


**SUPORTE RESPIRATÓRIO NÃO INVASIVO POR CAPACETE DE
OXIGENAÇÃO EM INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA: UMA REVISÃO
DE ESCOPO**

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.030-002>

Edson Arpini Miguel

Doutor em Ciências - Ensino em Saúde
Instituição: Universidade Estadual de Maringá
Maringá- Paraná, Brasil
E-mail: eramiguel@uem.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8357-1110>

Isadora Martins Borba

Acadêmica do Curso de Medicina
Instituição: Universidade Estadual de Maringá
Maringá- Paraná, Brasil
E-mail: isadoramartinsborba@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4637-3286>

Maria Carolina Mota dos Santos

Acadêmica do Curso de Medicina
Instituição: Universidade Estadual de Maringá
Maringá- Paraná, Brasil
E-mail: carolesmota20@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0114-0016>

Daniel de Matos Silva

Acadêmico do Curso de Física
Instituição: Universidade Estadual de Maringá
Maringá- Paraná, Brasil
E-mail: damioldmats@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2202-4559>

RESUMO

A ventilação não invasiva (VNI) mostrou-se promissora, no contexto de insuficiência respiratória aguda, uma vez que inibe a progressão do quadro clínico leve a moderado, poupando, por vezes, a necessidade de ventilação invasiva. Uma das interfaces de destaque, muito utilizada no cenário da pandemia por covid-19, foi o dispositivo *helmet* – capacete de material transparente que envolve a cabeça do paciente como um reservatório de ar. Apesar do amplo uso, a literatura médica é pouco explorada quanto às vantagens e indicações clínicas de uso desse dispositivo. Por tais motivos, a presente revisão de escopo tem por intuito elucidar com base nas evidências clínico-científicas atuais os principais conceitos, vantagens e desafios envolvidos acerca da VNI, tendo como enfoque o dispositivo *helmet*. De acordo com as orientações do Joanna Briggs Institute, a busca se deu na base de dados MEDLINE/PubMed. Após aplicados os critérios de elegibilidade, respaldados na metodologia PRISMA, foram incluídos 33 artigos que foram sumarizados e contemplados por pares de forma independente. Nesta revisão foi verificado que a VNI, por meio do dispositivo *helmet*, com a possibilidade de uso de pressão positiva nas via áreas, é segura e pode reduzir a necessidade de



ventilação invasiva, compondo uma opção importante de oxigenioterapia, além de ter o uso viável mesmo fora do ambiente de cuidados intensivos. Persiste a discussão de quais seriam os pacientes que se beneficiariam desse dispositivo, assim como o momento clínico oportuno a se indicar esse suporte ventilatório, demonstrando uma temática importante a ser explorada em futuros ensaios clínicos.

Palavras-chave: Insuficiência respiratória aguda. Suporte ventilatório não invasivo. Ventilação não invasiva. Capacete de oxigenação. Helmet.

1 INTRODUÇÃO

A insuficiência respiratória aguda (IRpA) consiste em uma das frequentes emergências médicas, a qual teve incidência acentuada nos anos que envolveram a pandemia de Covid-19 (Grasselli *et al.*, 2023). Conforme Bellani *et al.*, 2017: que apresenta discussões acerca do “*Large Observational Study to understand the Global Impact of Severe Acute Respiratory Failure (LUNG SAFE STUDY)*”, a IRpA pode se apresentar como um quadro de resposta inflamatória de maior gravidade: a síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA), definida pelos critérios de Berlim em espectro: leve, moderado e grave.

A IRpA é subdiagnosticada no Brasil e no mundo, especialmente quando apresenta-se na forma leve, fato que torna o manejo dessa condição divergente e conflitante na literatura médica (Bellani *et al.*, 2016). Contudo, sabe-se que, independente da etiologia da IRpA, a oxigenoterapia é essencial ao tratamento dos pacientes, que exigem variados níveis e modalidades de suporte ventilatório e, atualmente, muito se discute o papel e a eficácia do suporte respiratório não invasivo neste cenário (Liengswangwong *et al.*, 2020).

A ventilação não invasiva (VNI) é uma modalidade de suporte ventilatório que consiste no uso da pressão positiva por meio de pressão expiratória final contínua (CPAP) ou dois níveis de pressão (BiPAP) nas vias aéreas, sendo fornecida por interface não invasiva, ou seja, sem via aérea definitiva – presença de balonete insuflado dentro da traqueia – incluindo máscara nasal, facial ou capacete de oxigenação (*helmet*) (Aswanetmanee *et al.*, 2023).

O benefício de uso da VNI reside no fato de evitar as principais complicações relacionadas à ventilação mecânica (VM) invasiva: barotrauma; aspiração e pneumonia associada à VM; complicações relacionadas ao tubo endotraqueal; fraqueza muscular, entre outros (Hyzy *et al.*, 2024). É comprovadamente eficaz o uso de VNI em quadros de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) exacerbada; edema agudo dos pulmões; imediatamente após extubação de alto risco (Liengswangwong *et al.*, 2020; Chao; Wang; Liu, 2022).

No contexto de VNI, o oxigênio suplementar pode ser administrado por meio de modalidades e interfaces distintas conforme o quadro clínico. Em situações de hipoxemia leve, uma opção é a oxigenoterapia de baixo fluxo, que pode ser administrada por meio de cânula nasal ou máscara de Venturi. Em casos de insuficiência respiratória mais grave, pode-se optar pela utilização de cânula nasal de alto fluxo (CNAF) ou ventilação não invasiva com pressão positiva, a qual pode ser ofertada por máscara facial ou pelo dispositivo em forma de capacete ou *helmet* (Al-Dorzi; Kress; Arabi, 2022; Chaudhuri *et al.*, 2023).

A ventilação não invasiva com capacete já era difundida na comunidade médica desde os anos 2000. Apesar disso, foi durante a pandemia por Covid-19, em que o mundo teve de enfrentar uma das maiores crises humanitárias por escassez de recursos em saúde (Aswanetmanee *et al.*, 2023), que esse

dispositivo destacou-se como alternativa para o tratamento da insuficiência respiratória hipoxêmica aguda, dentro e fora da terapia intensiva (Grieco *et al.*, 2021; Coppadoro *et al.*, 2021).

O dispositivo *helmet* consiste em um capacete de material plástico que veda toda a cabeça do indivíduo, comportando-se como um reservatório de ar (Chao; Wang; Liu, 2022). Os benefícios encontrados resumem-se à possibilidade de uso prolongado mesmo em níveis mais altos de pressão expiratória final positiva, o que pode contribuir significativamente com a melhora da hipoxemia e a prevenção de lesões pulmonares (Cesarano *et al.*, 2022).

