



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS TOLEDO

CURSO DE MEDICINA



PROGRAMA DE VOLUNTARIADO ACADÊMICO

TRADUÇÃO LIVRE DE ARTIGOS CIENTÍFICOS SOBRE A COVID-19

Este projeto visa realizar a tradução livre de artigos científicos relacionados à COVID-19, publicados em revistas internacionais de renome, com o objetivo de fornecer material traduzido e facilitar a compreensão e acesso à informação relevante aos profissionais de saúde de diversas áreas e a população em geral. Não há conflitos de interesse.

Título original: Decontamination of face masks with steam for mask reuse in fighting the pandemic COVID-19: experimental supports

Autores: Qing-Xia Ma, Hu Shan, Chuan-Mei Zhang, Hong-Liang Zhang, *Et al.*

Publicado em: Wiley Online Library. April 22, 2020

DOI: 10.1002/jmv.25921

Autor correspondente: Ji-Ming Chen. College of Veterinary Medicine, Qingdao Agricultural University, Qingdao, 266109, China. Email: jmchen678@qq.com

Descontaminação de máscaras faciais com vapor para reutilização das máscaras no combate à pandemia de COVID-19: suportes experimentais

RESUMO

A pandemia da COVID-19 causada pelo novo coronavírus SARS-CoV-2 reivindicou muitas vidas mundialmente. Usar máscaras médicas ou máscaras N95 (nomeadamente respiradores N95) pode desacelerar a disseminação do vírus e reduzir o risco de infecção. A reutilização dessas máscaras pode minimizar o desperdício, proteger o meio ambiente e ajudar a resolver a iminente atual falta de máscaras. A desinfecção de máscaras usadas é necessária para reutilização segura, mas uma descontaminação imprópria pode danificar a estrutura de bloqueio das máscaras. Neste estudo, nós demonstramos, usando o coronavírus aviário de bronquite infecciosa para

mimetizar o SARS-CoV-2, que máscaras médicas e máscaras N95 mantiveram sua eficácia de proteção após serem expostas ao vapor de água fervente por até 2 horas. Nós também demonstramos que três marcas de máscaras bloquearam mais de 99% dos vírus em aerossóis. O coronavírus aviário foi completamente inativado após ser exposto ao vapor por 5 minutos. De forma conjunta, este estudo sugere que máscaras médicas são adequadas para uso na maioria das ocasiões sociais, e ambas máscaras médicas e máscaras N95 podem ser reutilizadas por alguns dias com descontaminação à vapor entre os usos.

PALAVRAS-CHAVE

COVID-19; coronavírus; descontaminação; máscaras; reutilização.

HIGHLIGHTS

1. A reutilização de máscaras médicas e respiradores N95 é altamente necessária
2. As máscaras têm excelente eficácia no bloqueio de coronavírus em aerossóis
3. As máscaras devem ser descontaminadas para reutilização
4. As máscaras mantêm sua eficácia de bloqueio após serem expostas ao vapor de água fervente
5. A aplicação do vapor pode inativar completamente o coronavírus

1. INTRODUÇÃO

A pandemia da COVID-19 causada pelo novo coronavírus SARS-CoV-2 se espalhou para a maior parte dos países do mundo e tomou mais de 160.000 vidas.^{1,2}

Usar máscaras médicas (MMs) ou respiradores N95 pode reduzir a disseminação do vírus e reduzir o risco de infecção.^{3,4} Respiradores N95 são chamados neste relatório de máscaras N95 (MN95). Apesar de estas máscaras serem voltadas apenas para um único uso e precisarem ser descartadas como recomendação do fabricante, a reutilização não emergencial foi praticada por décadas mesmo em países desenvolvidos para reduzir desperdícios desnecessários.⁵ Atualmente, a reutilização de máscaras é altamente necessária devido à escassez de fornecimento.

