventilatory support patients with the coronavirus disease 2019 (COVID-19) using supplemental oxygen remain unclear².

According to the Guidance for Prone Positioning of the Conscious COVID Patient 2020³, PP in without ventilatory support patients can be performed between one and two hours. Also, it is indicated for patients with a fraction of inspired oxygen (FiO₂) ≥ 28% or requiring respiratory support to reach arterial oxygen saturation (SaO₂) between 92% and 96%. PP may increase oxygenation and lung aeration and reduce need for endotracheal intubation (ETI) and mortality in without ventilatory support patients with COVID-19^{3,4}.

Bedside evaluation guides clinical practice for treating lung dysfunctions in patients with COVID-19. In this sense, lung ultrasound (LUS) is a non-invasive and easy-to-use tool

that may contribute to screening and classifying patients with COVID⁵⁻⁸. Moreover, B-lines identified using LUS indicate interstitial diseases or pulmonary edema, which may be a criterion for PP in patients with COVID-19.

Although the use of LUS for monitoring without ventilatory support patients in PP was little evidenced in literature, it may present good feasibility to improve therapeutic management^{9,10}. Thus, the main objective of this study was to evaluate the immediate effect of PP on lung aeration and the secondary repercussions of PP on the vital signs of adults without ventilatory support with COVID-19.

METHODS

This analytical and prospective case series was performed from July 2021 to February 2022 at two adult intensive care units (ICU) of the public health service in Recife (Pernambuco, Brazil). Patients participating in this study signed an informed consent form according to Resolution 466/12. The study was approved by the research ethics committee (no.48155221.8.0000.5208) of the Health Sciences Center of the Federal University of Pernambuco (UFPE) and followed the Declaration of Helsinki.

The following hospitalized patients of both sexes were included: aged between 18 and 60 years, requiring supplemental oxygen with $\text{FiO}_2 \geq 28\%$ to maintain peripheral oxygen saturation (SpO_2) between 92% and 96%, and diagnosed with COVID-19 using reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR).

Exclusion criteria comprised: immediate indication of ETI; use of accessory respiratory muscles; respiratory rate (RR) ≥ 35 ipm and arterial partial pressure of carbon dioxide (PaCO_2) ≥ 65 mmHg; arrhythmia or hemodynamic instability with systolic blood pressure (SBP) < 90 mmHg and heart rate (HR) > 140 bpm; moderate to severe heart failure (New York Heart Association $> \text{II}$) and ventricular ejection fraction $< 50\%$; shock from any clinically diagnosed focus; recent abdominal surgery, chest injuries, or spinal instabilities; severe neutropenia (< 500 WBC/mm); altered mental status and agitation (Glasgow Coma Scale < 13); metabolic acidosis ($\text{pH} < 7.3$); chronic renal failure requiring hemodialysis; cardiogenic pulmonary edema; or vomiting or upper gastrointestinal bleeding.

Participants were selected based on clinical indication for oxygen use ($\text{FiO}_2 \geq 28\%$ for SpO_2 92-96%). Sociodemographic data (age, marital status, and level of education) and clinical data (comorbidities, smoking habits, alcohol consumption, dyspnea and supplemental oxygen) were initially collected. Also, vital signs (HR, RR, SpO_2 , SBP, diastolic blood

pressure [DBP], and mean arterial pressure [MAP] were assessed before, during (at the first [1h] and second [2h] hours), and immediately after PP.

HR was obtained by placing six electrodes on the chest of the patient, and RR was recorded by observing the movement of the rib cage for one minute. A pulse oximeter connected to a monitor assessed SpO₂, which was titrated before PP to reach SpO₂ between 92% and 96%. MAP, SBP, and DBP were verified using a pressure cuff.

The lung aeration was assessed using LUS (only evaluator with more than 25 point-of-care exams) before PP and Five minutes after PP. Patients were positioned supine with the trunk inclined (30° to 50°, participants do not tolerate zero decubitus), and lung aeration zones were verified using a portable ultrasound device (Philips HD7 XE) with a convex transducer (2 to 5 MHz). Six zones of lung aeration were analyzed in each hemithorax, tracing imaginary vertical lines on the sternal and anterior and posterior axillary regions. These regions were divided by an imaginary horizontal line into superior and posterior regions of the hemithorax (Figure 1). The LUS identified A- and B-lines and the number of B-lines in each zone¹¹ (Figure 2).

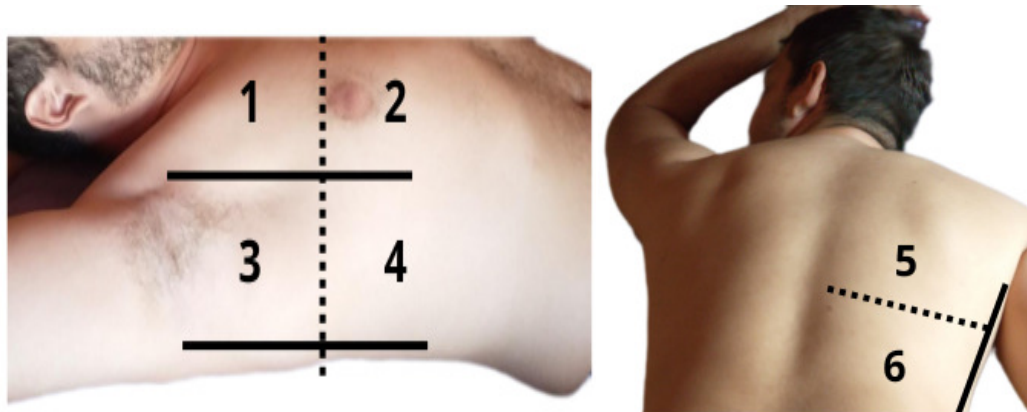


Figure 1 – Six zones of the lung (LUS score). Authors' images, (2023).

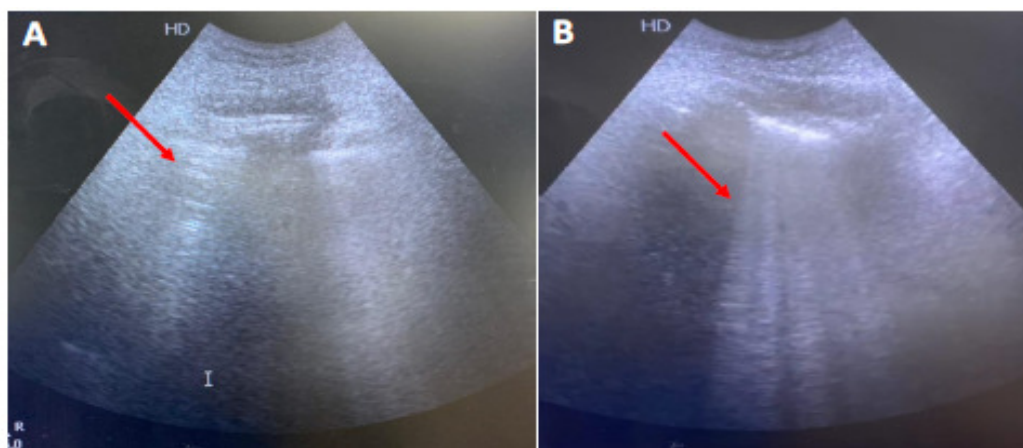


Figure 2 – Lung ultrasound imaging: (A) A-lines in zone 2 and (B) B-lines in zone 5.

Authors' images, (2023).

Areas of lung aeration were represented using the LUS score for each zone, adding a variation from 0 to 36 points; high total values represent a greater loss of lung aeration. The LUS score is classified as normal lung aeration (0 points; maximum of two B-lines) and moderate (1 point; three or more spaced B-lines), severe (2 points; coalescing B-lines), and complete loss of lung aeration (3 points)¹¹ (Figure 3).

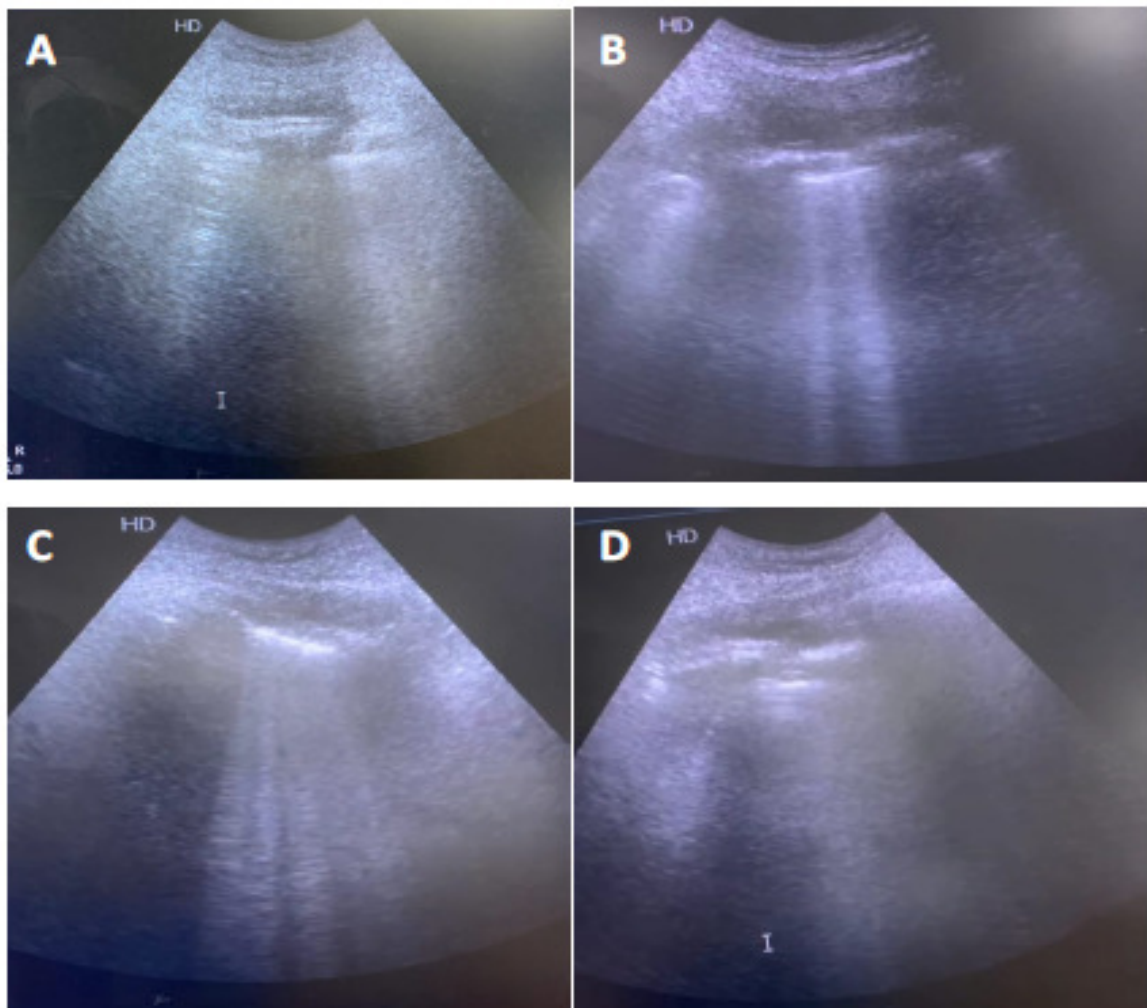


Figure 3 – Classification of LUS score: (A) 0 points; (B) 1 point; (C) 2 points; and (D) 3 points.

Authors' images, (2023).

After assessment of lung aeration, patients were placed in PP with the cephalic region at 30°, and cushions in the thoracic and pelvic regions reduced intra-abdominal pressure and bone compression. They were monitored during the intervention. PP was maintained for two hours, and LUS and vital signs were assessed five minutes after returning to the supine position in patients with clinical stability. Patients who presented in tolerance to PP (i.e.,

RR $\geq$ 35ipm with use of accessory respiratory muscles or SpO₂<90%) were returned to the supine position, received treatments for clinical stability, and were discontinued from the study.

Data were analyzed using SPSS (version 22.0, Chicago, IL, USA). Lung aeration was considered the primary outcome, and vital signs were the secondary outcome. The Shapiro-Wilk and Levene tests verified the data normality and homogeneity (respectively). Mean, standard deviation, and confidence interval described parametric data, while non-parametric data were presented as median and interquartile range. Qualitative data were expressed as frequency. The paired *t*-test or Wilcoxon test compared the period before PP (baseline) with one hour, two hours, and immediately after PP, according to data normality. Statistical significance was set at $p < 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 18 patients diagnosed with COVID-19 were assessed; four did not complete the protocol due to intolerance to PP (Figure 4). Thus, the sample comprised 14 patients with a mean age of 51.22 ± 12.86 years, mostly female (72.2%). Patients reported dyspnea as the main complaint (50.0%) before PP. Also, most patients received supplemental oxygen using masks with reservoirs (61.1%) (Table 1).

In our study, PP had no immediate effect on improving lung aeration. The LUS score was evaluated in the six zones of the lung, but there was no significant ($p > 0.05$) increase in lung aeration after PP (2h of intervention) (Table 2).

Considering that COVID-19 affects the lungs heterogeneously, LUS allows visualization of the lung parenchyma and guides the therapeutic management of patients with PP. In addition, some patients with COVID-19 have severe clinical conditions and important changes in lung aeration^{9,12}. In the present study, the patients presented without ventilatory support and with another stratification of severity compared to patients in other studies that improved lung aeration in PP^{9,12}, which may be one of the factors in the divergence of the results found.

Dependent regions may have increased ventilation relative to nondependent regions. Also, lung compliance decreases along the ventral-dorsal axis, reducing the size of alveolar units in dependent regions¹³. An increase in lung aeration was expected in the region that does not depend on the lung (zones 5 and 6), however, lung aeration did not change after PP in the present study.