Dado o cenário apresentado, a presente revisão de escopo tem por objetivo reunir dados da literatura com os principais conceitos da VNI, com foco no dispositivo *helmet*, assim como identificar quais seriam as vantagens e os desafios existentes ao aprimoramento do uso desse dispositivo nos quadros de IRpA.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Conforme mencionado, a VNI possui várias interfaces possíveis: máscara facial, máscara nasal, máscara oronasal, cateter nasal de alto fluxo e o *helmet* – objetivo de análise do presente estudo. Os estudos atuais tem se dedicado a elucidar, frente às possíveis indicações clínicas de uso da VNI, qual seria a interface mais adequada para o quadro de base e o quadro de agudização, além de qual dispositivo proporciona melhor adesão ao tratamento e maior tolerância (Khatib *et al.*, 2021; Tverring; Åkesson; Nielsen, 2020).

Tendo isso em vista, apesar de a Covid-19 apresentar uma fisiopatologia divergente dos quadros de IRpA anteriormente estudados, dado que apresenta uma perda da regulação da perfusão pulmonar, vasoconstrição hipóxica e um estado de hipercoagulabilidade com consequente coagulação microvascular pulmonar, a VNI foi usada em caráter emergencial nesses casos (Radovanovic *et al.*, 2020).

Entre as interfaces usadas, no ápice da superlotação hospitalar, destaca-se o uso do *helmet*, que foi visto como alternativa a máscara facial e outros modelos de VNI, principalmente se demonstrar mais seguro quanto à dispersão de partículas virais, contribuindo com o controle intra-hospitalar de disseminação da Covid-19 (Amirfarzan *et al.*, 2021; Chao; Wang; Liu, 2022). Além disso, permitiu o uso de altas pressões positivas durante tratamentos prolongados, associando-se a menor vazamento de ar e melhor ajuste para diferentes anatomias faciais, além de menor risco de lesões de pele e irritação ocular (Arabi *et al.*, 2022).

Dessa forma, ao longo das três primeiras ondas epidêmicas, foi progressiva a percepção de que o capacete também contribuía para desfechos duros como a redução da mortalidade, fato crucial para a constatação quanto ao potencial de usá-lo na insuficiência respiratória aguda (Piluso *et al.*, 2023). Contudo, apesar dos benefícios já definidos pela teoria e pela prática do uso do *helmet* durante o

período pandêmico, ainda há uma lacuna quanto a evidências consistentes que identifiquem as indicações clínicas e o perfil do paciente que melhor se beneficiaria dessa interface (Grieco *et al.*, 2021).

3 METODOLOGIA

A revisão de literatura é uma metodologia que oferece uma visão ampla e completa sobre um tema, devendo ser conduzida com critérios bem definidos a fim de obter-se uma base sólida para o avanço do conhecimento e facilitar o desenvolvimento de teorias (Snyder, 2019). As revisões de escopo são uma forma de revisão de literatura que buscam entender o que há de conhecimento em uma área a partir de uma questão de pesquisa abrangente, sendo um método capaz de reunir os principais conceitos de um tema, demonstrando a dimensão, campos explorados e potenciais discussões acerca desse mesmo tema (Arksey; O'malley, 2005). Então, tal proposta, visa investigar o que está sendo pesquisado sobre certo tema, além de verificar as lacunas da literatura e, futuramente, suscitar novos estudos.

Para tal objetivo, este estudo baseou-se nas recomendações do *Joanna Briggs Institute*, usando o método População (ou Problema), Conceito e Contexto (PCC) para identificar os principais dados a serem considerados (Peters *et al.*, 2020). O Problema levantado foi a viabilidade do uso do *helmet* como modo de ventilação não invasiva; o Conceito englobou o entendimento dos modos de ventilação não invasiva em geral, as indicações clínicas e aplicações práticas; e o Contexto é o crescente número de pacientes adultos com necessidade de suporte ventilatório, internados ou não em Unidades de Terapia Intensiva (UTI). Desse modo, a questão que guia a presente revisão de escopo é: “Quais as vantagens e desafios do uso do capacete de ventilação dentre os vários modos de ventilação não invasiva disponíveis para uso no paciente adulto com insuficiência respiratória aguda?”

O protocolo dessa revisão de escopo foi registrado na plataforma *Open Science Framework* (OSF) a fim de melhor desenvolver e explorar o conteúdo desta pesquisa. O projeto mantém-se disponível para consulta por meio de registro sob DOI 10.17605/OSF.IO/XT8BP.

3.1 MÉTODOS DE BUSCA DE PUBLICAÇÕES

Foi usado o banco de dados *Pubmed* e descritores compatíveis com o tema. Elencaram-se as palavras-chave: “*helmet*”, “*non invasive ventilation*”, “*non invasive support*”, “*respiratory failure*”, “*respiratory insufficiency*”, sendo usadas com os descritores equivalentes no *Mesh Terms*, exceto pelo termo *helmet*, que não foi encontrado como descritor padronizado, porém foi acrescentado manualmente à estratégia de pesquisa.

Os termos foram concatenados com os operadores booleanos ‘AND’ e ‘OR’. A busca identificou 98 artigos na base de dados *Pubmed*, considerando as palavras-chave escolhidas, o idioma utilizado (português, inglês e espanhol) e a restrição quanto a textos completos gratuitos e quanto ao

período de publicação (2019 - 2024). A estratégia de busca é exposta no Quadro 1.

Quadro 1: Estratégia de busca de artigos na base de dados PubMed com objetivo de responder a pergunta de pesquisa

Base de dados	PubMed
Estratégia de Busca com operadores booleanos	Search: (helmet) AND ((non invasive ventilation) OR (noninvasive support)) AND ((respiratory failure) OR (respiratory insufficiency)) Filters: Free full text, English, Portuguese, Spanish, Exclude preprints, from 2019 - 2024 Sort by: Most Recent
Estratégia de Busca ampliada com termos sinônimos	((("head protective devices"[MeSH Terms] OR ("head"[All Fields] AND "protective"[All Fields] AND "devices"[All Fields]) OR "head protective devices"[All Fields] OR "helmet"[All Fields] OR "helmets"[All Fields] OR "helmet s"[All Fields] OR "helmeted"[All Fields]) AND ("noninvasive ventilation"[MeSH Terms] OR ("noninvasive"[All Fields] AND "ventilation"[All Fields]) OR "noninvasive ventilation"[All Fields] OR ("non"[All Fields] AND "invasive"[All Fields] AND "ventilation"[All Fields]) OR "non invasive ventilation"[All Fields] OR ((("noninvasive"[All Fields] OR "noninvasively"[All Fields] OR "noninvasiveness"[All Fields]) AND ("support"[All Fields] OR "support s"[All Fields] OR "supported"[All Fields] OR "supporter"[All Fields] OR "supporter s"[All Fields] OR "supporters"[All Fields] OR "supporting"[All Fields] OR "supportive"[All Fields] OR "supportiveness"[All Fields] OR "supports"[All Fields]))) AND ("respiratory insufficiency"[MeSH Terms] OR ("respiratory"[All Fields] AND "insufficiency"[All Fields]) OR "respiratory insufficiency"[All Fields] OR ("respiratory"[All Fields] AND "failure"[All Fields]) OR "respiratory failure"[All Fields] OR ("respiratory insufficiency"[MeSH Terms] OR ("respiratory"[All Fields] AND "insufficiency"[All Fields]) OR "respiratory insufficiency"[All Fields]))) AND ((ffrft[Filter]) AND (excludepreprints[Filter]) AND (english[Filter] OR portuguese[Filter] OR spanish[Filter]) AND (2019:2024[pdat]))