A superfície de MMs e MN95 pode estar contaminada com alguns patógenos. Estes patógenos podem potencialmente ser transferidos pelo toque das mãos do usuário e causar infecção subsequente por toque de membranas mucosas da face.⁵ Portanto, MMs e MN95 devem ser descontaminadas antes do reuso para minimizar o potencial risco de infecção. Várias medidas foram recomendadas para descontaminar máscaras para reuso, mas a maior parte destas requerem instrumentos específicos e/ou materiais, como autoclave de laboratório ou industrial, materiais radioativos, e óxido de etileno.⁵⁻¹⁰ Eles se mostram inadequados para a maioria das pessoas.⁵⁻¹⁰ Além disso,

tanto o efeito da descontaminação ou a manutenção da eficiência de bloqueio das máscaras não foram examinadas por experimentos.⁵⁻¹⁰

Neste estudo, nós verificamos uma medida simples de descontaminação adequada à maioria das pessoas para reutilização de MM e MN95. Tanto o efeito de descontaminação e a influência no potencial de bloqueio das máscaras foram examinadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A cepa de vacina do vírus H120 de bronquite infecciosa aviária foi usada para mimetizar o SARS-CoV-2 já que ambos são coronavírus. O vírus veio do laboratório *Qingdao Ruijie Biotechnology Company*, de Qingdao, China, e foi propagado usando ovos embrionados de 10 dias de idade. A quantificação viral foi feita usando ensaio de RT-PCR em tempo real TaqMan previamente relatado.¹¹

Quatro marcas de MMs (MMa, MMb, MMc, MMd) e duas marcas de MN95s (MN95a, MN95b) produzidas na China foram testadas. Os nomes das marcas não foram revelados para evitar conflitos de interesse. Estas máscaras foram colocadas em sacos plásticos intactos e colocadas em vapor de água fervente de torneira em uma panela de cozinha por certo período de tempo.

A eficácia de bloqueio foi detectada usando um dispositivo relatado previamente (Figura 1).³ Em suma, a parte superior de seringas de 60ml foram removidas, e elas foram envolvidas com as máscaras testadas exceto os tubos do controle. Uma esponja de limpeza facial (8 mm de espessura) feita de álcool polivinílico hidrofílico foi colocada dentro da seringa atrás da máscara embrulhada para coletar o vírus que passar através da máscara. Três de quatro seringas foram alinhadas e colocadas juntas para gerar informações pareadas. Estas seringas estavam conectadas com um saco plástico que coletava os aerossóis contendo o vírus produzido com um nebulizador. Os aerossóis têm diâmetro médio de 3,9 μm , e 65% dos aerossóis tem diâmetros < 5,0 μm , como informado nas especificações do nebulizador.

O fluido alantóico contendo o coronavírus foi diluído em 1:10 usando salina tamponada de fosfato (STF). O fluido foi adicionado ao nebulizador para a produção de aerossóis contendo vírus. O ar contendo os aerossóis foi inalado para dentro e fora da seringa 100 vezes por meio do movimento sincronizado do pistão das seringas (aproximadamente 40 ml de ar foram inalados a cada movimento do pistão), para mimetizar a respiração humana. Então as máscaras foram desembulhadas, e a esponja de dentro da seringa foi removida, encharcada em um saco plástico contendo STF, e pressionada 10 vezes. O RNA de 0,2 ml do STF foi extraído para a detecção da quantidade de vírus usando o RT-PCR TaqMan.

Cada detecção neste estudo foi conduzida usando os itens individualmente por 4 vezes. A diferença entre as informações foi analisada estatisticamente usando testes T pareados (*tails: 2; type: 1*).

3. RESULTADOS

3.1 Eficiência de bloqueio das máscaras antes da exposição ao vapor

Como mostrado na Tabela 1, mais de 99% dos vírus foram bloqueados pela MMA, MMc, MMd, MN95a, e MN95b, antes do contato com vapor. A MMb bloqueou aproximadamente 98% do vírus e seus valores de Ct foram significativamente inferiores às outras máscaras ($P < 0,01$).