Studies suggested a PP period ranging from 1 to 16 hours for without ventilatory support patients with COVID-19¹⁴⁻²¹. In a meta-analysis of randomized clinical trials that also investigated the effects of awake prone position in adult patients with COVID-19, identified that patients whose median PP time was more than 4h (OR 0.77, 95% CI 0.63 to 0.93, $p=0.008$) indicated a significantly reduced intubation rate²¹. The PP in this study lasted 2h, with time being a factor attributed to the lack of improvement in pulpmoar aeration after PP.

HR and RR decreased during PP compared with baseline; however, they showed no statistical difference five minutes after the intervention. SpO₂ increased during PP and returned to baseline values after PP. Although SBP, DBP, and MAP significantly decreased during PP, they slightly increased (with no statistical significance) five minutes after the intervention compared with the baseline (Table 3). Clinical repercussions were observed, such as improved and decreased work of breathing and cardiovascular demand. The improved oxygenation in without ventilatory support patients on PP corroborated previous studies¹⁶⁻²⁰.

This was one of the first studies assessing lung aeration using LUS after PP in patients with COVID-19 without ventilatory support. The LUS score was evaluated in the six zones of the lung, but there was no significant increase in lung aeration after PP. These evidenced data were correlated with the intervention time of two hours. Although HR, RR, SAP, DAP, and MAP decreased and SpO₂ increased during PP, values were not maintained after returning to the supine position.

This study had some limitations, such as not assessing lung aeration during PP. In addition, the sample size was small, intervention time was limited to two hours of PP. Also, patients were in critical clinical conditions during data collection, and most cases progressed to ETI. Intrinsic and extrinsic factors confounding or modifying results included the time of symptoms onset, psychological status of patients, infections, length of stay in ICU, performance of non-invasive ventilation, ETI outcomes, and mortality.

CONCLUSION

The assessment of lung aeration during PP in spontaneously breathing patients with COVID-19 did not show an immediate effect of PP on improving lung aeration. The LUS score was evaluated in the six zones of the lung, but there was no significant increase in lung aeration after PP. These evidenced data were correlated with the intervention time limited to two hours.

The repercussions of PP on vital signs generated a decrease in HR, RR, SBP, DBP and MAP. SpO₂ increased during PP, however, the values were not maintained after returning to

the supine position. The increase in SpO₂ infers that there was an improvement in ventilation, ventilation/perfusion and oxygenation during PP.

REFERENCES

1. Guérin C, Reignier J, Richard J-C, et al. Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *NEJM.org N Engl J Med* 2013; 23: 2159–68.
2. Telias I, Katira BH, Brochard L. Is the Prone Position Helpful during Spontaneous Breathing in Patients with COVID-19? *JAMA - Journal of the American Medical Association* 2020; 323: 2265–2267.
3. Bamford P, Bentley A, Dean J, et al. ICS Guidance for Prone Positioning of the Conscious COVID Patient 2020. *Intensive Care Soc.*
4. Chen N, Zhou M, Dong X, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet* 2020; 395: 507–513.
5. Volpicelli G, Lamorte A, Villén T. What's new in lung ultrasound during the COVID-19 pandemic. *Intensive Care Med* 2020; 46: 1445–1448.
6. Dini FL, Bergamini C, Allegrini A, et al. Bedside wireless lung ultrasound for the evaluation of COVID-19 lung injury in senior nursing home residents. *Monaldi Arch Chest Dis* 2020; 90: 523–527.
7. Mojoli F, Bouhemad B, Mongodi S, et al. Lung ultrasound for critically ill patients. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2019; 199: 701–714.
8. Soldati G, Smargiassi A, Inchingolo R, et al. Proposal for International Standardization of the Use of Lung Ultrasound for Patients With COVID-19: A Simple, Quantitative, Reproducible Method. *J Ultrasound Med* 2020; 39: 1413–1419.
9. Peh WM, Chan SKT, Lee YL, et al. Lung ultrasound in a singapore covid-19 intensive care unit patient and a review of its potential clinical utility in pandemic. *J Ultrason* 2020; 20: e154–e158.
10. Ibarra-Estrada M, Gamero-Rodríguez MJ, García-De-Acilu M, et al. Lung ultrasound response to awake prone positioning predicts the need for intubation in patients with COVID-19 induced acute hypoxemic respiratory failure: an observational study. 26. Epub ahead of print 2022. DOI: 10.1186/s13054-022-04064-3.
11. Mongodi S, Bouhemad B, Orlando A, et al. Modified Lung Ultrasound Score for Assessing and Monitoring Pulmonary Aeration. *Modif Lung Ultrasound Ultraschall Med* 2017; 37: 530–537.

12. Tung-Chen Y. Lung ultrasound in the monitoring of COVID-19 infection. *Clin Med* 2020; 20: e62–e65.
13. Koulouras V, Papathanakos G, Papathanasiou A, et al. Efficacy of prone position in acute respiratory distress syndrome patients: A pathophysiology-based review. *World J Crit Care Med* 2016; 5: 121.
14. Rosén J, von Oelreich E, Fors D, et al. Awake prone positioning in patients with hypoxemic respiratory failure due to COVID-19: the PROFLO multicenter randomized clinical trial. *Crit Care* 2021; 25: 1–10.
15. Johnson SA, Horton DJ, Fuller MJ, et al. Patient-directed prone positioning in awake patients with COVID-19 requiring hospitalization (PAPR). *Ann Am Thorac Soc* 2021; 18: 1423–1426.
16. Kharat A, Dupuis-Lozeron E, Cantero C, et al. Self-proning in COVID-19 patients on low-flow oxygen therapy: a cluster randomised controlled trial. *ERJ Open Res* 2021; 7: 00692–02020.
17. Taylor SP, Bundy H, Smith WM, et al. Awake Prone Positioning Strategy for Nonintubated Hypoxic Patients with COVID-19: A Pilot Trial with Embedded Implementation Evaluation. *Ann Am Thorac Soc* 2021; 18: 1360–1368.
18. Sryma P, Mittal S, Mohan A, et al. Effect of proning in patients with COVID-19 acute hypoxemic respiratory failure receiving noninvasive oxygen therapy. *Lung India* 2021; 38: S6.
19. Gad GS. Awake prone positioning versus non invasive ventilation for COVID-19 patients with acute hypoxemic respiratory failure. *Egypt J Anaesth* 2021; 37: 85–90.
20. Ehrmann S, Li J, Ibarra-Estrada M, et al. Awake prone positioning for COVID-19 acute hypoxaemic respiratory failure: a randomised, controlled, multinational, open-label meta-trial. *Lancet Respir* 2021; 9: 1387–1395.
21. Jayakumar D, Ramachandran, DNB P, Rabindrarajan, DNB E, et al. Standard Care Versus Awake Prone Position in Adult Nonintubated Patients With Acute Hypoxemic Respiratory Failure Secondary to COVID-19 Infection—A Multicenter Feasibility Randomized Controlled Trial. *J Intensive Care Med* 2021; 36: 918.
22. QIN, S. et al. Awake prone position in COVID-19-related acute respiratory failure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Pulm Med.* 2023;23.

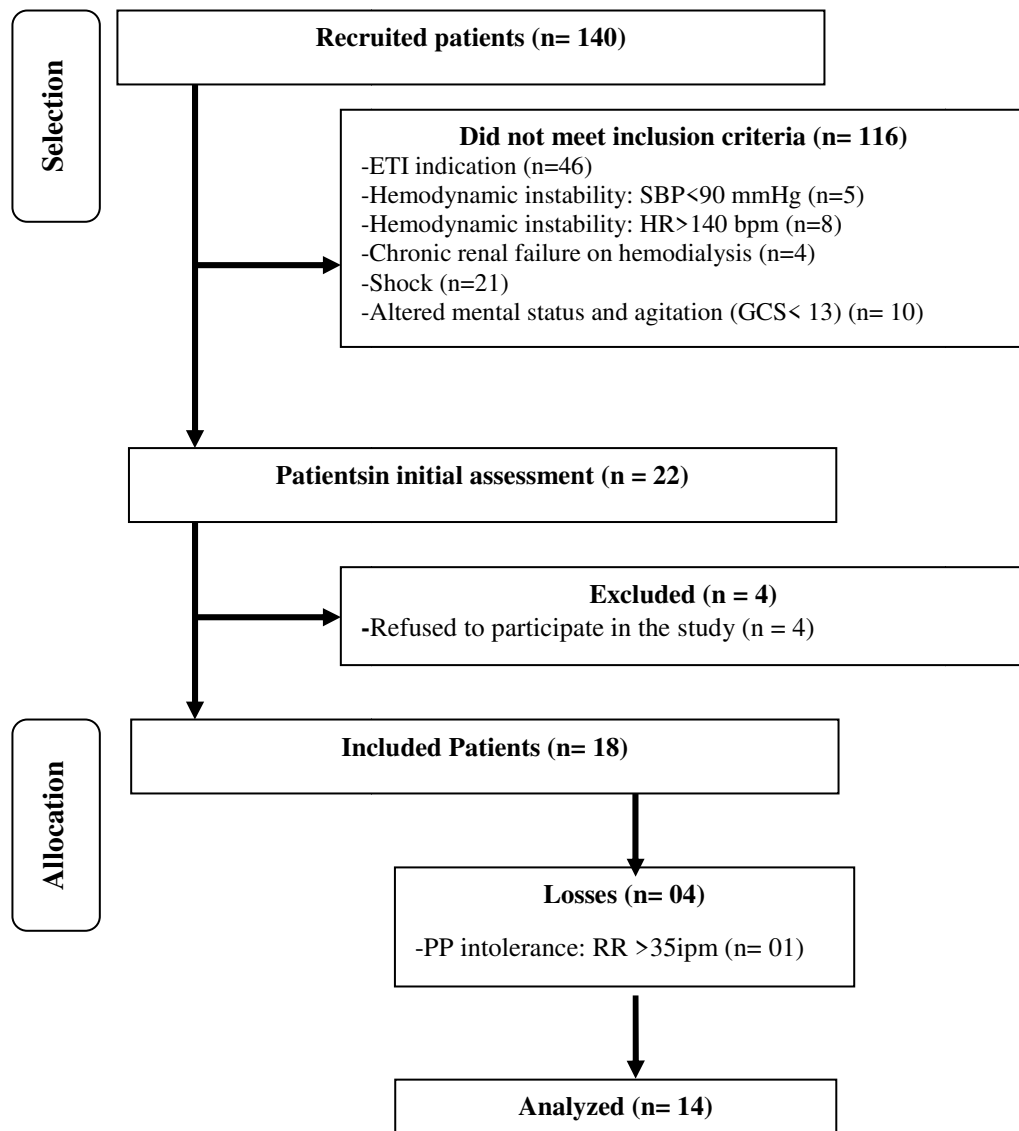


Figure 4—Flowchart of patient selection.

ETI (endotracheal intubation); SBP (systolic blood pressure); HR(heart rate); GCS (Glasgow Coma Scale); PP (prone positioning); RR (respiratory rate); SpO₂(peripheral oxygen saturation).

Table 1 – Sociodemographic and clinical data.

Sex, n(%)	Female	13 (72.2)
BMI, mean±SD	—	28.53±5.76
Main symptoms, n(%)	Dyspnea	9 (50.0)
	Odynophagia	3 (16.7)
	Chest pain	1 (5.6)
	Cough	2 (11.1)
	None	3 (16.7)
Smoking habits, n(%)	Active	1 (5.6)
	Passive	3 (16.7)
	Ex-smoker	5 (27.8)
	None	8 (50.0)
Alcohol consumption, n(%)	Yes	8 (44.4)
	No	10 (55.6)
Medications, n(%)	None	9 (50.0)
	Antihypertensives	5 (27.8)
	Glucose-lowering agents and antihypertensives	2 (11.1)
	Glucose-lowering agents	2 (11.1)
Supplemental oxygen, n(%)	Nasal catheter 4 L/min.	1 (5.6)
	Nasal catheter 5 L/min.	3 (16.7)
	Nasal catheter 6 L/min.	3 (16.7)
	Mask with a reservoir for 15 L/min	11 (61.1)

SD (standard deviation); BMI (body mass index).

Table 2 – Lung aeration before and after prone positioning.

Aeration before PP			Aeration after PP			p-value
	Median	IQR		Median	IQR	
Zone 1	2.00	2.00	Zone 1	2.00	1.00	0.180
Zone 2	2.00	3.00	Zone 2	2.00	2.00	0.317
Zone 3	2.00	3.00	Zone 3	2.00	2.00	0.408
Zone 4	2.00	2.00	Zone 4	2.00	1.00	1.000
Zone 5	2.00	2.00	Zone 5	2.00	1.00	0.414
Zone 6	2.00	1.00	Zone 6	2.00	2.00	0.083

IQR (interquartile range); PP (prone positioning). Wilcoxon test.

Right chest - Zone 1 (upper anterior region); Zone 2 (lower anterior region); Zone 3 (upper axillar region); Zone 4 (lower axillar region); Zone 5 (upper posterior region); Zone 6 (lower posterior region).

Table 3 – Vital signs before, during, and after prone positioning.