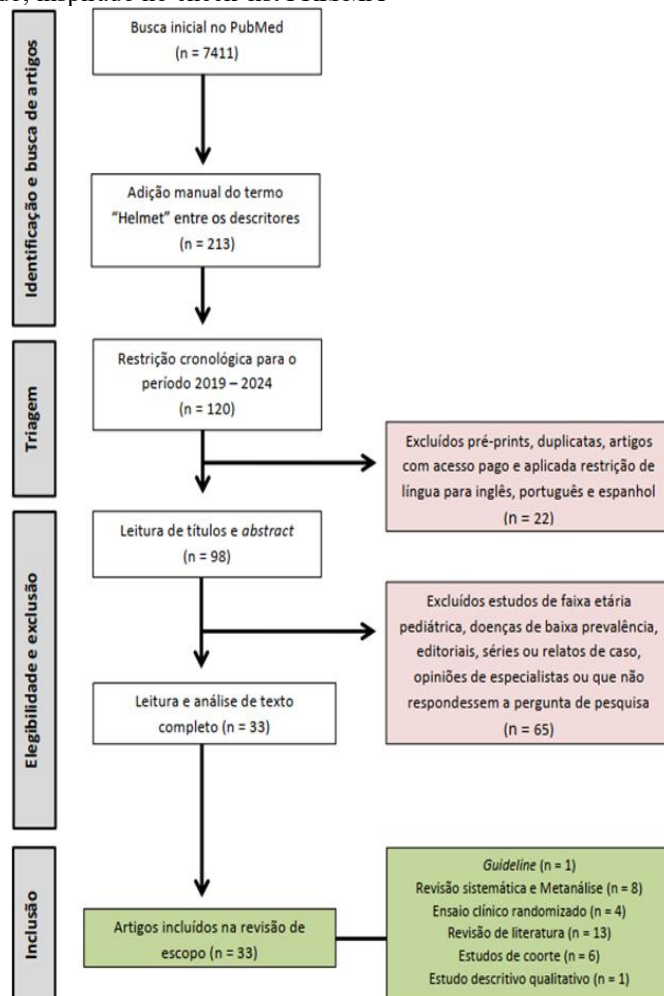
Fonte: Elaborado pelos autores

3.2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

A seleção dos estudos seguiu as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Galvão *et al.*, 2022). Dois revisores extraíram as evidências de forma independente. As divergências foram sanadas por consenso ou um terceiro revisor. Para elegibilidade dos *papers*, considerou-se revisões, estudos observacionais ou ensaios clínicos com adultos, em tratamento por IRpA dentro ou fora da UTI, exceto por doença pulmonar obstrutiva crônica ou edema pulmonar cardiogênico.

Entre os 98 artigos selecionados e após leitura de título e resumos, excluíram-se artigos que envolvessem faixa etária pediátrica ou doenças de baixa prevalência e estudos pré-clínicos, relatos de caso ou de experiência, editoriais e, em resumo, artigos que não respondessem a questão da pesquisa. Então, 33 artigos foram selecionados para leitura completa. Com a sumarização de principais resultados e conclusões, usaram-se os mesmos 33 artigos para construção da revisão de escopo conforme proposta inicialmente. O fluxograma de seleção de artigos, seguindo as recomendações do PRISMA, está exposto na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma que descreve o processo de busca, identificação, triagem e critérios de exclusão e de elegibilidade dos artigos incluídos no estudo, inspirado no check-list PRISMA



Fonte: Elaborado pelos autores

3.3 PROCEDIMENTOS DE EXTRAÇÃO E SUMARIZAÇÃO DE DADOS

Os artigos selecionados foram agrupados conforme o objetivo central do estudo, de modo a reunir as metodologias e contextos semelhantes, tornando a extração de dados melhor ordenada no decorrer da discussão do texto. Inicialmente, foram reunidos os artigos que elucidaram quanto à escolha da melhor interface de VNI no contexto da IRpA; em seguida, avaliou-se artigos que descreviam o uso do *helmet* como terapêutica principal. Posteriormente, a revisão propôs-se a esclarecer as implicações práticas frente ao uso desse dispositivo e às configurações disponíveis: ventilação por pressão de suporte (PSV) e ventilação por pressão positiva contínua em via aérea (CPAP), também detalhando o que a literatura demonstra quanto à tolerabilidade e limitações do uso desse dispositivo. Por fim, a partir das evidências mais recentes, dentro do contexto da pandemia por Covid-19, discutiu-se os benefícios levantados pelo uso prático da interface.

3.4 IMPLICAÇÕES ÉTICAS DO ESTUDO

O presente estudo é uma revisão de literatura realizada em bases de dados de domínio público,

portanto, não necessita de aprovação em um comitê de ética institucional. Sendo assim, o método segue as normas de regulamentação dispostas na resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.

4.1 ESCOLHA DA INTERFACE PARA FORNECIMENTO DE VNI NO CONTEXTO DE IRpA

A IRpA é definida pela falha do sistema respiratório em efetivar as trocas gasosas de forma satisfatória, ocorrendo oxigenação sanguínea insuficiente e, por consequência, hipoxemia (reduzida concentração de oxigênio em sangue arterial), a qual resulta em uma pressão parcial de O₂ (PaO₂) diminuída e prejuízo ao gradiente de passagem de oxigênio do sangue para o interstício e tecidos, gerando hipóxia e comprometendo a principal fonte de energia das células (Liengswangwong *et al.*, 2020). Logo, em situações de hipoxemia, seja aguda, crônica, ou leve ou severa, o tratamento é fornecer oxigênio (Bigatello; Persenti, 2019). A seleção da interface que fornece a oxigenioterapia é uma decisão clínica e baseia-se individualmente em cada paciente, o quadro clínico apresentado, conforto e aplicabilidade anatômica, sendo que as máscaras faciais são as mais usadas (Rosà *et al.*, 2023; Menga *et al.*, 2022).

Entre os estudos avaliados, há revisões que descrevem os conceitos principais envolvidos na oxigenoterapia por VNI na IRpA e há aqueles que envolveram comparação do uso do *helmet* com a oxigenoterapia padrão, a qual foi considerada, na maior parte dos estudos, como fluxo de O₂ menor que 15L/min via cânula nasal, máscara facial ou máscara de Venturi. Como mencionado, tanto as máscaras faciais quanto os capacetes do tipo *helmet* podem fornecer ventilação não invasiva por PSV ou CPAP, atingindo pressão expiratória final positiva (do inglês, *positive end-expiratory pressure* ou PEEP) de 5 a 8 cmH₂O ou PSV entre 7 e 14 cmH₂O (Menga *et al.*, 2021a).

Entre os fatores fisiológicos relacionados às máscaras faciais, há aumento de pressão nas vias aéreas e aumento de oxigenação arterial, havendo inclusive efeitos cardíacos de melhora funcional por redução de pré-carga ventricular direita e pós-carga ventricular esquerda, sendo que tais benefícios resultam na diminuição de esforço inspiratório e de desconforto respiratório. Uma dificuldade encontrada são os vazamentos de ar, dado que muitas vezes não há aderência adequada do dispositivo à face do paciente e isso desafia a manutenção de uma PEEP satisfatória (Menga *et al.*, 2021b; Grieco *et al.*, 2021; Rosà *et al.*, 2023).