3.2. Eficiência de bloqueio das máscaras depois da exposição ao vapor

Para examinar se a eficiência de bloqueio das máscaras diminuiu significativamente devido a descontaminação com vapor, as máscaras foram colocadas ao vapor de água fervente. Algumas MMA, MMd e MN95e foram usadas por sete dias antes do tratamento à vapor, e as demais marcas não foram usadas antes do tratamento à vapor (Tabela 1). Como mostrado na Tabela 1, todos os valores de Ct das seis marcas de máscaras, usadas ou não, não apresentaram diferença após expostas ao vapor por 20, 60 ou 120 minutos ($P > 0,05$). Em acordo,

sua eficiência de bloqueio mudou minimamente devido ao vapor quente.

3.3 Eficácia da descontaminação pela aplicação de vapor

O fluido alantóico contendo o coronavírus aviário foi adicionado em cinco tubos Eppendorf de 1,5 ml (0,2 mL em cada tubo). Quatro desses cinco tubos foram fechados e expostos ao vapor de água fervente por 5 minutos, e o tubo restante foi mantido à temperatura ambiente. Em seguida, o fluido alantóico nos quatro tubos colocados ao vapor foi diluído 10 vezes usando PBS. Isto foi seguido pela inoculação de ovos embrionados usando a solução diluída de fluido alantóico (0,1 mL de fluido por ovo, 3 ovos por tubo). Em seguida, o líquido alantóico no tubo mantido à temperatura ambiente foi diluído e usado para inocular três ovos embrionados da mesma maneira. Após incubação por 3 dias, os ovos embrionados inoculados com o fluido dos tubos expostos ao vapor foram negativos no teste em tempo real RT-PCR TaqMan, e os ovos embrionados inoculados com o fluido do tubo mantido à temperatura ambiente foram positivos no teste em de RT-PCR TaqMan. Esses dados sugeriram que os coronavírus aviários eram completamente inativados durante os 5 minutos expostos ao vapor de água fervente.

4. DISCUSSÃO

Este estudo sugeriu que todos os MMs e MN95 testados eram de excelente eficácia no bloqueio do coronavírus, embora o MMb tenha mostrado uma eficácia bloqueadora um pouco menor. Os MMb e MM utilizados em nosso estudo anterior tinham a mesma origem.³ Seus dados de bloqueio neste estudo (aproximadamente 98%) foram superiores ao de nosso estudo anterior (aproximadamente 96%), provavelmente porque os dados aqui contidos foram comparados com o controle sem qualquer material bloqueador antes da esponja coletora de vírus, e os dados em nosso estudo anterior foram comparados com o controle com uma camada de tecido com furos. Todas as quatro MMs foram feitas de polipropileno prensado, mas o peso do pano não tecido (TNT) na MMb ($2,115 \pm$

0,012 g/peça) foi significativamente menor que o dos outros três (de $2.499 \pm 0,008$ g/peça a $2.619 \pm 0,014$ g/peça) com $P < 0,01$. O MMb era, portanto, mais fino que os outros três, e isso provavelmente explica a menor eficácia bloqueadora do MMb. Coletivamente, esses dados demonstraram que os MMs são adequados para uso na maioria das ocasiões sociais, e MMs muito finas podem ter menor eficácia bloqueadora.

No contexto atual da pandemia, os vírus são superiores às bactérias ou partículas físicas para serem usadas para examinar a eficácia bloqueadora das máscaras. Em nosso estudo anterior, usamos um vírus da gripe aviária para imitar o SARS-CoV-2, porque ambos são vírus esféricos envelopados e pleomórficos com tamanhos semelhantes.³ Nesse estudo, presumiu-se que o coronavírus aviário simula melhor o SARS-CoV-2 do que o vírus da gripe aviária.

Várias medidas, incluindo lavagem, fervura, cozimento, exposição à luz solar, secador de cabelo, autoclave, tratamento com álcool, tratamento com cloro ativo, tratamento com ozônio, tratamento com óxido de etileno, radiação gama ou radiação ultravioleta, foram recomendadas para descontaminar máscaras para reutilização.⁵⁻¹⁰ Algumas dessas medidas podem danificar a estrutura de bloqueio das MMs ou MN95 por meio de ação física ou química, e algumas delas podem inativar os patógenos incompletamente, e algumas delas são inadequados para pessoas comuns porque exigem instrumentos ou materiais específicos.⁵⁻¹⁰