	PP	Mean±SD	95 % CI	t	p-value
HR	Before	89.93±4.37	80.50 – 99.36		
	1h	85.29±4.13	76.36 – 94.21	3.942	0.001
	2h	86.29±4.60	76.35 – 96.22	2.174	0.049
	After	87.79±4.40	78.29 – 97.28	1.043	0.316
RR	Before	34.79±2.18	30.07 – 39.50		
	1h	32.21±1.94	28.02 – 36.41	2.575	0.023
	2h	32.00±2.11	27.44 – 36.56	2.896	0.012
	After	33.14±1.82	29.22 – 37.06	1.404	0.184
SpO₂	Before	91.36±1.46	88.21 – 94.51		
	1h	93.93±1.10	91.56 – 96.30	-2.917	0.012
	2h	94.14±1.10	91.77 – 96.56	-2.896	0.012
	After	91.86±1.57	88.47 – 95.25	-0.395	0.669
SBP	Before	135.21±4.57	125.35 – 145.08		
	1h	123.07±3.22	116.11 – 130.03	3.866	0.002
	2h	125.36±4.63	115.35 – 135.36	2.676	0.019
	After	137.14±5.00	126.35 – 147.93	-0.504	0.622
DBP	Before	82.79±3.27	75.72 – 89.85		
	1h	75.29±3.81	67.06 – 83.51	2.992	0.010
	2h	75.43±3.53	67.80 – 83.06	2.468	0.028
	After	84.14±3.92	75.69 – 92.59	-0.705	0.493
MAP	Before	99.93±3.15	93.11 – 106.74		
	1h	91.29±3.22	84.34 – 98.23	3.193	0.007
	2h	94.12±3.89	83.73 – 100.56	2.487	0.027
	After	100.71±4.02	92.04 – 109.39	-0.291	0.776

PP (prone positioning); SD (standard deviation); 95% CI(95% confidence interval); HR (heart rate); RR (respiratory rate); SpO₂ (peripheral oxygen saturation); SBP (systolic blood pressure); DBP (diastolic blood pressure); MAP (mean arterial pressure).

APÊNDICE C – Artigo 1 suplementar da dissertação

POSIÇÃO PRONA EM RESPIRAÇÃO ESPONTÂNEA: AERAÇÃO PULMONAR, ESPESSURA E MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA DE ADULTOS COM COVID-19 OBESOS E COM SOBREPESO

PRONE POSITIONING OF WITHOUT VENTILATORY SUPPORT: LUNG AERATION, THICKNESS AND DIAPHRAGMATIC MOBILITY OF OBESE AND OVERWEIGHT ADULTS WITH COVID-19

RESUMO

Objetivo: Avaliar a aeração pulmonar, mobilidade e espessura diafragmática, em adultos obesos e com sobrepeso com COVID-19, durante a posição prona (PP) em respiração espontânea. Métodos: Estudo observacional descritivo, do tipo série de casos, baseado na análise ultrassonográfica (USG) pulmonar da aeração, mobilidade e espessura diafragmática, antes e após protocolo de PP. Resultados: Foram analisados os dados de 9 participantes (6 obesos e 3 com sobrepeso) com idade de $49,44 \pm 13,56$ anos. Na USG a aeração pulmonar aumentou em 55.56% [escore LUS com variação média de 2.88 pontos] dos participantes. Em 33.33% a aeração pulmonar não foi alterada pela PP e em 11.11% houve redução da aeração. O espessamento diafragmático de 88.89% dos participantes era inferior a 30% [fração de espessamento $19.86 \pm 16.44\%$]. Já mobilidade do diafragma reduziu em 66.67%, permaneceu inalterada em 22.22% e aumentou somente em 11.11% após a PP. Foi observado aumento da saturação de oxigênio [antes PP $90.67 \pm 5.89\%$; após PP $91.56 \pm 5.41\%$] e diminuição da frequência respiratória [antes 37.67 ± 6.71 ipm; após PP 35.56 ± 5.50 ipm]. Conclusão: Antes da PP os voluntários apresentavam redução da fração de espessamento do diafragma. Após a PP a aeração pulmonar da amostra aumentou, entretanto, a mobilidade reduziu. Desta forma, foi evidenciada que a PP em respiração espontânea, de adultos obesos e com sobrepesos com COVID-19, aumentou a aeração pulmonar, imediatamente, após o protocolo, mas não influenciou na mobilidade diafragmática.

PALAVRAS-CHAVES: Ultrassonografia, Decúbito ventral, COVID-19, Sobrepeso, Obesidade.

ABSTRACT

Objective: To evaluate lung aeration, mobility and diaphragmatic thickness, in obese and overweight adults with COVID-19, during the prone position (PP) of without ventilatory support. Methods: Descriptive observational case series study, based on ultrasonographic analysis (USG) of lung aeration, mobility and diaphragmatic thickness, before and after the PP protocol. Results: Data from 9 participants (6 obese and 3 overweight) aged 49.44 ± 13.56 years were analyzed. At USG, lung aeration increased in 55.56% [LUS score with mean variation of 2.88 points] of the participants. In 33.33%, lung aeration was not altered by PP and in 11.11% there was a reduction in aeration. The diaphragmatic thickening of 88.89% of the participants was less than 30% [thickening fraction $19.86 \pm 16.44\%$]. Diaphragm mobility was reduced by 66.67%, remained unchanged by 22.22% and only increased by 11.11% after PP. An increase in oxygen saturation was observed [before PP $90.67 \pm 5.89\%$; after PP $91.56 \pm 5.41\%$] and decrease in respiratory rate [before 37.67 ± 6.71 ipm; after PP 35.56 ± 5.50 ipm]. Conclusion: Before PP, the volunteers had reduced thickening fraction. After PP, the pulmonary aeration of the sample increased, however, the mobility reduced. Thus, it was evidenced that PP in spontaneous breathing, of obese and overweight adults with

COVID-19, increased lung aeration immediately after the protocol, but did not influence diaphragmatic mobility.

KEYWORDS: Ultrasonography, Prone position, COVID-19, Overweight, Obesity.

1. INTRODUÇÃO

A doença por coronavírus 2019 (COVID-19) apresenta-se com cerca de 80% dos infectados assintomáticos, 20% sintomáticos com dificuldades respiratórias e 5% que podem evoluir com insuficiência respiratória (SILVA, C.C. et al., 2021). Durante a fase aguda da doença há edema, liberação alveolar de células epiteliais e deposição hialina nas membranas alveolares, resultando em sinais de fibrose (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

As comorbidades como hipertensão, diabetes e obesidade, são fatores de risco para a COVID-19 (MARTELLETO et al., 2021). Os indivíduos obesos apresentam alterações na região tóraco-abdominal em detrimento das alterações da função respiratória, hipertonia da musculatura abdominal, obesidade visceral abdominal, estado pró-inflamatório, disfunções vasculares, aumento da pressão abdominal, limitação da mobilidade do gradil costal, limitação do diafragma, redução dos volumes e das capacidades pulmonares (MELO, SILVA, CALLES, 2014). Por consequência, a obesidade e o sobrepeso, são agravantes para o aumento da taxa de internamento hospitalar em pacientes com COVID-19 (SILVA, G.M. et al., 2021)

No Brasil o sobrepeso ($IMC > 25 \text{ Kg/m}^2$) e a obesidade ($IMC > 30 \text{ Kg/m}^2$) atingem, aproximadamente, 96 milhões de pessoas (MARTELLETO et al., 2021). O aumento do índice de massa corpórea (IMC) se correlaciona com a forma grave da COVID-19 (GAO et al., 2020) e a obesidade classe II ($IMC \text{ } 35\text{--}39,9 \text{ kg/m}^2$) e classe III ($IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$) apresentam maiores riscos de complicações pulmonares (BRANDÃO et al., 2020).

A COVID-19 associada a obesidade e sobrepeso ocasiona disfunção do tecido endotelial e alta liberação da cascata de citocinas, que ocasionam disfunção gradativa de múltiplos (MARTELLETO et al., 2021). Desta maneira há aumento da necessidade de oxigenoterapia, cuidados intensivos, ventilação mecânica invasiva (VMI) e posição prona (PP) nesses pacientes, além do aumento das taxas de mortalidade (SILVA, G.M. et al., 2021).

A realização da PP objetiva melhorar os níveis de oxigenação (isto é, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) e reduzir a necessidade de VMI. Ao posicionar o paciente em decúbito ventral há diminuição dos efeitos de compressão que favorecem a atelectasia, diminuição da pressão pleural e das pressões transpulmonares, resultando em recrutamento dos alvéolos pulmonares, além da melhora da ventilação/perfusão alveolar (relação V/Q) e saturação de oxigenação arterial (SaO_2) (ARAÚJO et al., 2021; BAMFORD et al. 2020).

Para avaliar os pacientes críticos com COVID-19 a ultrassonografia (USG) pulmonar é utilizada para quantificar a gravidade do comprometimento pulmonar, monitorar os efeitos dinâmicos da VMI e aeração pulmonar (ALENCAR et al., 2021). Além do uso da USG pulmonar em pacientes graves ser de baixo custo e reduzir a necessidade de transporte para exames de imagens (McELYEA; DO; KILLU, 2020; ZHANG et al., 2021; PEIXOTO et al., 2021).

Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a aeração pulmonar, mobilidade e espessura diafragmática, em adultos obesos e com sobrepeso com COVID-19, durante a PP em respiração espontânea.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma série de casos, do tipo observacional descritivo, baseado na análise dos dados dos pacientes submetidos à avaliação USG pulmonar, antes e após um protocolo de PP. A pesquisa foi realizada no período de outubro de 2021 a março de 2022 nas unidades de terapia intensiva (UTI) do hospital Otávio de Freitas e hospital provisório Recife I, em Recife, Pernambuco, Brasil.

Foram incluídos adultos com idade ≥ 18 anos, ambos os sexos, com $IMC \geq 25 \text{ Kg/m}^2$, diagnóstico de infecção por SARS-CoV-2, comprovado por RT-PCR (*swab* nasal) e que estavam em respiração espontânea (isto é, ar ambiente ou com suporte de oxigênio, com a fração inspirada de gás oxigênio ($FiO_2 \geq 28\%$)). Foram excluídos indivíduos com frequência respiratória (FR) ≥ 35 ipm, pressão arterial de dióxido de carbono ($PaCO_2 \geq 65 \text{ mmHg}$), uso de musculatura acessória da respiração, pressão arterial sistólica (PAS) $< 90 \text{ mmHg}$, agitação (RASS $> +2$) ou alteração do estado mental (escala *glasgow* ≤ 13), necessidade de intubação imediata, lesão torácica/coluna e cirurgia torácica/abdominal recente.

Após a seleção dos participantes foi realizada a coleta de dados através da ficha de avaliação (dados gerais, doença atual e pregressa e hábitos de vida). Foram aferidos os sinais vitais: FR, frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio (SpO_2), PAS, pressão arterial diastólica (PAD) e pressão arterial média (PAM) antes, durante e após a PP. A aeração pulmonar, espessura e mobilidade do diafragma foram avaliadas antes e após a PP através do ultrassom portátil *Philips HD7 XE* (*Philips medical systems Ltda*).

2.1 Protocolo de PP

Após a avaliação inicial, o paciente foi orientado e posicionado em decúbito ventral, com coxins (almofadas) para apoio na região torácica e abdominal, durante duas horas

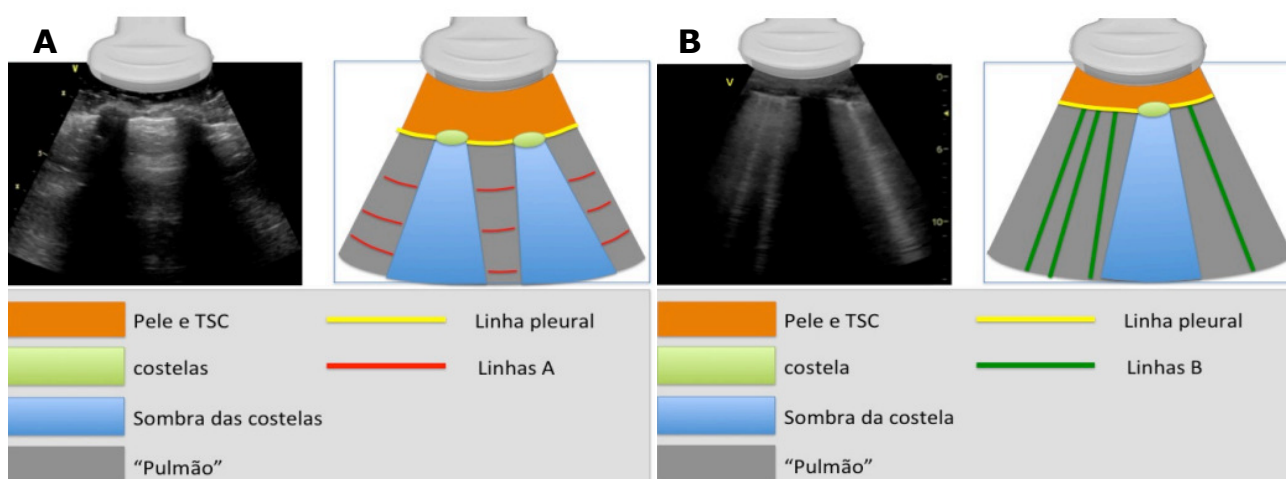
ininterruptas. A oxigenoterapia foi mantida para obter SpO_2 de 92%-96%. Durante a PP foram avaliadas a FR, FC, SpO_2 , PAS, PAD e PAM com uma hora de PP e com 2h de PP. Após a finalização do tempo o paciente foi reposicionado em decúbito dorsal.

Para a manutenção da PP foram avaliados os sinais de intolerância ao posicionamento: uso de musculatura acessória da respiração com $FR \geq 35$ ipm e $SpO_2 \leq 90\%$; relato de dispneia ou desconforto ao posicionamento; arritmia ou instabilidade hemodinâmica com $PAS \leq 90$ mmHg e $FC > 140$ bpm. Os pacientes que apresentassem esses sinais/sintomas eram descontinuados do protocolo e retornados à posição supina.

2.2 Aeração pulmonar

Para avaliação da aeração pulmonar foi utilizado o transdutor convexo de baixa frequência (2 a 5 MHz). Foram avaliadas seis zonas pulmonares, em cada hemitórax, com o paciente na posição supina. As divisões das zonas foram feitas a partir de linhas verticais na região esternal, axilar anterior e axilar posterior que corresponderam a identificação das regiões anterior, lateral e posterior do hemitórax. Além de linhas horizontais para divisão das regiões em superior e inferior. Para cada zona, foi registrada a presença de linhas A (figura 1^a) e Linhas B (figura 1B).