As características principais e especificações quanto ao *helmet* são explanadas em tópico à parte, no entanto, a título de definição inicial, conforme Rosà *et al.* (2023), o *helmet* trata-se de uma espécie de “capuz” de diferentes formatos, de material transparente e fabricado com um “colar” que permite ser acoplado ao pescoço e ombros do paciente, sem tocá-lo na face. O dispositivo apresenta um circuito com dois tubos, para gás inalado e expirado, e precisa estar totalmente expandido para garantir a pressurização necessária e eficaz que atingirá as vias aéreas do paciente, o que pode ser

obtido por meio de uma PEEP aumentada (10-12 cmH₂O) e maior pressão de suporte, a qual permite a expansão da interface e o efeito “*washout*”, diminuindo espaço-morto e retenção de gás carbônico (CO₂). O *helmet* também permite condições adequadas de fornecimento de fluxo sem necessidade de um umidificador ou aquecedor, principalmente no modo PSV (Grieco *et al.*, 2021; Rosà *et al.*, 2023).

A análise dos estudos permitiu extrair que os ensaios clínicos e estudos observacionais que comparam a VNI por máscara facial e a VNI por capacete para oxigenioterapia no contexto de IRpA possuem baixo nível de evidência. Logo, as diretrizes mais recentes ainda são impossibilitadas de oferecer recomendações definitivas quanto ao uso do *helmet* nessas condições, apresentando assim indicações conflitantes.

Dentre os estudos, destaca-se a revisão sistemática de Chaudhuri *et al.* (2022), a qual demonstrou que o uso do capacete reduziu a mortalidade (risco relativo 0,56, IC 95% 0,33–0,95; baixa certeza) e o índice de intubação orotraqueal (risco relativo 0,35, IC 95% 0,22–0,56; baixa certeza) quando comparada a máscara facial e indica a possibilidade de uma terapia de maior custo-benefício. Em comparação ao CNAF, o capacete também pode reduzir a evolução para a intubação (risco relativo 0,59, IC de 95% 0,39–0,91) (Chaudhuri *et al.*, 2022), contudo, a qualidade das evidências é baixa e, em ambas as ocasiões, houve efeito incerto quanto a redução da mortalidade entre os diferentes dispositivos.

4.2 O *HELMET* COMO ALTERNATIVA À OXIGENIOTERAPIA PADRÃO E COMO TERAPÊUTICA PRINCIPAL

Existem três temas que geram conflitos ao uso prático do suporte respiratório não invasivo: o uso de VNI pode ser associado com falha em reconhecer síndrome respiratória aguda grave precocemente; a VNI pode ser inferior à VM para minimizar a progressão de lesão pulmonar e tem potencial para causar tal lesão se fornecido volume corrente em excesso (acima de 8ml/kg); indicar VNI de forma inadequada pode atrasar uma IOT inevitável e resultar em desfechos negativos, principalmente em pacientes com IRpA grave (Buell; Patel, 2023).

Tendo isso em vista, deve-se ponderar que a maioria dos estudos com suporte respiratório não invasivo gerou dados quanto à VNI via máscara facial, portanto, os conflitos citados em grande parte não se relacionam ao *helmet* (Coppadoro *et al.*, 2021). No entanto, com a popularização do *helmet* durante a crise pandêmica, notou-se que a interface possui as próprias características e controvérsias, apresentando também um potencial em ser uma alternativa ao suporte respiratório não invasivo mais tradicional, como evidenciado nos ensaios mais recentes e discutido nesta revisão.

A partir do entendimento da fisiopatologia da IRpA durante respiração espontânea, a qual envolve os mecanismos que levam ao quadro de “*patient self-inflicted lung injury*” ou P-SILI, sabe-se que a ventilação fornecida via *helmet* tem potencial para reduzir tal risco de injúria. Essencialmente,

tais configurações se resumem à possibilidade de fornecer alta PEEP por período prolongado, sem interrupções e efeitos adversos já conhecidos de outras interfaces (Cesarano *et al.*, 2022).

Uma PEEP alta (10-15 cmH₂O) pode induzir o recrutamento de alvéolos, prevenindo o colapso desses, promove uma insuflação pulmonar mais homogênea, reduzindo o esforço inspiratório, além de otimizar a razão entre ventilação e perfusão resultando em trocas gasosas mais eficientes (Hong *et al.*, 2021). Isso é vantajoso em relação às máscaras faciais, pois o aumento da PEEP neste dispositivo causaria vazamentos de ar ainda mais significativos, além de aumentar o desconforto do paciente durante o uso. Outro ponto a ser evidenciado é que, durante o uso do *helmet*, principalmente no modo PSV, é comum existir assincronia entre paciente e ventilador, no entanto, isso não gera desconforto, pois o paciente é capaz de inspirar e expirar no grande reservatório que a interface proporciona (Cesarano *et al.*, 2022).

4.3 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS AO USO DO *HELMET*: CONFIGURAÇÕES ESPECÍFICAS E TOLERÂNCIA DO PACIENTE

De forma mais detalhada, o *helmet* é construído a partir de um material sintético transparente, macio, inextensível, que envolve a cabeça do paciente sem entrar em contato com a face e é ancorado ao pescoço ou aos ombros do paciente por meio de um colar ou alças. Possui, em geral, dois conectores: um para entrada e outro para saída de gás, sendo que o O₂ pode ser fornecido por meio de um sistema de Venturi, um gerador de fluxo por turbina ou um ventilador (Coppadoro *et al.*, 2021).

Como mencionado anteriormente, o *helmet* é capaz de fornecer ventilação por dois modos: ventilação não invasiva por pressão positiva (tipicamente por pressão de suporte ou PSV) e ventilação não invasiva por pressão positiva contínua ou o CPAP (Rosà *et al.*, 2023). Tanto PSV quanto CPAP, muitas vezes, são descritos conjuntamente sob a designação generalista de ventilação não invasiva, porém apresentam mecanismos de ação diferentes e, conseqüentemente, uma abordagem prática individualizada (Coppadoro *et al.*, 2021).