Todas as máscaras testadas neste estudo são feitas de pelo menos três camadas de pano não tecido (TNT) de polipropileno prensado com ar quente. A descontaminação das máscaras não deve danificar a estrutura de filtragem das máscaras. Neste estudo, a descontaminação da máscara com vapor de água fervente não tem ação física ou química abrasiva. Isso pode explicar seu excelente desempenho na manutenção da eficácia de bloqueio das máscaras. Usamos algumas das máscaras que foram expostas ao vapor e sentimos que elas eram tão respiráveis no fluxo de ar quanto novas máscaras, e o cheiro desagradável de algumas máscaras usadas diminuiu após o vapor.

Essa medida tem outras vantagens, incluindo segurança, não exigência de agentes ou dispositivos especiais, e rápida inativação da maioria dos micróbios potencialmente ligados à superfície das máscaras. As máscaras expostas ao vapor ficaram secas porque foram mantidas em sacos plásticos durante o processo com o vapor e, desse modo, podem ser usadas diretamente. Supomos que, se disponível, é melhor colocar as máscaras em caixas de aço inoxidável do que em sacos plásticos para o tratamento a vapor.

Vale a pena notar que o uso de máscaras não pode substituir os papéis importantes do distanciamento social e da higiene das mãos, e a colocação e retirada das máscaras devem ser realizadas corretamente. Caso contrário, sua eficácia de bloqueio pode diminuir grandemente e o risco de infecção pode aumentar grandemente. Se uma máscara usada for ser reutilizada, ela deve ser retirada do rosto sem tocar em sua superfície, e deve ser colocada diretamente em um saco plástico ou caixa de aço inoxidável para o tratamento com vapor, evitando a contaminação da superfície de outros itens. Em seguida, as mãos devem ser lavadas imediatamente.

Como a maioria dos micróbios potencialmente presos às máscaras podem ser descontaminados em minutos através do vapor de água fervente, e a eficácia de bloqueio das MMs e MN95 diminui pouco mesmo depois de serem expostas ao vapor por duas horas, presumimos que as MMs e MN95 possam ser usadas por sete a dez dias, se estiverem limpas e ajustadas e não forem danificadas por outros fatores. Portanto, este estudo é valioso para solucionar a grande escassez de máscaras em muitos países que combatem a pandemia de COVID-19. Também pode minimizar o desperdício desnecessário e proteger o meio ambiente do descarte de máscaras reutilizáveis.

RECONHECIMENTOS

Agradecemos Meng Yang e Randong Li por seus prestativos conselhos e assistência. Esta pesquisa foi financiada pelo *National Key R&D Program for the 13th Five-Year Plan of China* (2016YFD050110404 e 2016YFD0500707-7); o *Shandong Key Research and Development Program* na China (2019GNC106074); o *Shandong Team-training Program for Talents of Superior Disciplines at Colleges* na China (1119029). Os financiadores não têm nenhum papel no *design*, condução e relatório deste estudo.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram que não há conflito de interesses.

CONTRIBUIÇÃO AUTURAL

Design: JMC, QXM, HS; *Experimento*: QXM, CMZ, HLZ, GML, RMY; *Análise de dados*: JMC, QXM, HS; *Financiamento*: HS; *Redação do manuscrito*: JMC, HS.

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados derivados que apoiam as descobertas deste estudo estão disponíveis no artigo, e os dados brutos que apoiam as descobertas deste estudo estão disponíveis com o autor correspondente JC, mediante solicitação.

DECLARAÇÃO DE ÉTICA

O artigo não contém a participação de animais e humanos, além dos autores.

REFERÊNCIAS

1. Zhu N, Zhang D, Wang W, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med*. 2020;382(8):727-733. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001017>.
2. World Health Organization (WHO). Novel coronavirus (SARS-CoV-2) situation reports. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports/>.
3. Ma QX, Shan H, Zhang HL, Li GM, Yang RM, Chen JM. Potential utilities of mask-wearing and instant hand

hygiene for fighting SARS-CoV-2. *J Med Virol*. 2020;92:jmv.25805.

<https://doi.org/10.1002/jmv.25805>.