Figura 1 – Ultrassonografia pulmonar representando linhas A e B.



TSC: tecido subcutâneo. **A)** Linha A: linhas horizontais; **B)** Linhas B: linhas verticais.

Fonte: GIRALDI et al., (2020).

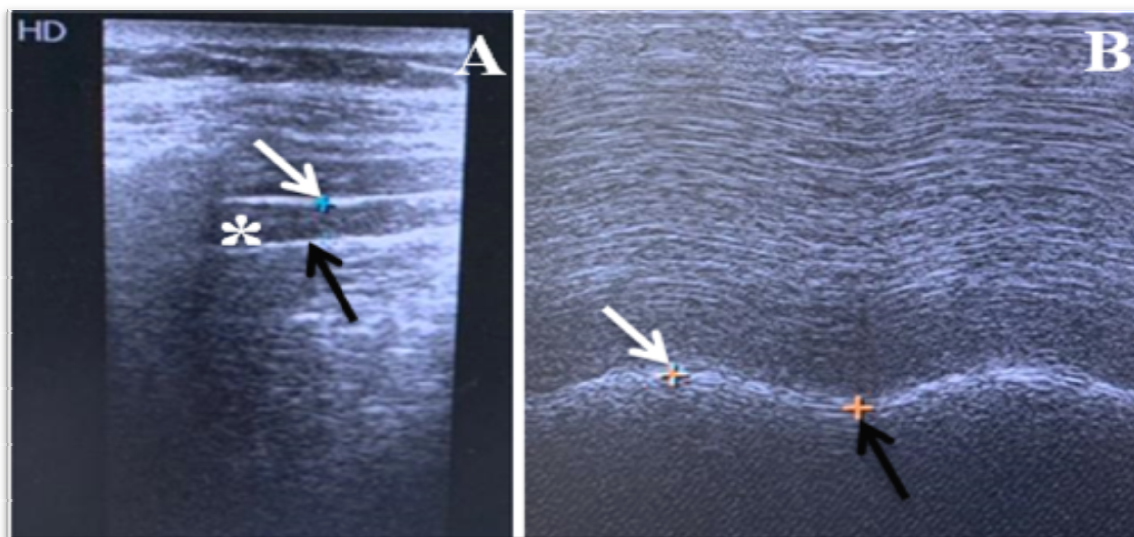
O escore de ultrassonografia pulmonar (LUS) foi analisado através da quantidade de linhas B em cada zona: a) Escore 0 = normal (máximo de 2 linhas B); b) Escore 1 = perda moderada de aeração (≥ 3 linhas B); c) Escore 2 = perda severa de aeração (linhas B coalescentes); d) Escore 3 = perda completa da aeração (padrão semelhante ao tecido). A

soma do escore varia de 0 a 36 pontos e quanto maior o valor, maior a gravidade da perda de aeração pulmonar (MONGODI et al., 2017).

2.3 Espessura do músculo diafragma

A espessura do diafragma foi avaliada em posição supina antes da PP, utilizando o transdutor linear (3 a 12 MHz), em modo B de alta resolução e baixa penetração. O transdutor foi posicionado na zona de aposição do diafragma, próximo ao seio costofrênico, entre a linha axilar anterior direita e a linha axilar média direita. Para a identificação da espessura do diafragma foram realizadas mensurações linha hiperecótica mais superficial (linha pleural) até a linha hiperecótica mais profunda (linha peritoneal), medida em capacidade residual funcional (CRF) (figura 2A). Foram realizadas três medições da CRF, sendo registrado o maior valor de duas medidas com variação <10% de diferença (SANTANA et al., 2021).

Figura 2 – avaliação ultrassonográfica da espessura e mobilidade diagramática.



A) Espessura diafragmática: Em asterisco observa-se o músculo diafragma; a seta branca indica a pleura parietal; a seta preta indica a pleura visceral. **B)** Mobilidade diafragmática: a seta branca indica o ponto máximo da contração diafragmática; a seta preta indica o repouso. Fonte: dados dos autores, (2023).

2.4 Mobilidade do músculo diafragma

A mobilidade do diafragma foi avaliada antes e após a PP, o paciente foi posicionado inclinado à esquerda, sendo utilizado o transdutor convexo (2 a 5 MHz), na qual foi ajustado para o modo M, sendo o transdutor posicionado na região subcostal anterior, angulado medial e anteriormente, de modo que o feixe de ultrassom alcance o terço posterior do

hemidiafragma direito (figura 2B). Foi solicitado ao participante que realizasse ciclos de respiração tranquila, sendo registrado o maior valor de duas medidas de variação com menos de 10% de diferença (SANTANA et al., 2021).

2.5 Análise dos dados e preceitos éticos

Os dados coletados foram tabulados e analisados através do *software* SPSS versão 20.0. Representados através de estatística descritiva: porcentagem, média e desvio padrão da média. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), sob parecer CAAE 48155221.8.0000.5208.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período do estudo, preencheram os critérios de inclusão nove participantes, oito homens e uma mulher, com média de idade de $49,44 \pm 13,56$ anos. Dos participantes seis foram classificados com obesidade e três com sobrepeso. Nenhum dos participantes eram tabagistas ativos, mas 2 (22,2%) eram ex-tabagistas. Os principais sintomas relatados pelos participantes foram: cefaléia 9 (100%), febre 9 (100%), diarreia 6 (66.66%), fadiga 5 (55.55%), dispneia 5 (55.55%), tosse 4 (44.44%) (tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização da amostra

Idade média$\pm$dp		49,44 $\pm$ 13,56
Masculino n(%)		8 (88.89)
IMC (kg/m²)		31.57 $\pm$ 4.40
Comorbidades n(%)	Asma	1 (11.11)
	HAS	3 (33.33)
	DM	3 (33.33)
	Cateter de O ₂	5.33 $\pm$ 0.58
Oxigenoterapia (L/min) média$\pm$dp		Máscara não reinalante 13.67 $\pm$ 2.16

média $\pm$ dp: média $\pm$ desvio padrão da média; IMC: índice de massa corpórea; HAS: hipertensão arterial sistêmica; DM: diabetes mellitus; L/min: litros por minuto; O₂: oxigênio.

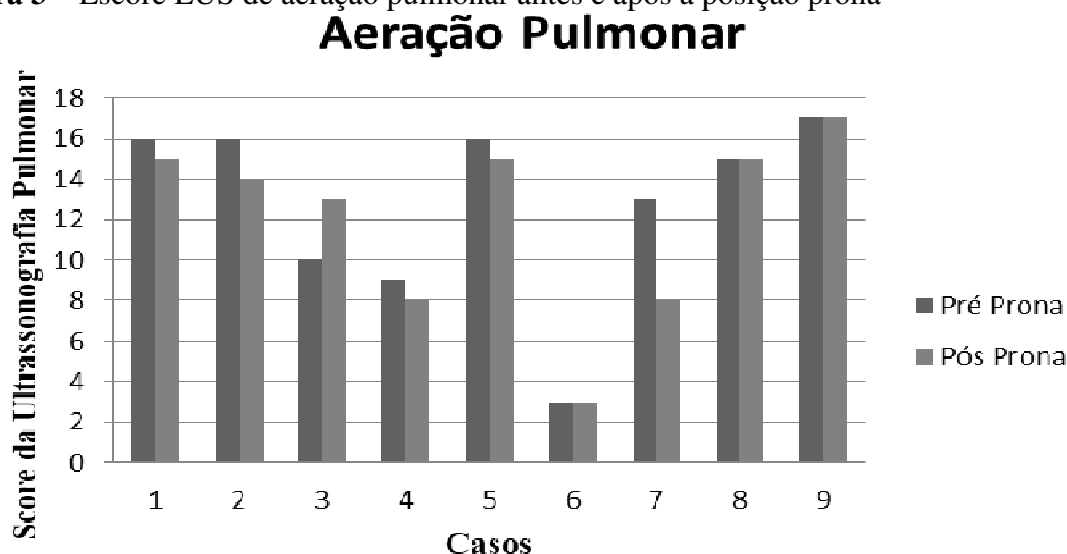
Fonte: dados dos autores, (2023).

Nakeshbandi et al. (2020) corroboram com este ao evidenciar que o gênero masculino correspondeu a 52.00% da amostra, além disso os autores inferem que há piores desfechos da COVID-19 em homens obesos quando comparados ao sexo feminino. Segundo Tsao et al. (2019), essa diferença pode ser explicada por variações fisiológicas e anatômicas, pois os

homens tendem a apresentar maior quantidade de gordura visceral que provoca estado pró inflamatório com concomitante elevação dos níveis de proteína C reativa (PCR).

Na USG a aeração pulmonar aumentou em 55.56% [escore LUS antes de PP 14.00 ± 3.09 e após PP 12.00 ± 6.67 pontos] nos participantes com obesidade. Em 33.33% [escore LUS antes e após PP 11.67 ± 7.57 pontos] a aeração pulmonar não foi alterada pela PP e em 11.11% [escore LUS de 10 pontos antes da PP para 13 pontos após PP] houve redução da aeração (figura 3).

Figura 3 – Escore LUS de aeração pulmonar antes e após a posição prona



Fonte: dados dos autores, (2023).

De acordo com Zhang et al. (2021) e Meirelles (2020), pode-se observar através da USG, nos pacientes com COVID-19, o apagamento das linhas A, pela presença das linhas B, que é causada pelo ar alveolar ligeiramente diminuído e fluidos intersticiais aumentados, consolidações pulmonares, espessamento da linha pleural e derrame pleural.

Em nosso estudo, antes da PP, os pacientes apresentaram escore LUS total de 12.78 ± 4.63 pontos antes da PP e 12.00 ± 4.61 depois da PP. Entretanto, ao avaliar os dados do escore LUS isoladamente percebeu-se 55.56% dos voluntários apresentaram aumento da aeração pulmonar. Buda et al. (2020) observou em seu estudo, a presença de consolidações subpleurais, irregularidade pleural e pulmão hiperecótico, que repercutiram com pouco efeito da PP na aeração pulmonar. Todavia, Protti et al. (2022) evidenciaram diminuição do colapso alveolar e melhora da distribuição da aeração após a PP, assim como o evidenciado em mais de 50% da nossa amostra.

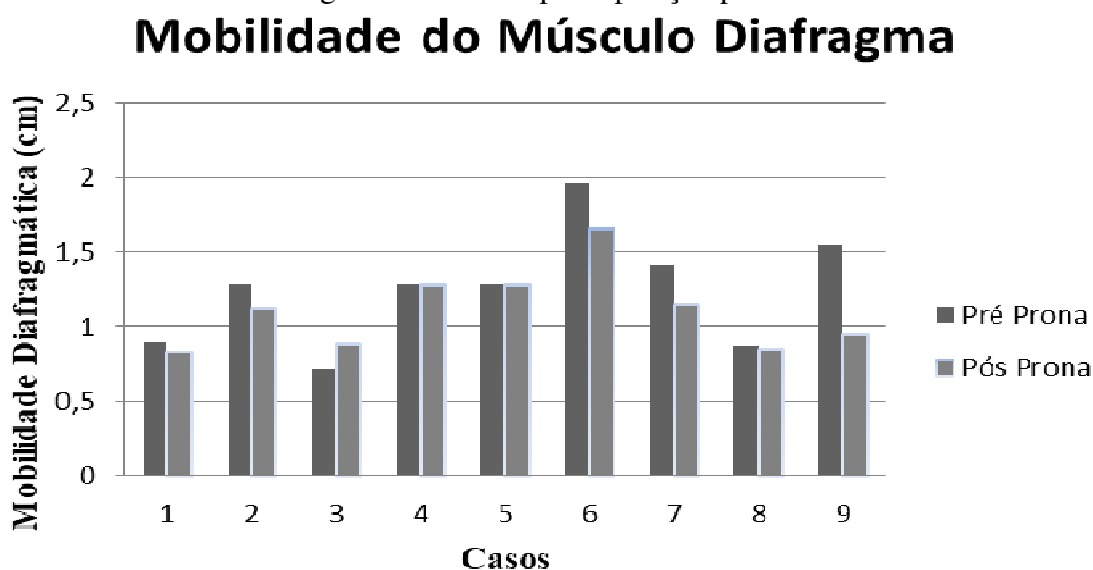
No estudo conduzido por Cardenas et al. (2018) definiram que os parâmetros de normalidade para espessura do músculo diafragma na inspiração (Tdi-insp) era de

5.60±0.90mm para os homens e 4.81±0.95mm para as mulheres, já na espessura do músculo diafragma na expiração (Tdi-exp) de 1.90±0.30mm para os homens e para mulheres o estudo de Carrillo-Esper et al. (2016) parametrizou 1.40±0.30mm.

Em nossa amostra, na Tdi-insp, 5 dos homens apresentaram valores menores 0.47cm (4.70mm) e a mulher valor menor que 0.38cm (3.80mm). Já na Tdi-exp, 5 homens apresentaram valores maiores que 1.90mm (2.00mm) e a mulher valor maior que 1.40mm (1.70mm). A espessura Tdi-insp total da amostra foi de 0.39±0.17cm e Tdi-exp 0.32±0.14cm. A fração de espessamento (FE) média da nossa amostra foi de 19.86±16.44%, sendo menor do que a avaliada no estudo Zeitoune et al. (2017) que foi 31%.