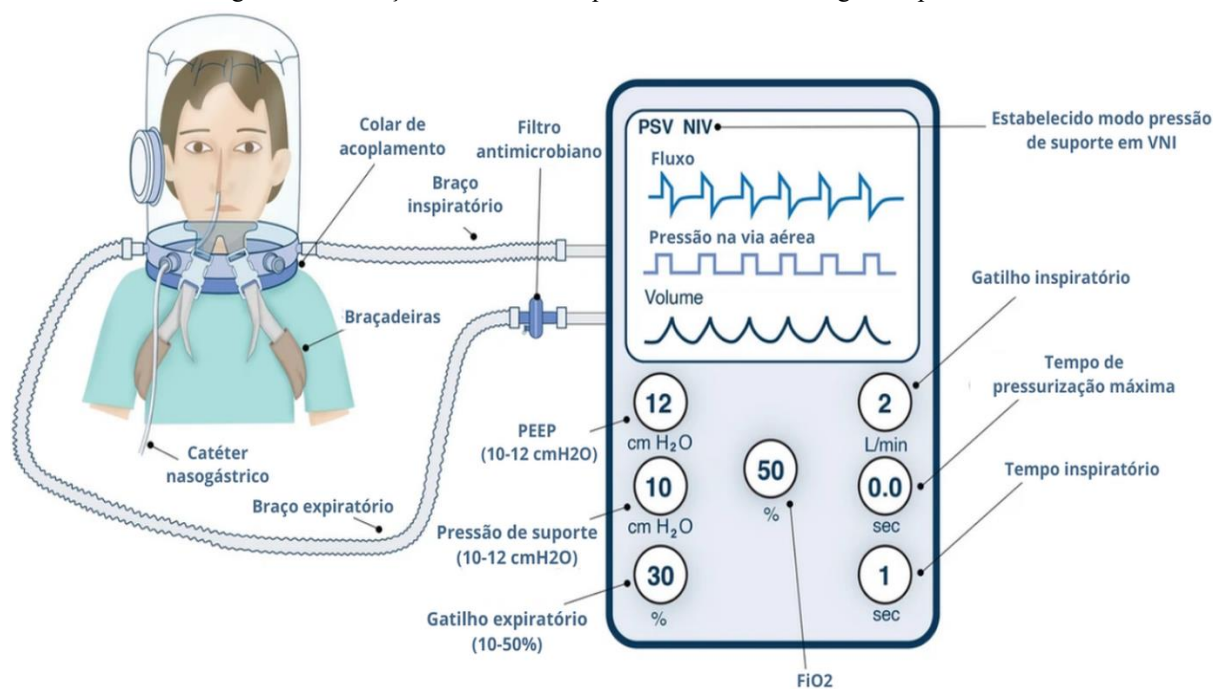
4.3.1 Ventilação por pressão de suporte (PSV)

O *helmet* é conectado a um ventilador usando dois sistemas conectores diferentes: via inspiratória e via expiratória, com um fluxo de cerca de 100 L/min e uma pressão de suporte de 8 mmHg, que é aumentada conforme redução da frequência respiratória do paciente ou uso de musculatura acessória (Buell; Patel, 2023). O grande espaço-morto a ser preenchido no *helmet* exige alta pressurização, podendo resultar em menor pressão inspiratória nas vias aéreas do paciente, o que pode comprometer a sincronia com o ventilador.

Assim, ajustes específicos que geram uma maior PEEP são realizados a fim de se atingir a completa expansão do capacete, manter um alto nível de pressão de suporte e maior tempo de

pressurização (Coppadoro *et al.*, 2021). Desse modo, é preferível um circuito com dois tubos em vez de circuitos Y, ajustar a PEEP entre 10-15 cmH₂O, manter uma pressão de suporte em cerca de 10-14 cmH₂O e obter uma taxa de pressurização mais rápida. Além disso, neste modo ventilatório e com tais configurações, não é necessário umidificadores se o fluxo é mantido em torno de 40 L/min (Cesarano *et al.*, 2022). Um esquema representativo desse modo de ventilação é descrito na Figura 2.

Figura 2 - Ilustração do *helmet* e esquema de circuito configurado para PSV



Fonte: Adaptado de Grieco *et al.*, 2022b.

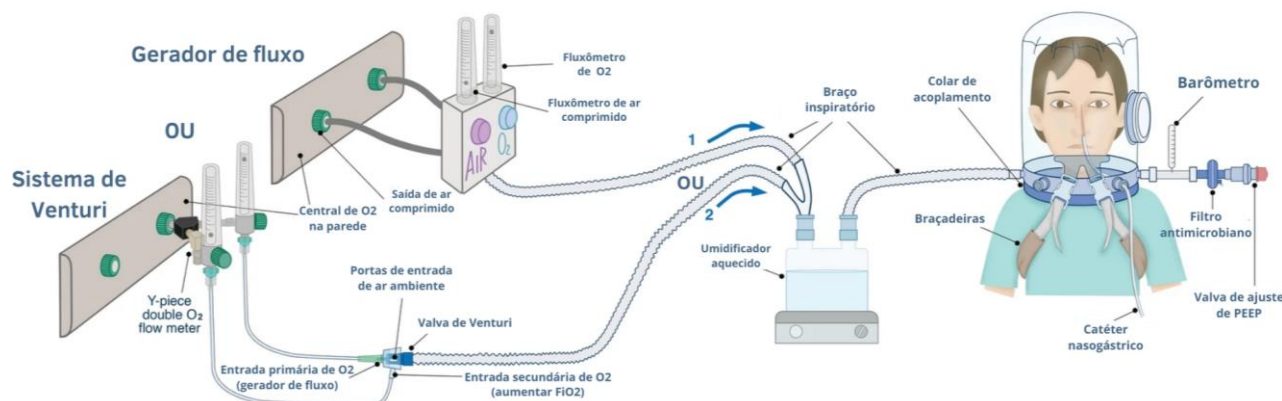
4.3.2 Ventilação por pressão positiva contínua (CPAP)

O CPAP se caracteriza pelo fluxo contínuo de oxigênio (cerca de 60 L/min) a uma FiO₂ variável que preenche o *helmet* e se dispersa pelo ambiente por meio de uma válvula conectada na porta expiratória, que garante uma PEEP, podendo ser ofertado por um ventilador (Cesarano *et al.*, 2022). O fluxo adequado é fundamental para expandir e preencher o capacete, gerar pressão positiva e evitar ao máximo a retenção de CO₂ (Coppadoro *et al.*, 2021), sendo que um fluxo menor que 40 L/min é associado à inspiração significativa de CO₂ retido na interface, assim, prover 50-60 L/min de fluxo e uma PEEP 10-15 cm H₂O representa a configuração mais segura de fornecer pressão positiva contínua (Cesarano *et al.*, 2022).

Diferente da máscara facial, o sistema do *helmet* permite maior complacência para que o paciente mantenha o fluxo inspiratório sem esforço adicional, caso a demanda do paciente seja maior do que o fluxo fornecido (Coppadoro *et al.*, 2021). Nesse modo, não é recomendado fluxo fornecido por ventilador, pois o fluxo de gás corresponde à ventilação-minuto do paciente e isso é insuficiente para “lavar” o CO₂ e evitar a retenção (Buell; Patel, 2023; Coppadoro *et al.*, 2021). Um esquema

representativo desse modo de ventilação é descrito na Figura 3.

Figura 3 - Ilustração do *helmet* e esquema de circuito configurado para CPAP



Fonte: Adaptado de Grieco *et al.*, 2022b.

4.3.3 Conforto e tolerabilidade do paciente ao uso do *helmet*

Conforme já mencionado, o conforto do paciente é um ponto-chave para o sucesso do suporte respiratório não-invasivo. Brugnolli *et al.* (2023) realizou um estudo qualitativo que avaliou as respostas de 20 pacientes quanto aos sentimentos durante o uso do *helmet*, sendo que todos os participantes descreveram as primeiras horas de uso como um grande desafio, em que a sensação de sufocamento era presente, além do barulho e pressão sentida sobre os ombros serem pontos de grande desconforto.