4. Zhou ZG, Yue DS, Mu CL, Zhang L. Mask is the possible key for self-isolation in COVID-19 pandemic. *J Med Virol*. 2020;92: jmv.25846.

<https://doi.org/10.1002/jmv.25846>.

5. CDC. Recommended Guidance for Extended Use and Limited Reuse of N95 Filtering Facepiece Respirators in Healthcare Settings.

<https://www.cdc.gov/niosh/topics/hcwcontrols/recommendedguidanceextuse.html>.

6. ECDC. Cloth masks and mask sterilisation as options in case of shortage of surgical masks and respirators.

<https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Cloth-face-masks-in-case-shortage-surgical-masks-respirators2020-03-26.pdf>.

7. Heimbuch BK, Wallace WH, Kinney K, et al. A pandemic influenza preparedness study: use of energetic methods to decontaminate filtering facepiece respirators contaminated with H1N1 aerosols and droplets. *Am J Infect Control*. 2011;39(1):e1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2010.07.004>.

8. Feldmann F, Shupert WL, Haddock E, Twardoski B, Feldmann H. Gamma irradiation as an effective method for inactivation of emerging viral pathogens. *Am J Trop Med Hyg*. 2019 May;100(5):1275-1277. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.18-0937>.

9. Viscusi DJ, Bergman MS, Eimer BC, Shaffer RE. Evaluation of five decontamination methods for filtering facepiece respirators. *Ann Occup Hyg*. 2009;53(8):815-827. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mep070>.

10. van Straten B, de Man P, van den Dobbelen J, Koeleman H, van der Eijk A, Horeman T. Sterilization of disposable face masks by means of standardized dry and steam sterilization processes; an alternative in the fight against mask shortages due to COVID-19. *J Hosp*

11. Meir R, Maharat O, Farnushi Y, Simanov L. Development of a real-time TaqMan RT-PCR assay for the detection of infectious bronchitis virus in chickens,

and comparison of RT-PCR and virus isolation. *J Virol Methods.* 2010;163(2):190-194. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2009.09.014>.

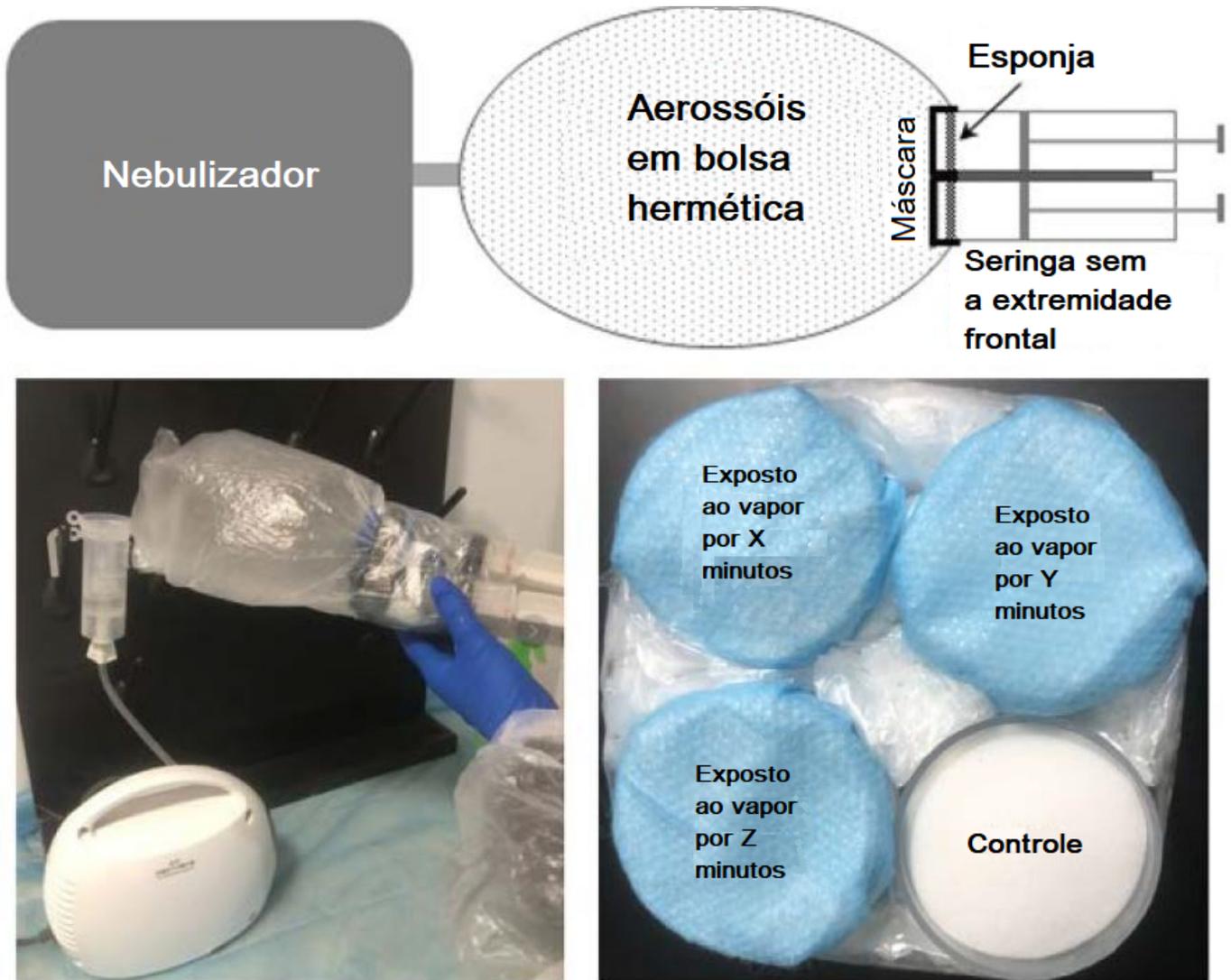
Tabela 1. Eficácia de bloqueio das máscaras expostas ao vapor em comparação com as máscaras-controle não utilizadas