Boussuges, Gole, Blanc (2009) definiram os parâmetros de 1.8cm (homens) e 1.6cm (mulheres), com desvio padrão de ±0.3cm, de excursão em respiração tranquila como referência à mobilidade diafragmática normal. Neste estudo, 7 (87.50%) dos homens mobilidade diafragmática inferior a 1.5cm. Após PP 12.50% dos homens aumentaram 0.18cm da mobilidade, já 75.00% apresentaram diminuição da mobilidade, enquanto 25.00% permaneceram sem alterações. A paciente do sexo feminino também apresentou redução da mobilidade do diafragma após a PP. Desta forma, ao avaliarmos todas as variáveis relacionadas ao músculo diafragma após a PP, observamos diminuição da mobilidade em 66.67% (figura 4).

Figura 4 – Mobilidade diafragmática antes e após a posição prona



Fonte: dados dos autores, (2023).

Foi observado houve aumento na SpO₂ (antes PP 90.67±5.89%; após PP 91.56±5.41%), redução da FR (antes PP 37.67±6.71ipm; após PP 35.56±5.50) e FC (antes PP

92±13.36bpm; após PP 89.00±14.04bpm) (tabela 2). Corroborando com nosso estudo Jha et al. (2021) observaram que os participantes apresentaram aumento média de 1.60% na SpO₂ após a PP.

Tabela 2 – Sinais vitais antes, durante e após a posição prona.

	Antes PP	1h PP	2h PP	Após PP
FC	92±13.36	87.56±11.16	88.33±12.42	89.00±14.04
FR	37.67±6.71	35.11±5.97	35.44±7.21	35.56±5.50
SpO₂	90.67±5.89	93.00±4.72	93.22±4.58	91.56±5.41
PAS	139.78±15.84	122.67±10.38	130.11±14.97	138.67±12.72
PAD	86.44±7.33	75.89±9.80	77.56±11.81	86.89±11.61
PAM	103.44±8.02	90.89±7.81	94.22±14.70	102.33±11.98

PP: posição prona; FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; SpO₂: saturação periférica de gás oxigênio; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média.

Fonte: dados dos autores, (2023).

Como limitações para este estudo têm-se a escassez de materiais como coxins nas UTI, em detrimento da alta demanda de pacientes internados; a avaliação da aeração pulmonar foi realizada apenas no hemitórax direito; não foi realizada a avaliação da aeração pulmonar durante a PP; e o tempo de protocolo de PP foi limitado a duas horas.

4. CONCLUSÃO

Diante do exposto, evidencia-se que antes da PP os voluntários apresentavam redução da fração de espessamento do diafragma. A PP provoca respostas positivas na aeração pulmonar, através dos efeitos fisiológicos promovidos, na qual, através da avaliação USG, podemos notar diferenças mínimas nos tecidos e correlacionar com a melhora dos pacientes, ao analisarmos os sinais vitais. Entretanto, não houve melhora da mobilidade diafragmática.

Desta forma, foi evidenciada que a PP em respiração espontânea, de adultos obesos e com sobrepesos com COVID-19, aumentou a aeração pulmonar, imediatamente, após o protocolo, mas não influenciou na mobilidade diafragmática. Por fim, é necessário que haja estudos que avaliem a função diafragmática e pulmonar de indivíduos obesos ou com sobrepeso (ou ambos), para melhor parametrização do grupo.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, J.C.G. et al. Lung ultrasound score predicts outcomes in COVID-19 patients admitted to the emergency department. **Ann Intensive Care**, v.11, n.6, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7797883/>.

ARAÚJO, M.S. et al. Prone positioning as an emerging tool in the care provided to patients infected with COVID-19: a scoping review. **Rev. Latino-Am. Enfermagem**, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33439949/>.

BAMFORD, P. et al. ICS Guidance for Prone Positioning of the Conscious COVID Patient 2020. **Intensive Care Society**. 2020. Disponível em: <https://emcrit.org/wp-content/uploads/2020/04/2020-04-12-Guidance-for-conscious-proning.pdf>.

BOUSSUGES, A.; GOLE, Y.; BLANC, P. Diaphragmatic motion studied by m-mode ultrasonography: methods, reproducibility, and normal values. **Chest**, v.135, n.2, p. 391-400, 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19017880/>.

BRANDÃO, S.C.S. et al. **Obesidade e risco de Covid-19:grave**. [e-book na Internet]. 1. ed., Recife: Simone Brandão, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/37572/1/Obesidade%20e%20risco%20de%20Covid%2019%20grave.pdf>.

BUDA, N. et al. Lung ultrasound in the diagnosis of COVID-19 infection - A case series and review of the literature. **Adv Med Sci**, v.65 n2, p. 378-85, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32659729/>.

CARDENAS, L.Z. et al. Diaphragmatic Ultrasound Correlates with Inspiratory Muscle Strength and Pulmonary Function in Healthy Subjects. **Ultrasound in Med Biol**, v.44, n4, p. 786-93, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030156291732464X>.

CARRILLO-ESPER, R. et al. Standardization of Sonographic Diaphragm Thickness Evaluations on Healthy Volunteers. **Respir Care**, v.61, n.7, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27072012/>.

GAO, F. et al. Obesity Is a Risk Factor for Greater COVID-19 Severity. **Diabetes Care**, v.43, n.7, 2020. Disponível em: <https://diabetesjournals.org/care/article/43/7/e72/35546/Obesity-Is-a-Risk-Factor-for-Greater-COVID-19>.

GIRALDI, T. et al. Protocolo de uso de Ultrassonografia Point of Care (POCUS) no atendimento inicial do COVID-19. **ABRAMEDE/AMB**. 2020. Disponível em: <http://mobissom.com.br/ultrassom-pulmonar-pocus.pdf>.

JHA A. et al. Physiological effects and subjective tolerability of prone positioning in COVID-19 and healthy hypoxic challenge. **European Respiratory Society**, v.8, n1, 2021. Disponível em: <https://openres.ersjournals.com/content/8/1/00524-2021>.

LAMBERGHINI, F.; TESTAI, F.D. COVID-2019 fundamentals. **J Am Dent Assoc**, v.152, n.5, p. 354-63, 2021. Disponível em: [https://jada.ada.org/article/S0002-8177\(21\)00073-8/fulltext](https://jada.ada.org/article/S0002-8177(21)00073-8/fulltext).

MARTELLETO, G.K.S. et al. Principais fatores de risco apresentados por pacientes obesos acometidos de COVID-19: uma breve revisão. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.2, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/24351/19453>.

McELYEA, C.; DO, C.; KILLU, K. Lung ultrasound artifacts in COVID-19 patients. **Journal of Ultrasound**, v.25, n.2, p. 333-38, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7446742/>.

MEIRELLES, G.S.P. COVID-19: a brief update for radiologists. **Radiol Bras**, v.53, n.5, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/GSQ9JF3VktQm73yQZv6CcHc/>.

MELO, L.C.; SILVA, M.A.M.; CALLES, A.C.N. Obesidade e função pulmonar: uma revisão sistemática. **Einstein**, v.12, n.1, p.120-25. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eins/a/sJQRtzfsqrKr7kS45t8mx5Q/?lang=pt>.

Ministério da Saúde. **Alerta Epidemiológico: Complicações e Sequelas da COVID-19**. Brasília: OPAS; 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/alertas-e-atualizacoes-epidemiologicas>.

MONGODI, S. et al. Modified Lung Ultrasound Score for Assessing and Monitoring Pulmonary Aeration. **Ultraschall Med**, v.38, n.5, p. 530-37, 2017. Disponível em: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0042-120260>.

NAKESHBANDI, M. et al. The impact of obesity on COVID-19 complications: a retrospective cohort study. **Int J Obes (Lond)**, v.44, n.9, p. 1832-37, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32712623/>.

PEIXOTO, A.O. et al. Applicability of lung ultrasound in COVID-19 diagnosis and evaluation of the disease progression: A systematic review. **Pulmonology**, v.27, n.6, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33931378/>.

PROTTI, A. et al. Lung response to prone positioning in mechanically-ventilated patients with COVID-19. **Crit Care**, v. 26, n. 1, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35526009/>.

SANTANA, P.V. et al. Identificação da diminuição da mobilidade diafragmática e do espessamento diafragmático na doença pulmonar intersticial: utilidade da ultrassonografia. **J. bras. Pneumol**, v.42, n.2, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/BfvK4Qf5KXWV4BMW44jCg4C/?lang=pt&format=pdf>.

SILVA, C.C. et al. Covid-19: Aspectos da origem, fisiopatologia, imunologia e tratamento - uma revisão narrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v.13, n.3, Disponível em: <https://doi.org/10.25248/reas.e6542.2021>.

SILVA, G.M. et al. Obesidade como fator agravante da COVID-19 em adultos hospitalizados: revisão integrativa. **Acta Paul Enferm**, 2021 [citado em 2021 Mai 08]; 34 . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/appe/a/Tc9Yp8h8BZPbJnzhdFsxDKD/>.

TSAO, Y-C. et al. Gender- and Age-Specific Associations between Visceral Obesity and Renal Function Impairment. **Obes Facts**, v.12, n.1, p. 67-77, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6465737/>.

ZEITOUNE, R. et al. Avaliação da disfunção diafragmática pela ultrassonografia. **Radiol Bras**, v.50, n.6, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/N5kZvkkFXMBCxFMQbmVkmRF/?lang=pt>.

ZHANG Y. et al. Lung Ultrasound Findings in Patients With Coronavirus Disease (COVID-19). **Am J Roentgenol**, v.216, n.1, 2021. Disponível em: <https://www.ajronline.org/doi/10.2214/AJR.20.23513>.

APÊNDICE D – Artigo 2 suplementar da dissertação**AERAÇÃO PULMONAR E POSIÇÃO PRONA EM ADULTOS COM COVID-19:
REVISÃO DE ESCOPO****LUNG AERATION AND PRONE POSITIONING IN ADULTS WITH COVID-19:
SCOPING REVIEW****Resumo**

Esta revisão de escopo tem como objetivo descrever as repercussões da posição prona na aeração pulmonar de adultos com COVID-19 ventilados mecanicamente. Duas avaliadoras independentes realizaram a pesquisa nas bases de dados LILACS, PubMed, MEDLINE e SciELO. Incluímos estudos com avaliação das repercussões da posição prona na aeração e oxigenação pulmonar – $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$. Além da identificação das implicações nos dias de ventilação mecânica invasiva e mortalidade. Foram identificados 150 artigos e seis compuseram a amostra. Um total de 70 pacientes foram avaliados por meio de ultrassonografia pulmonar, tomografia de impedância elétrica e tomografia computadorizada de tórax, antes, durante e/ou após o posicionamento prona. Mesmo diante da heterogeneidade da amostra e protocolos utilizados a aeração pulmonar aumentou em algumas regiões pulmonares após a posição prona.

Palavras-chave: Infecções por coronavírus. Decúbito ventral. Respiração artificial. Aeração.

Abstract

This review aims to describe the repercussions of prone positioning on lung aeration of adults with COVID-19 under invasive mechanical ventilation. Two independent reviewers selected studies in databases LILACS, PubMed, MEDLINE e SciELO. We included studies assessing the repercussions of prone positioning in lung aeration and oxygenation – PaO_2 and $\text{FiO}_2/\text{ratio}$. In addition to identifying the implications of studies on days of invasive mechanical ventilation and mortality. 150 articles were identified and six made up the sample. A total of 70 patients were evaluated using lung ultrasound, electrical impedance tomography and chest computed tomography before, during and/or after prone position. Despite the

heterogeneity of the sample and the protocols used, lung aeration increased in some lung regions after the prone positioning.

Key words: COVID-19 infection. Prone Position. Mechanical Ventilation. Artificial respiration. Lung Aeration.

Introdução

A pandemia da COVID-19 foi desafiadora à prática clínica, em detrimento da superlotação hospitalar, escassez de materiais/equipamentos e falta de conhecimento quanto ao manejo terapêutico. Os profissionais de saúde precisaram utilizar todos os recursos disponíveis para minimizar os efeitos nocivos da doença (BAMFORD et al., 2020; DAMARLA et al., 2020; TUNG-CHEN, 2020).

A apresentação clínica da COVID-19 é heterogênea, mas o sistema pulmonar sofre graves acometimentos (HUANG et al., 2020) que, em pacientes críticos, evolui para a síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) (CHEN et al., 2020a; WANG et al., 2020; WU; MCGOOGAN, 2020). Com a progressão da doença, o edema pulmonar altera a relação ventilação/perfusão (V/Q), ocasiona *shunt*, alteração da aeração e oxigenação pulmonar (TELIAS; KATIRA; BROCHARD, 2020; ZIEHR et al., 2020).

Dependendo da gravidade dos sintomas, diferentes abordagens clínicas são adotadas para pacientes hospitalizados com COVID-19 (BRUCE et al., 2020). O manejo terapêutico envolve administração de diferentes classes medicamentosas (CHEN et al., 2020b), oxigenoterapia em casos de hipoxemia (CALLIGARO et al., 2020), ventilação não invasiva (VNI), ventilação mecânica invasiva (VMI) (WINDISCH et al., 2020) e posição prona (PP) (EHRMANN et al., 2021).

A PP é uma terapia adjuvante para melhorar a aeração pulmonar em pacientes intubados com redução da relação V/Q e $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (isto é, <150 mmHg) (CHEN et al., 2020a). Diferenças regionais na pressão intrapleural afetam a distribuição da ventilação, o que ocasiona redução da distensibilidade pulmonar ao longo do eixo ventral-dorsal e do tamanho da unidade alveolar em zonas dependentes (KOULOURAS et al., 2016). Durante a PP, a pressão intrapleural, a pressão transpulmonar e a distribuição regional da ventilação são mais homogêneas em todo o pulmão (GUÉRIN, 2014).