Apesar disso, a percepção desses pacientes revelou que o fato do capacete permitir a manutenção da dieta, o uso de óculos, fones de ouvido para músicas, leitura de livros, consulta ao celular e a comunicação com a equipe e com familiares contribuiu com a tolerância à terapêutica e a efetividade (Brugnolli, *et al.*, 2023; Cammarota *et al.*, 2022). Ainda, há medidas que podem potencializar o conforto do paciente durante o uso do *helmet*, como posicionar filtros e umidificadores, estrategicamente no conector inspiratório, que atenuem o barulho, ajustem a umidificação do fluxo de ar evitando o efeito colateral de xerostomia sem excesso de umidade, que poderia condensar na interface e reduzir a visibilidade ao paciente (Cammarota *et al.*, 2022, Coppadoro *et al.*, 2021).

4.4 LIMITAÇÕES A SEREM CONSIDERADAS QUANTO AO USO DO *HELMET*

A reinalação de CO₂ é uma questão a ser discutida no uso do *helmet* e pode desempenhar um papel chave nos desfechos clínicos, visto que a interface, à princípio, possui um grande “espaço morto” a ser preenchido por CO₂ expirado que se mistura ao gás fornecido (Hong *et al.*, 2021). A concentração de CO₂ dentro do capacete depende do quanto é produzido pelo paciente, do quanto se tem de volume-minuto gerado e do quanto é “lavado” pelo alto fluxo, sendo que a concentração pode chegar a níveis de 18 mmHg quando se usa circuitos em Y e que isso pode ter redução de até 50% se for usado dois

conectores independentes para as vias inspiratória e expiratória. No entanto, para pacientes com exacerbação de DPOC, a máscara facial apresenta maior eficácia em reduzir dispneia justamente pela redução mais significativa de retenção de CO₂, apesar de o *helmet* apresentar resultados equivalentes quanto à melhor oxigenação e menor índice de IOT (Coppadoro *et al.*, 2021).

O aumento da pressão inspiratória pode contribuir para remover o CO₂ excedente, como já citado anteriormente, o que deve ser feito com cautela dado o risco de aumentar o desconforto pelo alto fluxo (Hong *et al.*, 2021, Rosà *et al.*, 2023). De qualquer forma, a monitorização contínua se faz pertinente, pois outra limitação do capacete é não permitir uma mensuração adequada do volume corrente fornecido, já que parte do fluxo fornecido é usado para expansão da interface e não diretamente adentra as vias aéreas do paciente, assim a coleta de gasometria arterial e a oximetria de pulso constante podem ser ferramentas para assegurar que há melhora na taxa de oxigenação e relação PO₂/FiO₂, assim como a reinalação de CO₂ seja a mínima possível (Buell; Patel, 2023).

4.5 ESTUDOS COMPARATIVOS E DESFECHOS CLÍNICOS NO CONTEXTO DA COVID-19

A partir de dados pré-pandemia, revisões sistemáticas sobre quadros clínicos que não Covid-19 demonstraram uma superioridade do *helmet* entre as outras modalidades ventilatórias não invasivas no que diz respeito à mortalidade e qualidade de vida pós-internação (Bellani *et al.*, 2021). Também, conforme aponta a revisão sistemática de Ferreyro *et al.* (2020), a ventilação não invasiva por capacete (RR, 0,26 [CrI 95%, 0,14-0,46/ risco absoluto, -0,32 [CrI 95%, -0,60 a -0,16] apresentou menor risco de evolução para intubação orotraqueal (25 estudos, com 3.804 pacientes) quando comparada a máscara nasal e cateter de alto fluxo. Além disso, em 21 estudos (2.270 pacientes), foi verificada a consequente redução da mortalidade com uso do *helmet* em detrimento de outras interfaces. No entanto, existem resultados conflitantes como demonstra a revisão de Peng *et al.* (2022), em que não houve diferenças na taxa de mortalidade ao se comparar VNI com capacete e CNAF.

É sabido que o principal fator de gravidade e causa de admissão em UTI durante a Covid-19 é a SDRA, que pode apresentar uma mortalidade de 30-40% dos pacientes, mesmo com suporte ventilatório otimizado (Cammarota *et al.*, 2021; Piluso *et al.*, 2023). As tecnologias de ventilação não invasiva tiveram destaque na tentativa de evitar a evolução do paciente para necessidade de VM invasiva (Beliero *et al.*, 2023; Duca *et al.*, 2020), sendo que na primeira onda da pandemia, no primeiro semestre de 2020, existiu a proporção de que para cada paciente atendido na UTI com ventilação mecânica invasiva, outro paciente foi atendido em outros ambientes hospitalares com VNI (Bellani *et al.*, 2021; Coppadoro *et al.*, 2021).

Durante a pandemia, estudos tentaram avaliar qual seria o manejo ideal comparando interfaces de ventilação não invasiva. A indicação do *helmet* para Covid-19 concentrou-se em pacientes que apresentavam uma SDRA leve a moderada, sem indicação de VM, sendo que o capacete chegou a ser

incorporado em protocolos e diretrizes de vários hospitais pelo mundo e o modo de ventilação mais utilizado por essa interface foi o CPAP (Chao; Wang; Liu, 2022; Amirfarzan *et al.*, 2021). Estudos observacionais com o capacete no modo CPAP apontaram desfecho positivo em mais de 60% dos pacientes, evitando a necessidade de IOT e também reduzindo a mortalidade (Amirfarzan *et al.*, 2021; Bellani *et al.*, 2021). Em concordância, ensaios clínicos com dispositivos de mesmas características também apresentaram taxa de intubação menor e mais dias sem ventilador do que o os usuários de cateter nasal de alto fluxo (Chao; Wang; Liu, 2022; Michi *et al.*, 2023).

De forma divergente, em ensaios clínicos como o “*HELMET-COVID*” e “*HENIVOT TRIAL*”, não foi evidenciado diferenças estatísticas entre as interfaces em relação à mortalidade e dias sem suporte ventilatório (Arabi *et al.*, 2022). Contudo, ainda assim, o “*HENIVOT TRIAL*” apontou superioridade do capacete em relação ao CNAF quanto a necessidade de intubação orotraqueal e ventilação mecânica, concordante com Grieco *et al.* (2021), o qual também aponta associação à melhora da oxigenação e dispneia, além de aumento de dias livres de ventilação invasiva.

Foi possível, então, reunir dados suficientes para predizer parâmetros característicos de um paciente que melhor se beneficiaria dessa tecnologia, sendo que alguns estudos propuseram que a PaCO_2 pré-tratamento $< 35\text{mmHg}$ e a relação $\text{PaO}_2/(\text{FiO}_2 \times \text{VAS dispneia}) < 30$ (em que VAS trata-se de escala visual analógica para avaliação de dispneia e desconforto respiratório, variando a pontuação de 0 a 10 como desconforto máximo) são achados que se relacionam com prognóstico de maiores benefícios clínicos (Rosà *et al.*, 2023; Chao; Wang; Liu, 2022; Grieco *et al.*, 2022a).