Máscaras	Tempo no vapor	Aumento do valor de C_t ($\bar{x} \pm DP$)	Percentual de bloqueio (95% do IC - intervalo de confiança)
MMa	0 minutos	11,071±0,714	99,954% (99,934–99,972%)
MMa	20 minutos	10,820±1,159	99,945% (99,876–99,975%)
MMa	60 minutos	9,992±1,654	99,902% (99,691–99,969%)
MMa*	120 minutos	9,626±0,871	99,873% (99,768–99,931%)
MMb	0 minutos	5,838±0,593	98,251% (97,362–98,841%)
MMb	120 minutos	4,785±0,571	96,373% (94,612–97,558%)
MMc	0 minutos	9,486±0,070	99,860% (99,854–99,867%)
MMc	120 minutos	8,531±0,764	99,730% (99,541–99,841%)
MMd	0 minutos	9,070±1,305	99,814% (99,540–99,925%)
MMd*	120 minutos	8,970±1019	99,801% (99,596–99,902%)
MN95e	0 minutos	12,363±0,318	99,981% (99,976–99,985%)
MN95e	20 minutos	11,370±1,311	99,962% (99,906–99,985%)
MN95e*	60 minutos	12,308±0,577	99,980% (99,971–99,987%)
MN95f	0 minutos	12,404±1,253	99,982% (99,956–99,992%)
MN95f	120 minutos	11,417±1,633	99,963% (99,887–99,988%)

*Essas máscaras foram usadas por sete dias antes do tratamento com vapor de água fervente.

Legenda da imagem

Figura 1. O sistema para avaliação da eficácia do bloqueio de máscaras (atualizado a partir da referência 3).



Traduzido por¹: Paola Bernardi da Silva e Rodrigo Ribas Azzolini

Revisado por¹: Brenda M. Rocha, Christyan H.T. Takahashi, Giovanna D. Escarante

Supervisão²: Dra. Ana Paula C. Brandalize

1. Acadêmicos de Medicina da Universidade Federal do Paraná (UFPR), campus Toledo.

2. Professor do curso de Medicina da UFPR, campus Toledo.