Evidências apoiam a PP na melhora da oxigenação e redução da mortalidade em pacientes com SDRA grave (GUÉRIN et al., 2013). No entanto, lacunas na literatura

dificultam o conhecimento sobre os efeitos da PP na aeração pulmonar de pacientes com COVID-19 (GHELICKHANI; ESMAEILI, 2020). Portanto, esta revisão de escopo descreve as repercussões da PP na aeração pulmonar de adultos com COVID-19 ventilados mecanicamente.

Métodos

Esta revisão de escopo seguiu as normativas do *Joanna Briggs Institute* (JBI) (JOANNA BRIGGS INSTITUTE, 2015). A partir da estratégia PCC, formulou-se a questão norteadora: quais os efeitos da PP na aeração pulmonar de adultos em VMI com COVID-19?

Os critérios de inclusão compreenderam estudos com adultos de ambos os sexos diagnosticados com COVID-19 sob VMI em PP. Para os critérios de elegibilidade não houve restrições quanto aos tipos de estudos e idiomas.

Duas revisoras independentes selecionaram estudos entre novembro a dezembro de 2021 nas seguintes bases de dados eletrônicas: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *National Library of Medicine* (PubMed), *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) e *Scientific Electronic Biblioteca Online* (SciELO).

Descritores indexados no *Medical Subject Headings* (MeSH) foram usados nos bancos de dados PubMed e MEDLINE: “*coronavirus infections*”, “*prone position*”, “*artificial respiration*” e “*pulmonary ventilation*”. Para as buscas na SciELO e LILACS a pesquisa dos descritores foi realizada na plataforma Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): “*infecções por coronavírus*”, “*decúbito ventral*”, “*respiração artificial*”, “*ventilação pulmonar*”, “*aeração*”, “*infecciones por coronavirus*”, “*posición prona*”, “*respiración artificial*”, “*ventilación pulmonar*” e “*aireación*”. Para compor a estratégia de busca associou-se a palavra-chave “*aeração pulmonar*”.

A estratégia de busca foi baseada no *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* (HIGGINS et al., 2020) e utilizou-se os operadores booleanos “AND”, “OR” e “NOT”. Os estudos foram selecionados com base no *checklist* de verificação proposto pelo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR): 1º agrupamento total de estudos encontrados nas bases de dados; 2º seleção das publicações baseada nos títulos; 3º leitura dos resumos para exclusão dos estudos não compatíveis com os critérios de elegibilidade; 4º remoção de artigos duplicados;

5º) leitura do texto completo para definição da qualidade metodológica e relevância para a pesquisa.

Para avaliar o risco de viés dos estudos foi utilizado o programa *RevMan* (*Review Manager*) versão 5.4. Por se tratar de uma revisão de escopo este estudo não está registrado no *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO).

Resultados e Discussão

150 artigos foram identificados na busca: 19 na LILACS, 86 na PubMed, 28 na MEDLINE e 17 na SciELO. Seis estudos (CLARKE et al., 2021; PESCHEL et al., 2021; PIERRAKOS et al., 2020; ROSSI et al., 2021; TOMASINO et al., 2020; ZARANTONELLO et al., 2020) preencheram os critérios de inclusão e recrutaram 70 pacientes (Figura 1). A caracterização dos estudos está descrita na tabela 1.

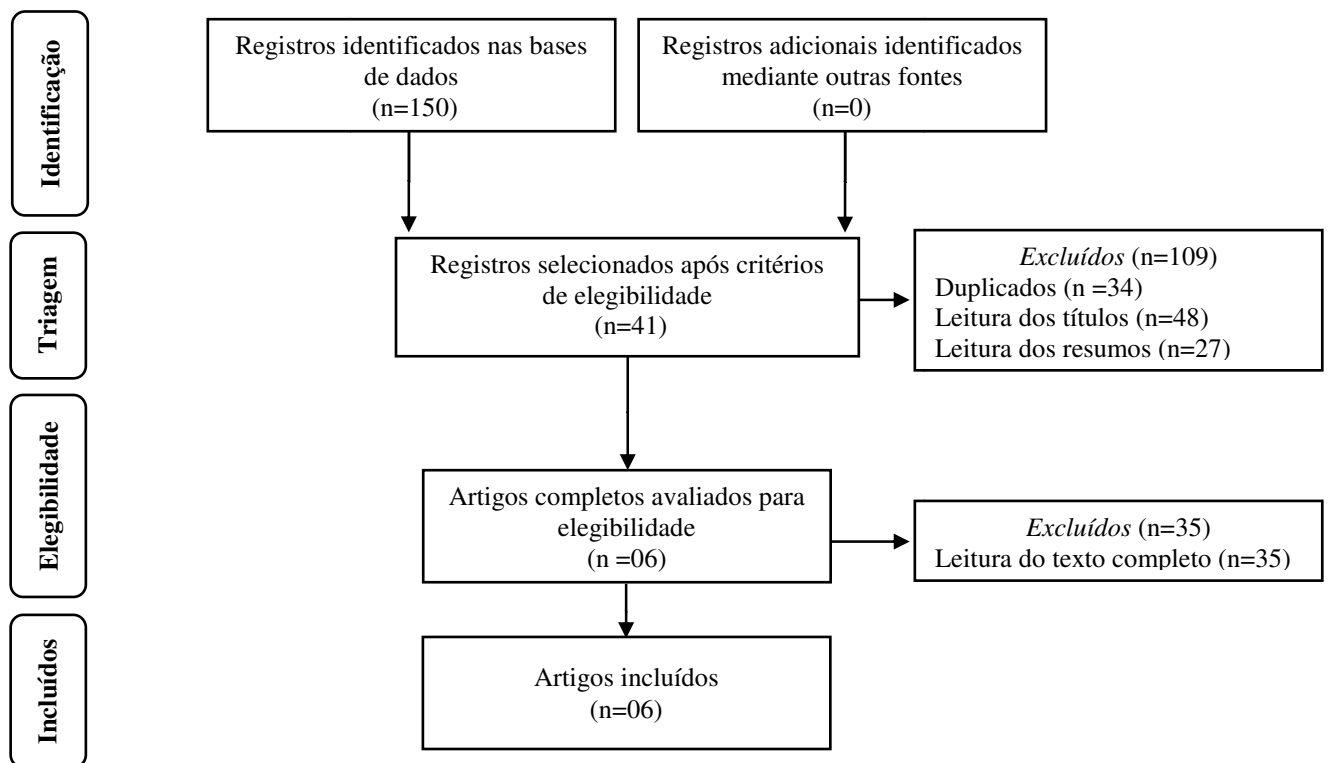


Figura 1 – Diagrama de fluxo da pesquisa bibliográfica baseado no PRISMA-ScR
Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 1 – Caracterização dos estudos

Autor (ano)	País	Tipo de estudo	n	Idade (anos)	Masculino (%)	IMC (Kg/m ²)
Clarke et al. (2021)	Irlanda	Coorte prospectiva	20	54 (45 a 59,5)	18 (90%)	36,0 (30,0 a 43,4)
Peschel et al. (2021)	Alemanha	Transversal	20	59,5 (36 a 68)	15 (83,5%)	28,7 (19,2 a 41,5)
Pierrakos et al. (2020)	Bélgica	Estudo de caso	2	60 e 66	1 (50%)	36,0 e 37,0
Rossi et al. (2021)	Itália	Estudo original*	25	62,6 ^a	20 (80%)	28,9 ^a
Tomasino et al. (2020)	Itália	Estudo de caso	2	65 e 68	2 (100%)	^b
Zarantonello et al. (2020)	Itália	Estudo de caso	1	70	1 (100%)	29,0

n – tamanho amostral; IMC – índice de massa corporal; Kg/m² – quilograma por metro quadrado; *não especificado; ^a média amostral; ^b não informado.

Fonte: Dados do estudo.

Protocolos de posicionamento prona

Os estudos adotaram diferentes protocolos à PP. Clarke et al. (2021) realizaram o protocolo de PP por pelo menos 16 horas consecutivas. Os pacientes foram avaliados antes e após o protocolo. Pershel et al. (2021) avaliaram 20 pacientes, sendo sete em PP (sem informação sobre duração) e 13 em decúbito dorsal. Pierrakos et al. (2020) adotaram o recrutamento alveolar com pressão contínua nas vias aéreas de 60 cmH₂O por 40 segundos e a PP foi mantida por 16 horas (Tabela 2).

No protocolo de PP proposto por Rossi et al. (2021) os pacientes foram avaliados em três momentos: antes (supina-5), durante (prona-5) e após (supina-35) a PP. Tomasino et al. (2020) realizaram a PP após intubação orotraqueal, mas não especificaram o tempo. Zarantonello et al. (2020) adotaram PP se relação PaO₂/FiO₂ <150 mmHg, mas duração do tempo de ventilação mecânica invasiva e PP não foram especificados (Tabela 2).

Tabela 2 – Protocolos de posição prona e implicações na aeração pulmonar e relação PaO₂/FiO₂

Autor (ano)	n	Protocolo de PP	Avaliação da aeração pulmonar	Principais resultados da aeração pulmonar e PaO ₂ /FiO ₂
Clarke et al. (2021)	20	n=20 foram ventilados com volume corrente <8 ml/kg de peso corporal previsto. A PP durou em média 16,2h (15,6h a 17,4h).	TIE (1h antes e após a PP)	a. Aumento da variação da aeração nas regiões pulmonares dorsais durante a PP. b. PaO ₂ /FiO ₂ em supina de 123 (100 a 154) mmHg aumentou para 286 (195 a 348) mmHg em PP.
Peschel et al. (2021)	20	n=20 foram ventilados em modalidade controlada por pressão. Não é relatado o tempo de duração da PP.	USG (n=07 em PP; n=13 em supina)	a. A mediana do LAS em posição supina foi de 3,42 (2,58-3,82) e em PP de 3,09 (2,25-3,83). b. A correlação de <i>Spearman rho</i> entre o escore de aeração pulmonar e PaO ₂ /FiO ₂ [197,5 (123-509) mmHg] foi de $r=0,106$ com $p = 0,674$.
Pierrakos et al. (2020)	2	n=2 foram ventilados em modalidade controlada e antes e após a PP foi realizado uma manobra de recrutamento alveolar com pressão contínua nas vias aéreas a 60 cmH ₂ O.	USG (antes e após a PP)	a. Caso 1: O LUS diminuiu de 17 para 14, a PaO ₂ /FiO ₂ aumentou de 120 mmHg para 270 mmHg e a complacência pulmonar aumentou de 24 para 30 mL/cmH ₂ O após a PP. b. Caso 2: O LUS diminuiu de 11 para 9, a PaO ₂ /FiO ₂ aumentou de 116 mmHg para 150 mmHg e a complacência pulmonar permaneceu inalterada de 37 mL/cmH ₂ O após a PP.
Rossi et al. (2021)	25	<i>1º momento (supina-5):</i> n=25 ventilados em VCV na posição supina. A TC de tórax foi realizada no final da expiração, mantendo pressão nas vias aéreas de 5 cmH ₂ O. <i>2º momento (prona-5):</i> n=25 ventilados em VCV na PP. A TC de tórax foi realizada no final da expiração, mantendo pressão nas vias aéreas de 5 cmH ₂ O. A PP durou 16h. <i>3º momento (supina-35):</i> n=25 a modalidade ventilatória foi alterada de VCV para PCV por 2 minutos, depois retornado para VCV. A TC foi realizada com pressão inspiratória nas vias aéreas de 35 cmH ₂ O.	TC (antes, durante e após PP)	a. Tecido mal inflado/massa total no momento supina-5 foi de 37±8%; em prone-5 de 39±10% e no supino-35 de 32 ± 8% ($p=0,02$). b. Tecido não aerado/massa total no momento supina-5 foi de 36±14%, em pronação-5 de 32±15% e em supino-35 de 23±11% ($p=0,001$). c. Tecido consolidado/massa total no momento supina-5 foi de 67,2±23,3%, em prona-5 de 78,8±28,9% e em supina-35 de 100±0% ($p = 0,016$). d. PaO ₂ /FiO ₂ supino-5 foi de 129,9±54,98 mmHg. e. PaO ₂ /FiO ₂ Prone-5 foi de 144,3±59,6 mmHg. f. PaO ₂ /FiO ₂ supino-35 foi de 147,2±75,6 mmHg.

Tomasino et al. (2020)	2	Modalidade ventilatória VCV com volume corrente <8 ml/kg de peso corporal previsto.	TIE (antes e após PP)	a. Caso 1: ROI em supina de 0,9 e em PP 0,5. PaO₂/FiO₂ de 203 mmHg para 214 mmHg e complacência pulmonar de 60 mL/cmH₂O para 53 mL/cmH₂O após PP. b. Caso 2: ROI em supina de 1,2 em em PP 0,8. PaO₂/FiO₂ de 77 mmHg para 136 mmHg e complacência pulmonar de 34 mL/cmH₂O para 45 mL/cmH₂O após PP.
Zarantonello et al. (2020)	1	Realizado PP quando relação PaO ₂ /FiO ₂ <150 mmHg.	TIE (antes e durante PP)	a. Aumento de 20% na ventilação e redução de 11% na perfusão da região dorsal do tórax após PP. b. GI em supina foi de 0,62 para 0,48 em PP. c. PaO₂/FiO₂ aumentou de 118 mmHg para 263 mmHg após PP.

n – amostra; VCV – modo ventilatório controlado por volume; PCV – modo ventilatório controlado por pressão; TIE – tomografia por impedância elétrica; USG – ultrassonografia; TC – tomografia computadorizada; Índice ROI – índice da região de interesse; ml/kg – mililitro por quilograma de peso; PaO₂/FiO₂ – pressão parcial de oxigênio/fração inspirada de oxigênio; mmHg – milímetros de mercúrio; cmH₂O – centímetros de água; mL/cmH₂O – mililitros/centímetros de água; % – porcentagem; LUS – escore ultrassonográfico pulmonar; GI – índice global de homogeneidade; LAS – escore de aeração pulmonar; *p* – significância estatística.