É preciso considerar que os fatores responsáveis pela falha da ventilação não invasiva relacionam-se à gravidade do quadro do próprio doente, podendo ser resumidos em uma relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ intensamente reduzida e altas pontuações em *scores* como o SAPS III (Beliero *et al.*, 2023; Bellani *et al.*, 2021). Ademais, também houve uma preocupação quanto à performance frente a qualidade de vida do paciente pós-hospitalização pela Covid-19. A reabilitação após o internamento dos pacientes usuários de ventilação mecânica é, de fato, inferior quando comparada aos pacientes que receberam ventilação não invasiva e é diretamente relacionada ao tempo de uso do ventilador, porém sem diferença significativa entre as interfaces não invasivas (Arabi *et al.*, 2023; Michi *et al.*, 2023).

Em resumo, o dispositivo *helmet*, no modo CPAP, ao reduzir a necessidade de ventilação invasiva, demonstrou-se como uma opção importante de oxigenioterapia, visto que também tem a capacidade de mitigar as consequências de escassez de leitos de UTI ao ter o uso viável mesmo fora do ambiente de cuidados intensivos, sem grandes eventos adversos conforme demonstrado por Coppadoro *et al.* (2021) e Amirfarzan *et al.* (2021). Tais constatações sugerem uma vantagem potencial a ser explorada, além da segurança de uso do *helmet* em pacientes hipoxêmicos por Covid-19 (Michi *et al.*, 2023).

4.6 LIMITAÇÕES DESTA REVISÃO DE ESCOPO

Apesar de estudos recentes com dados do período pandêmico serem promissores, é imperativo declarar que há uma complexidade importante ao se analisar os estudos clínicos existentes, já que possuem alguns fatores confundidores. Entre eles, não há uma padronização em relação a seleção de pacientes e escolha de protótipo conforme diferentes centros; também, os ensaios com uso do *helmet* dependem das causas inerentes à insuficiência respiratória, assim como a gravidade basal do quadro, a cooperação do paciente e a experiência da equipe. Além disso, os estudos são majoritariamente monocêntricos, com “n” restritos, sendo que em alguns dos estudos com resultados positivos para desfechos clínicos satisfatórios, houve associação a fatores como: posição prona, uso de dexmedetomidina para maior conforto e adesão do paciente, manipulação por equipe experiente em manejo ventilatório, seleção restrita de pacientes em *status* patológico que não causasse atraso na indicação de IOT, comorbidades progressas e uso de corticoide (Piluso *et al.*, 2023; Al-Dorzi; Kress; Arabi, 2022).

5 CONCLUSÃO

Apesar de existirem múltiplos ensaios e revisões sistemáticas acerca do suporte respiratório não invasivo nos últimos anos, com um impulso exponencial durante a pandemia de Covid-19, ainda não foi possível definir uma conduta definitiva ou um protocolo quanto ao uso do *helmet*, visto que há divergências na literatura e limitações quanto à análise dos estudos. Também, não há consenso sobre a população que melhor se beneficiaria da indicação desse suporte ventilatório, qual o tempo de uso ideal ou, ainda, parâmetros pressóricos padronizados.

Ainda assim, o *helmet* é amplamente usado na prática a beira-leito e isso tem sido suficiente para gerar dados clinicamente relevantes como a associação com menor risco de evolução para IOT e até menor índice de mortalidade encontrado em alguns estudos. De qualquer forma, independente do modo ventilatório não invasivo ou interface usada, o uso de fluxo adequado para evitar retenção de CO₂, manter uma PEEP satisfatória e uma ventilação protetora minimiza os riscos de P-SILI, além de monitorização e vigilância clínica rigorosa serem essenciais para evitar o atraso de IOT nos casos com necessidade.

Logo, é possível afirmar que o *helmet* é uma alternativa segura como suporte respiratório não invasivo nos pacientes com IRpA conforme o contexto clínico, mas dado a variabilidade dos casos, os custos de cada terapia e irregularidade de distribuição de recursos entre as diferentes unidades hospitalares, é imperativo que mais estudos multicêntricos e estatisticamente significativos sejam realizados, para que se possa estabelecer uma indicação formal e adequadamente baseada em evidências.



AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Projeto “Novo Arranjo de Pesquisa e Inovação - Energia Zero Carbono” (NAPI-EZC) da Universidade Estadual de Maringá pela oportunidade, respaldo técnico e material fornecidos para execução desta pesquisa. Também, agradecemos a LEISS, por oferecerem espaço e apoio institucional ao estudo de soluções de tecnologia e bioengenharia dedicadas à área da saúde.



REFERÊNCIAS

AL-DORZI, H. M.; KRESS, J.; ARABI, Y. M. High-Flow Nasal Oxygen and Noninvasive Ventilation for COVID-19. *Critical Care Clinics*, v. 38, n. 3, p. 601–621, 2022.

AMIRFARZAN, H. et al. Use of *Helmet* CPAP in COVID-19 – A practical review. *Pulmonology*, v. 27, n. 5, p. 413–422, 2021.

ARABI, Y. M. et al. Effect of *Helmet* Noninvasive Ventilation vs Usual Respiratory Support on Mortality among Patients with Acute Hypoxemic Respiratory Failure Due to COVID-19: The *HELMET*-COVID Randomized Clinical Trial. *JAMA*, v. 328, n. 11, 2022.

ARABI, Y. M. et al. Long-term outcomes of patients with COVID-19 treated with *Helmet* noninvasive ventilation or usual respiratory support: follow-up study of the *Helmet*-COVID randomized clinical trial. *Intensive Care Medicine*, v. 49, n. 3, 2023.

ARKSEY, Hilary; O'MALLEY, Lisa. Scoping studies: towards a methodological framework. *International journal of social research methodology*, v. 8, n. 1, p. 19-32, 2005.

ASWANETMANEE, Pantaree et al. Noninvasive ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Scientific Reports*, v. 13, n. 1, p. 8283, 2023.

BELLANI, G.; LAFFEY, J. G.; PHAM, T.; et al. Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, v. 315, n. 8, p. 788–800, 2016.

BELLANI, Giacomo et al. Noninvasive ventilation of patients with acute respiratory distress syndrome. Insights from the LUNG SAFE study. *American journal of respiratory and critical care medicine*, v. 195, n. 1, p. 67-77, 2017.

BELLANI, G. et al. Noninvasive ventilatory support of patients with covid-19 outside the intensive care units (ward-covid). *Annals of the American Thoracic Society*, v. 18, n. 6, p. 1020–1026, 2021.

BELIERO, A. M. et al. ELMO CPAP: an innovative type of ventilatory support for COVID-19-related acute respiratory distress syndrome. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 49, n. 6, p. 1–7, 2023.

BIGATELLO, Luca; PESENTI, Antonio. Respiratory physiology for the anesthesiologist. *Anesthesiology*, v. 130, n. 6, p. 1064-1077, 2019.