Fonte: Dados do estudo.

Aeração pulmonar e oxigenação

Os estudos de Peschel et al. (2021), Rossi et al. (2021) e Tomasino et al. (2020) avaliaram a aeração pulmonar durante a PP. Clarke et al. (2021), Pierrakos et al. (2020) e Zarantonello et al. (2020) avaliaram a aeração pulmonar antes e após a PP. Em relação aos métodos de avaliação da aeração pulmonar, Peschel et al. (2021) e Pierrakos et al. (2020) utilizaram a ultrassonografia (USG) através do escore de aeração pulmonar (LAS) e escore ultrassonográfico pulmonar (LUS), respectivamente. Rossi et al. (2021) usou a tomografia computadorizada (TC) de tórax. Já Clarke et al. (2021), Tomasino et al. (2020) e Zarantonello et al. (2020) utilizaram a tomografia de impedância elética (TIE) para avaliar a aeração pulmonar (Tabela 2).

Dentre os estudos que utilizaram TIE, Clarke et al. (2021) apresentou os dados de aeração pulmonar através de percentil e intervalo interquartil (IQR). Tomasino et al. (2020) estimou a aeração utilizando a razão da região de interesse (ROI), enquanto Zarantonello et al. (2020) calculou o percentil e o índice global de homogeneidade (IG). Rossi et al. (2021) apresentou os dados de aeração pulmonar como média e desvio padrão ou mediana e IQR, sendo que os dados foram classificados como tecido mal inflado/massa, tecido não aerado/massa total ou tecido consolidado/tecido não aerado (Tabela 2).

No primeiro caso relatado por Pierrakos et al. (2020) o escore LUS reduziu de 17 para 14, a $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ aumentou de 120 mmHg para 270 mmHg e a complacência pulmonar variou de 24 mL/cmH₂O para 30 mL/cmH₂O após PP. No segundo caso, o escore do LUS reduziu de 11 para 9 após a PP, a $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ variou de 116 mmHg para 150 mmHg e a complacência pulmonar manteve-se em 37 mL/cmH₂O (Tabela 2).

Na primeira avaliação do estudo de Tomasino et al. (2020) o valor do ROI foi próximo de um antes do PP, representando 25% da homogeneidade da distribuição da ventilação. Após uma hora na posição supina, o ROI diminuiu com hiperdistensão das regiões dorsais relacionadas ao desrecrutamento das regiões pulmonares ventrais. No segundo caso, a distribuição da ventilação foi homogênea antes da PP e uma hora após o retorno à posição supina (ROI = 1,2 e 0,8, respectivamente) (Tabela 2).

No segundo caso apresentado por Tomasino et al. (2020) a ventilação aumentou discretamente nas áreas dorsais do pulmão (relação ROI de 1,2 para 0,8). Após a PP, a complacência pulmonar aumentou de 11 mL/cmH₂O, enquanto a relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ aumentou 59 mmHg. Clarke et al. (2021) também observaram aumento da ventilação na região posterior do pulmão após a PP.

No estudo de Zarantonello et al. (2020) a ventilação alveolar aumentou 20% na região dorsal do tórax uma hora após a PP, enquanto a perfusão pulmonar diminuiu 11% na mesma área com melhora do IG (Tabela 2). Mauri et al. (2020) estudaram um grupo de 10 pacientes com COVID-19 e concluíram que o recrutamento pulmonar medido por TIE apresentou valores medianos relativamente altos (0,79 [0,53 a 1,08]), no entanto, a variabilidade também foi alta.

Tomasino et al. (2020) observaram complacência pulmonar de 60 mL/cmH₂O e relação PaO₂/FiO₂ de 203 mmHg em um paciente antes da PP. Após uma hora de posição supina, a complacência pulmonar e a relação PaO₂/FiO₂ diminuíram para 53 mL/cmH₂O e 214 mmHg, respectivamente. Os autores concluíram que a PP pode não ser indicada devido a um padrão de alta complacência pulmonar. Da mesma forma, Dalla Corte et al. (2020) mostraram que a PP pode não ser indicada para pacientes com alta complacência, uma vez que a distribuição da ventilação, oxigenação e complacência podem não ser alteradas.

Rossi et al. (2021) mostraram que os valores médios da relação PaO₂/FiO₂ foram semelhantes antes (12±54,98 mmHg) e durante a PP (144,3±59,6 mmHg). A fração de tecido subinflado e não aerado reduziu após PP (32±8 e 23±11, respectivamente), enquanto o tecido subinflado foi semelhante antes (37±8) e durante (39±10) a manobra. A fração de tecido não aerado antes e durante a PP foi de 36±14 e 32±15, respectivamente (Tabela 2).

Rossi et al. (2021) encontraram valores semelhantes de oxigenação antes e durante a PP, o que se correlacionou com equilíbrio entre atelectasia dorsal e formação de atelectasia na região ventral. De acordo com Spaeth et al. (2016), a TIE tem sido utilizada para avaliar a distribuição da ventilação após mudanças de decúbito. Bhatia et al. (2012) relataram que a TIE pode ser útil na detecção da variação do recrutamento alveolar em pacientes sob VMI.

No estudo de Clarke et al. (2021) a variação da impedância aumentou nas regiões pulmonares dorsais e diminuiu nas regiões ventrais durante a PP em comparação com a posição supina. Além disso, PaO₂/FiO₂ foi maior em PP do que na posição supina (123 [100 a 154] mmHg para 286 [195 a 348] mmHg). Os autores atribuíram, parcialmente, a melhora da oxigenação ao recrutamento pulmonar.

Pierrakos et al. (2020) e Peschel et al. (2021) sugeriram que a USG pode ser uma ferramenta útil na avaliação dos efeitos do PP na aeração pulmonar. Peng; Wang; Zhang, (2020) e Yasukawa; Minami, (2020) também utilizaram USG para avaliar as consequências da COVID-19 no sistema pulmonar, por se tratar de um meio avaliativo beira leito, simples e de fácil reprodutibilidade.

Pierrakos et al. (2020) mostraram melhora da aeração pulmonar (redução do escore LUS) e oxigenação com a PP. Constantin et al. (2019) corroborando com o estudo supracitado observaram que pacientes com diminuição da aeração devido a atelectasia responderam bem ao PP. No entanto, Cavalcanti et al. (2017) enfatizaram que a oxigenação não deve ser considerada isoladamente, pois sua associação com melhores desfechos clínicos é incerta.

Peschel et al. (2021) encontraram que a mediana do escore LAS foi de 3,42 (2,58 a 3,82) em supino e 3,09 (2,58 a 3,83; $p=0,43$) em PP. A relação PaO_2/FiO_2 não se correlacionou com o LAS ($r=0,106$; $p=0,674$). Além disso, o LAS não foi diferente entre os pacientes com relação $PaO_2/FiO_2 < 150$ mmHg e >150 mmHg ($p=0,495$).

Dias em VMI e Mortalidade

Peschel et al. (2021), Pierrakos et al. (2020) e Zarantonello et al. (2020) não apresentaram dados sobre o número de dias em VMI, tempo de permanência na unidade de terapia intensiva (UTI) e mortalidade. Apenas Clarke et al. (2021) demonstraram a mediana do número de dias fora da VMI que foi de 28 dias (16 [0 a 21]).

Nos dois casos relatados por Tomasino et al. (2020) foram 11 e 14 dias de VMI; 13 e 14 dias de permanência na UTI. Rossi et al. (2021) obtiveram $4,9\pm4,7$ dias de VMI e $27,8\pm18,15$ dias de permanência na UTI. Os percentis de mortalidade foram 50%, 32% e 15%, respectivamente, nos estudos de Tomasino et al. (2020), Rossi et al. (2021) e Clarke et al. (2021). Schenck et al. (2020) avaliaram 247 pacientes com COVID-19 internados em UTI, dos quais 140 estavam em VMI com duração mínima e máxima de intubação de 14 e 24 dias, respectivamente, com um percentil de 19,8% de mortalidade.

Implicações terapêuticas

Esta revisão de escopo identificou seis artigos que avaliaram 70 pacientes em PP. Todos os estudos apresentaram valores de oxigenação, principalmente a relação PaO_2/FiO_2 , e três estudos avaliaram a mortalidade como desfecho. A aeração pulmonar aumentou em algumas regiões pulmonares após a PP.

Para a avaliação do risco de viés dos estudos foi evidenciado que os itens: geração de sequência aleatória, cegamento da avaliação de resultados e relatório seletivo apresentam elevado risco de viés. Para a ocultação de alocação menos de 25% dos estudos obtiveram

baixo risco de viés e menos de 50% alto risco de viés. Para outros vieses e cegamento de participantes e pessoal os dados foram inconclusivos (Figura 2).

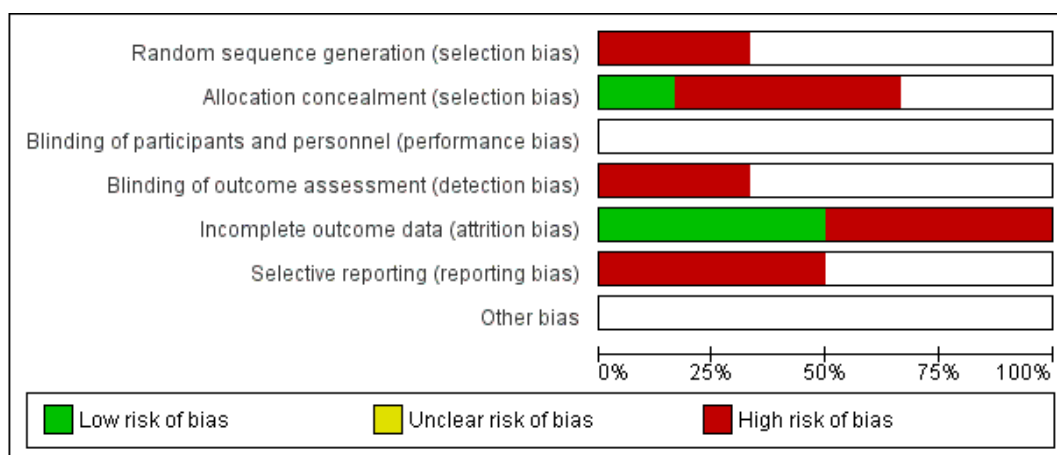


Figura 2 – Avaliação do risco de viés

Fonte: Dados do estudo.

Como limitação desta pesquisa, destaca-se a literatura escassa, principalmente quando se considera a PP e avaliação da aeração pulmonar para pacientes com COVID-19 sob VMI. Os estudos selecionados apresentaram vieses na coleta de dados (Figura 2), pouca homogeneidade das amostras e metodologias.

Conclusões

Dentre os estudos encontrados todos apresentaram restrições metodológicas e fatores de confusão na avaliação da aeração pulmonar, desta forma, os dados devem ser considerados com cautela. Entretanto, mesmo diante das limitações dos estudos houve aumento da oxigenação e aeração pulmonar em algumas regiões do pulmão em resposta a PP.

Referências

BAMFORD, P. et al. ICS Guidance for Prone Positioning of the Conscious COVID Patient 2020. **Intensive Care Society**, 2020.

BHATIA, R. et al. Electrical impedance tomography can rapidly detect small pneumothoraces in surfactant-depleted piglets. **Intensive Care Medicine**, v. 38, n. 2, p. 308–315, 2012.

BRUCE, E. et al. Direct RT-qPCR Detection of SARS-COV-2 RNA from Patient Nasopharyngeal Swabs without an RNA Extraction Step. **bioRxiv: the preprint server for biology**, 2020.

CALLIGARO, G. L. et al. The utility of high-flow nasal oxygen for severe COVID-19 pneumonia in a resource-constrained setting: A multi-centre prospective observational study. **E Clinical Medicine**, v. 1, n. 9, p. 100570, 2020.

CAVALCANTI, A. B. et al. Effect of lung recruitment and titrated Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) vs low PEEP on mortality in patients with acute respiratory distress syndrome - A randomized clinical trial. **JAMA**, v. 318, n. 14, p. 1335–1345, 2017.

CHEN, N. et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. **The Lancet**, v. 395, n. 10223, p. 507–513, 2020a.

CHEN, Z. M. et al. Diagnosis and treatment recommendations for pediatric respiratory infection caused by the 2019 novel coronavirus. **World Journal of Pediatrics Institute of Pediatrics of Zhejiang University**, 2020b.

CLARKE, J. et al. Prone positioning improves oxygenation and lung recruitment in patients with SARS-CoV-2 acute respiratory distress syndrome; a single centre cohort study of 20 consecutive patients. **BMC Research Notes**, v. 14, n. 1, p. 1–6, 1 dez. 2021.

CONSTANTIN, J. M. et al. Personalised mechanical ventilation tailored to lung morphology versus low positive end-expiratory pressure for patients with acute respiratory distress syndrome in France (the LIVE study): a multicentre, single-blind, randomised controlled trial. **The Lancet Respiratory Medicine**, v. 7, n. 10, p. 870–880, 2019.

DALLA CORTE, F. et al. Dynamic bedside assessment of the physiologic effects of prone position in acute respiratory distress syndrome patients by electrical impedance tomography. **Minerva Anestesiologica**, v. 86, n. 10, p. 1057–1064, 2020.

DAMARLA, M. et al. Prone positioning of nonintubated patients with COVID-19. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine American Thoracic Society**, 2020.

EHRMANN, S. et al. Awake prone positioning for COVID-19 acute hypoxaemic respiratory failure: a randomised, controlled, multinational, open-label meta-trial. **The Lancet Respiratory**, v. 9, p. 1387–1395, 2021.

GHELICHKHANI, P.; ESMAEILI, M. Prone Position in Management of COVID-19 Patients; a Commentary. **Archives of academic emergency medicine**, v. 8, n. 1, p. e48, 2020.

GUÉRIN, C. et al. Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. **N Engl J Med**, v. 23, n. 6, p. 2159–68, 2013.

GUÉRIN, C. Prone ventilation in acute respiratory distress syndrome. **European Respiratory Review**, v. 23, n. 132, p. 249–257, 2014.

HIGGINS, J. et al. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.1**. Disponível em: <www.training.cochrane.org/handbook>. Acesso em: 17 dez. 2020.

HUANG, C. et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in

Wuhan, China. **The Lancet**, v. 395, n. 10223, p. 497–506, 2020.

JOANNA BRIGGS INSTITUTE. **The Joanna Briggs Institute Reviewers' Manual 2015 Methodology for JBI Scoping Reviews**. Disponível em: <<https://nursing.lsuhs.edu/JBI/docs/ReviewersManuals/Scoping-.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2020.

KOULOOURAS, V. et al. Efficacy of prone position in acute respiratory distress syndrome patients: A pathophysiology-based review. **World Journal of Critical Care Medicine**, v. 5, n. 2, p. 121, 2016.

MAURI, T. et al. Potential for Lung Recruitment and Ventilation-Perfusion Mismatch in Patients with the Acute Respiratory Distress Syndrome from Coronavirus Disease 2019. **Critical Care Medicine**, v. 48, n. 8, p. 1129–1134, 2020.

PENG, Q. Y.; WANG, X. T.; ZHANG, L. N. Findings of lung ultrasonography of novel corona virus pneumonia during the 2019–2020 epidemic. **Intensive Care Medicine**, 2020.

PESCHEL, G. et al. Interstitial lung opacities in patients with severe COVID-19 pneumonia by bedside high-resolution ultrasound in association to CO₂ retention. **Clinical Hemorheology and Microcirculation**, v. 77, n. 4, p. 355–365, 1 jan. 2021.

PIERRAKOS, C. et al. Case report: Lung ultrasound for the guidance of adjunctive therapies in two invasively ventilated patients with COVID-19. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 103, n. 5, p. 1978–1982, 2020.

ROSSI, S. et al. Mechanisms of oxygenation responses to proning and recruitment in COVID-19 pneumonia. **Intensive Care Medicine**, 2021.

SCHENCK, E. J. et al. Respiratory mechanics and gas exchange in COVID-19–associated respiratory failure. **Annals of the American Thoracic Society**, 2020.

SPAETH, J. et al. Increasing positive end-expiratory pressure (re-)improves intraoperative respiratory mechanics and lung ventilation after prone positioning. **British Journal of Anaesthesia**, v. 116, n. 6, p. 838–846, 2016.

TELIAS, I.; KATIRA, B. H.; BROCHARD, L. Is the Prone Position Helpful during Spontaneous Breathing in Patients with COVID-19? **JAMA**, 2020.

TOMASINO, S. et al. Electrical Impedance Tomography and Prone Position During Ventilation in COVID-19 Pneumonia: Case Reports and a Brief Literature Review. **Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**, 2020.

TUNG-CHEN, Y. Lung ultrasound in the monitoring of COVID-19 infection. **Clinical medicine (London, England)**, v. 20, n. 4, p. e62–e65, 2020.

WANG, D. et al. Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients with 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. **JAMA**, v. 323, n. 11, p. 1061–1069, 17 mar. 2020.

WINDISCH, W. et al. Position Paper for the State of the Art Application of Respiratory Support in Patients with COVID-19: German Respiratory Society. **Pneumologie**, v. 74, n. 6, p. 337–357, 2020.

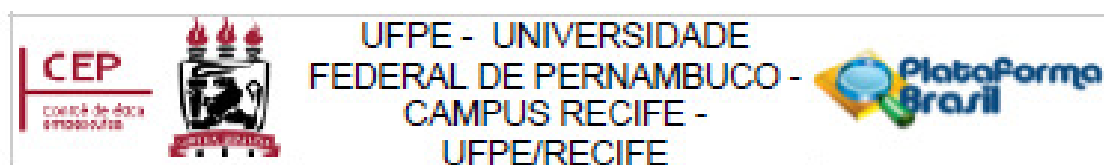
WU, Z.; MCGOOGAN, J. M. Characteristics of and Important Lessons from the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72314 Cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. **JAMA**, 2020.

YASUKAWA, K.; MINAMI, T. Point-of-care lung ultrasound findings in patients with COVID-19 Pneumonia. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 102, n. 6, p. 1198–1202, 2020.

ZARANTONELLO, F. et al. Prone Position and Lung Ventilation and Perfusion Matching in Acute Respiratory Failure due to COVID-19 A B Supine Prone. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 202, n. 2, p. 278–279, 2020.

ZIEHR, D. R. et al. Respiratory Pathophysiology of Mechanically Ventilated Patients with COVID-19: A Cohort Study. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 201, n. 12, p. 1560–1564, 2020.

ANEXO A – Aprovação do comitê de ética



Continuação do Parecer: 4.243.392

swab nasal.

Procedimentos metodológicos

Etapas

Seleção dos participantes por meio da observação dos critérios de elegibilidade.

Avaliação Inicial - anamnese (coleta da história natural da doença, comorbidades, aferição dos sinais vitais e saturação de O₂, etc).

Avaliação da aeração pulmonar: realizada com ultrassom (USG) portátil, com o paciente na posição supina, com inclinação em 30°-50°, através da avaliação de seis zonas pulmonares, em cada hemitórax.

Avaliação da espessura e mobilidade do diafragma: A avaliação cinético-funcional do diafragma será realizada através da espessura e mobilidade diafragmática. Esta avaliação será feita através do USG. Será avaliado a espessura diafragmática com o paciente posicionado em decúbito lateral esquerdo, onde será acoplado um transdutor linear de alta resolução e baixa penetração (3-12 MHz), posicionado na zona de aposição do diafragma, próximo ao seio costofrênico, entre a linha axilar anterior direita e a linha axilar média.

Protocolo de Intervenção - Posição prona. paciente será orientado a posicionar-se na posição prona. Será ofertado oxigenoterapia e suporte respiratório seguro para a manutenção da SpO₂ alvo (92-96%). Serão posicionadas almofadas (coxins) para apoio na região torácica. O paciente estará com monitorização dos sinais vitais durante a manobra. Durante os primeiros 15 minutos após o início da posição prona, a SpO₂ será monitorizada para avaliação do risco de Insuficiência respiratória. Caso contrário, será dado continuidade a prona, durante 2 horas. Ao término das 2 horas, o paciente será orientado para retornar a posição supina, será realizada aferição dos sinais vitais e avaliação da aeração pulmonar e avaliação cinético-funcional do diafragma.

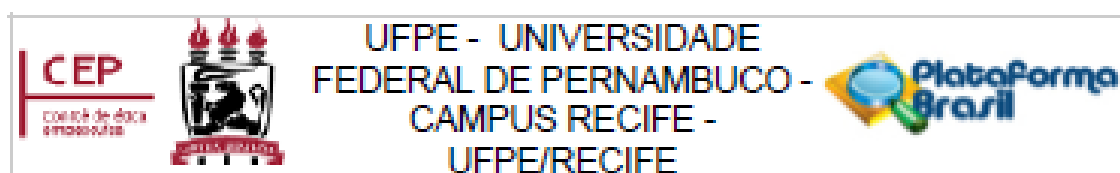
Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral: Avaliar a aeração pulmonar em posição prona de pacientes em respiração espontânea com COVID-19.

Objetivos específicos:

- Caracterizar a gravidade dos pacientes com diagnóstico de COVID 19;
- Avaliar a resposta cinético-funcional do diafragma (espessura e mobilidade);
- Correlacionar a aeração pulmonar com a fração inspirada de oxigênio (FIO₂);

Endereço: Av. das Engenheiras, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-800
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cep@ufpe.br



Continuação do Parecer: 4.943.392

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Reporta-se a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Os riscos foram descritos de forma adequada, assim como os benefícios e os critérios de descontinuidade da intervenção. TCLE em forma de convite à pessoa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de pesquisa relevante que propõe a utilização de uma ferramenta avaliativa simples e rápida a beira leito, que é o ultrassom portátil, para análise da aeração pulmonar de pacientes com COVID-19, também permitindo guiar a resposta de terapêutica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresentados adequadamente

Recomendações:

Observar que na ficha de dados sócio-demográficos falta o ensino médio na coleta da escolaridade.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pendências resolvidas

Projeto aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

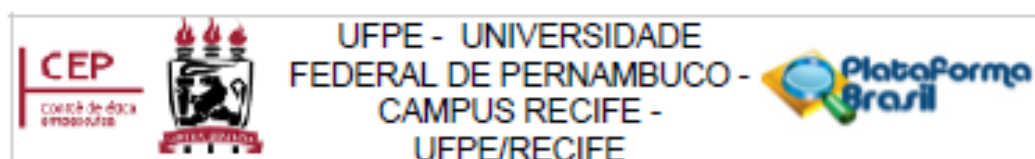
As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as Instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/CCSI/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (Item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (Item X.1.3.b., da

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-800
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2128-8588 E-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: RESPOSTA DA AERAÇÃO PULMONAR A POSIÇÃO PRONA DE PACIENTES EM RESPIRAÇÃO ESPONTÂNEA COM COVID 19

Pesquisador: Armêle Domelas de Andrade

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 48155221.8.0000.5208

Instituição Proponente: Departamento de Fisioterapia - DEFISIO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.943.392

Apresentação do Projeto:

Apresentação do projeto – Projeto de Pesquisa para Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Título: RESPOSTA DA AERAÇÃO PULMONAR A POSIÇÃO PRONA DE PACIENTES EM RESPIRAÇÃO ESPONTÂNEA COM COVID 19

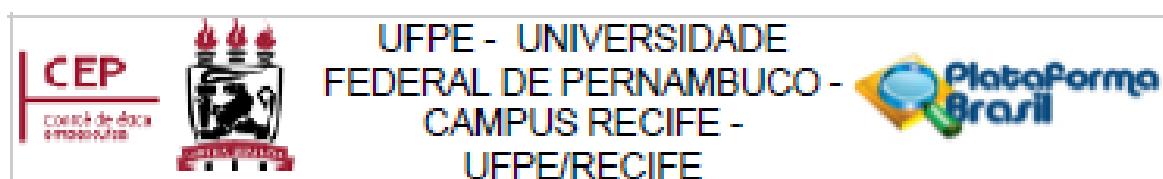
Orientadora e pesquisadora responsável: Armêle de Fátima Domelas de Andrade

Local do estudo: A coleta de dados será realizada nas unidades de terapia intensiva (UTI) do Hospital Provisório de Recife I e do Hospital Otávio de Freitas, na cidade de Recife- Pernambuco no período de setembro a outubro de 2021.

Desenho do estudo: Trata-se de um estudo do tipo coorte prospectiva

População do estudo: A amostra será composta por 30 pacientes que estiverem em respiração espontânea de ambos os sexos, com idade superior a 18 anos, com diagnóstico de Infecção por Sars-cov2 comprovado pelo teste RT-PCR (Reverse Transcription - Polymerase Chain Reaction) por

Endereço: Av. das Engenheiras, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-800
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2128-8588 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 4.943.392

Resolução CNS/MS Nº 466/12).

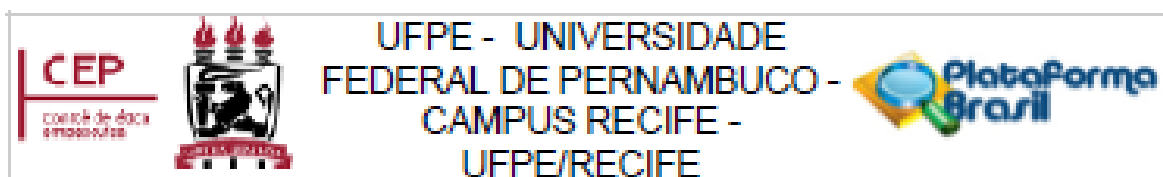
O CEP/CCS/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PE_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1615280.pdf	27/08/2021 18:05:08		Acelto
Outros	plataforma_brasil_cartapendencias.docx	27/08/2021 18:03:40	Armêle Domelas de Andrade	Acelto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PLATAFORMA_BRASIL_projetoCOVID.docx	27/08/2021 18:01:46	Armêle Domelas de Andrade	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_plataforma_Brasil.docx	27/08/2021 18:01:27	Armêle Domelas de Andrade	Acelto
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_anuencia_HOF.pdf	15/06/2021 23:16:27	Armêle Domelas de Andrade	Acelto
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	25/05/2021 00:38:27	Armêle Domelas de Andrade	Acelto
Outros	CurriculoLattes_WineSuelhiDosSantos.pdf	19/05/2021 00:39:44	Armêle Domelas de Andrade	Acelto
Outros	CurriculoLattes_DaniellaCunhaBrandao.pdf	19/05/2021 00:39:22	Armêle Domelas de Andrade	Acelto
Outros	CurriculoLattes_CamillaisisRodriguesdosSantos.pdf	19/05/2021 00:38:17	Armêle Domelas de Andrade	Acelto
Outros	Curriculo_Lattes_Armele_de_Fatima_Domelas_de_Andrade.pdf	19/05/2021 00:37:46	Armêle Domelas de Andrade	Acelto
Outros	ComprovanteMatricula.pdf	19/05/2021 00:22:13	Armêle Domelas de Andrade	Acelto
Outros	Termo_Confidencialidade.pdf	19/05/2021 00:18:59	Armêle Domelas de Andrade	Acelto
Declaração de Instituição e Infraestrutura	carta_anuencia.pdf	01/12/2020 00:09:22	Armêle Domelas de Andrade	Acelto

Endereço: Av. das Engenheiras, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8588

E-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 4.843.392

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 31 de Agosto de 2021

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
 (Coordenador(a))

Endereço: Av. das Engenheiras, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br