BRUGNOLLI, Anna et al. Qualitative study of COVID-19 patient experiences with non-invasive ventilation and pronation: strategies to enhance treatment adherence. *BMJ open*, v. 13, n. 12, p. e077417, 2023.

BUELL, Kevin G.; PATEL, Bhakti K. *Helmet* noninvasive ventilation in acute hypoxic respiratory failure. *Current opinion in critical care*, v. 29, n. 1, p. 8-13, 2023.

CAMMAROTA, Gianmaria et al. Noninvasive respiratory support outside the intensive care unit for acute respiratory failure related to coronavirus-19 disease: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care*, v. 25, p. 1-14, 2021.

CAMMAROTA, Gianmaria; SIMONTE, Rachele; DE ROBERTIS, Edoardo. Comfort during non-invasive ventilation. *Frontiers in Medicine*, v. 9, p. 874250, 2022.



CESARANO, Melania et al. *Helmet* noninvasive support for acute hypoxemic respiratory failure: rationale, mechanism of action and bedside application. *Annals of Intensive Care*, v. 12, n. 1, p. 94, 2022.

CHAO, K. Y.; WANG, J. S.; LIU, W. L. Role of *helmet* ventilation during the 2019 coronavirus disease pandemic. *Science Progress*, v. 105, n. 2, p. 1–28, 2022

CHAUDHURI, D. et al. *helmet* noninvasive ventilation compared to facemask noninvasive ventilation and high-flow nasal cannula in acute respiratory failure: a systematic review and meta-analysis *European Respiratory Journal* *European Respiratory Society*, 1 mar. 2022.

CHAUDHURI, D. et al. High-Flow Nasal Cannula Compared with Noninvasive Positive Pressure Ventilation in Acute Hypoxic Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Critical Care Explorations*, v. 5, n. 4, p. E0892, 2023.

COPPADORO, Andrea et al. The use of head *helmets* to deliver noninvasive ventilatory support: a comprehensive review of technical aspects and clinical findings. *Critical Care*, v. 25, p. 1-11, 2021.

DUCA, A. et al. Severity of respiratory failure and outcome of patients needing a ventilatory support in the Emergency Department during Italian novel coronavirus SARS-CoV2 outbreak: Preliminary data on the role of *Helmet* CPAP and Non-Invasive Positive Pressure Ventilati. *EClinicalMedicine*, v. 24, p. 1–7, 2020.

FERREYRO, Bruno L. et al. Association of noninvasive oxygenation strategies with all-cause mortality in adults with acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Jama*, v. 324, n. 1, p. 57-67, 2020.

GALVÃO, T. F. et al. A declaração PRISMA 2020: Diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. *Epidemiologia e Serviços de Saude*, v. 31, n. 2, p. 1–12, 2022.

GRASSELLI, Giacomo et al. ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome: definition, phenotyping and respiratory support strategies. *Intensive care medicine*, v. 49, n. 7, p. 727-759, 2023.

GRIECO, D. L. et al. Effect of *Helmet* Noninvasive Ventilation vs High-Flow Nasal Oxygen on Days Free of Respiratory Support in Patients with COVID-19 and Moderate to Severe Hypoxemic Respiratory Failure: The HENIVOT Randomized Clinical Trial. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, v. 325, n. 17, p. 1731–1743, 4 maio 2021.

GRIECO, Domenico Luca et al. Phenotypes of patients with COVID-19 who have a positive clinical response to *helmet* noninvasive ventilation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 205, n. 3, p. 360-364, 2022. (a)

GRIECO, Domenico Luca; PATEL, Bhakti K.; ANTONELLI, Massimo. *Helmet* noninvasive support in hypoxemic respiratory failure. *Intensive Care Medicine*, v. 48, n. 8, p. 1072-1075, 2022. (b)

HONG, Shukun et al. The roles of noninvasive mechanical ventilation with *helmet* in patients with acute respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, v. 16, n. 4, p. e0250063, 2021.

HYZY, R.C; PARSONS, P. E. Clinical and physiologic complications of mechanical ventilation: Overview. [S. l.]: WoltersKluwer, UpToDate, 2024. Disponível em:



<https://www.uptodate.com/contents/clinical-and-physiologic-complications-of-mechanical-ventilation-overview>. Acesso em: 5 mar. 2024.

KHATIB, M. Y. et al. Comparison of the clinical outcomes of noninvasive ventilation by *helmet* vs facemask in patients with acute respiratory distress syndrome. *Medicine (United States)*, v. 100, n. 4, p. 5–8, 2021.

LIENGSWANGWONG, W. et al. Early detection of non-invasive ventilation failure among acute respiratory failure patients in the emergency department. *BMC Emergency Medicine*, v. 20, n. 1, p. 80, 2020

MENGA, Luca S. et al. Dyspnoea and clinical outcome in critically ill patients receiving noninvasive support for COVID-19 respiratory failure: post hoc analysis of a randomised clinical trial. *ERJ Open Research*, v. 7, n. 4, 2021. (a)

MENGA, Luca S. et al. Noninvasive respiratory support for acute respiratory failure due to COVID-19. *Current opinion in critical care*, v. 28, n. 1, p. 25-50, 2022.

MENGA, Luca Salvatore et al. High failure rate of noninvasive oxygenation strategies in critically ill subjects with acute hypoxemic respiratory failure due to COVID-19. *Respiratory care*, v. 66, n. 5, p. 705-714, 2021. (b)

MICHI, T. et al. Long-term outcome of COVID-19 patients treated with *helmet* noninvasive ventilation vs. high-flow nasal oxygen: a randomized trial. *Journal of Intensive Care*, v. 11, n. 1, p. 1–14, 2023.

PENG, Y. et al. Comparison between high-flow nasal cannula and noninvasive ventilation in COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis. *Therapeutic Advances in Respiratory Disease*, v. 16, 2022.

PETERS, Micah DJ et al. Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBI evidence synthesis*, v. 18, n. 10, p. 2119-2126, 2020.

PILUSO, M. et al. COVID-19 Acute Respiratory Distress Syndrome: Treatment with *Helmet* CPAP in Respiratory Intermediate Care Unit by Pulmonologists in the Three Italian Pandemic Waves. *Advances in Respiratory Medicine*, v. 91, n. 5, p. 383–396, 2023.

RADOVANOVIC, D. et al. *Helmet* cpap to treat acute hypoxemic respiratory failure in patients with covid-19: A management strategy proposal. *Journal of Clinical Medicine*, v. 9, n. 4, p. 1–8, 2020.

ROSÀ, Tommaso et al. Non-invasive ventilation for acute hypoxemic respiratory failure, including COVID-19. *Journal of Intensive Medicine*, v. 3, n. 01, p. 11-19, 2023.

SNYDER, H. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, v. 104, p. 333–339, nov. 2019.

TVERRING, J.; ÅKESSON, A.; NIELSEN, N. *Helmet* continuous positive airway pressure versus high-flow nasal cannula in COVID-19: a pragmatic randomised clinical trial (COVID *HELMET*). *Trials*, v. 21, n. 1, p. 1–10, 2020.