

遵从COVID-19个人防护装备要求的医疗保健提供者预防面部压力性损伤的研究

摘要

目的 确定在N95口罩下使用重新裁剪的硅酮敷料是否是一种安全、有益的选择，可以在不影响口罩气密性的情况下预防面部皮肤损伤。

方法 自2020年2月21日起，哈马德国王大学医院急诊科（ED）和重症监护病房（ICU）等高危区域的医护人员在从事产生气溶胶的操作时一直佩戴N95口罩，以预防2019新型冠状病毒。当时，在没有可以直接转化为实践操作的教育使能器或资源的情况下，医院的预防压力性损伤委员会探索并创建了一个保护口罩下皮肤的分步程序。该程序根据时间经验开发并经过了测试，确保其不会影响N95口罩密封的有效性。

结果 通过将现成的硅酮有边型敷料切成条状进行重新裁剪，实现了皮肤保护。在成为本证据产生项目一部分的10名不同皮肤类型和性别的志愿医护人员中进行了测试。在4小时佩戴测试前后测得的血氧饱和度值证实，密合的面部保护装备不会影响口罩的气密性，反而会改善口罩的气密性。另一项优势是，据医护人员自述，摩擦力较小，舒适度增加。预防因佩戴N95口罩导致的医疗器械相关压力性损伤的教育使能器是医护人员的重要补充资源。

结论 制定安全的皮肤保护方法，让医护人员可借此在N95口罩下使用重新裁剪的硅酮有边型敷料的这一创造性和新颖的分步程序在很大程度上是有效的，并得益于使能器的创建。

关键词 冠状病毒，COVID-19，使能器，面部损伤，摩擦力，医疗器械相关压力性损伤，N95口罩，血氧饱和度，个人防护装备，硅酮敷料，皮肤

文献引用 Smart H et al. Preventing facial pressure injury for healthcare providers adhering to COVID-19 personal protective equipment requirements. WCET® Journal 2020;40(3):9-18.

DOI <https://doi.org/10.33235/wcet.40.3.9-18>

Hiske Smart*, RN, MA (Nur), PG Dip WHTR, IIWCC
巴林王国，哈马德国王大学医院，伤口护理和高压氧疗科经理
电子邮箱: hiskesmart@gmail.com

Francis Byron Opinion, RN, MAN (UP), ADON
巴林王国，哈马德国王大学医院，护理、质量、研究和信息学部副主任

Issam Darwich, RN, BSc
巴林王国，哈马德国王大学医院，急诊科经理

Manal Aly Elnawasany, RN, BSc
巴林王国，哈马德国王大学医院，感染预防和控制小组，感染控制护士

Chaitanya Kodange, MBBS, MD(Psy), DMM, DHA, IIWCC

巴林王国，哈马德国王大学医院，伤口护理和高压氧疗科顾问

* 通信作者

引言

2019新型冠状病毒（COVID-19）的全球性影响力对一线医疗保健提供者（HCP）产生了重大影响。保证HCP的安全需要其始终充分地使用个人防护装备（PPE）。特别是，使用面部防护装备来防止COVID-19飞沫的气溶胶传播是全球范围内的一项重要建议¹。这需要使用过滤式防护口罩（如N95口罩）、眼部防护装备（如护目镜）、适合的护面罩和/或专门设计的防护服。各医疗机构已经注意到，在佩戴面部PPE保护的一线HCP中，医疗器械相关压力性损伤的发生率也随之增加，需要降低风险。世界各地正在迅速制定指南，以确保能够实施适合每个环境的最佳解决方案。

哈马德国王大学医院（KHUH）的医护人员包括许多种族和各种皮肤类型的医护人员。与许多其他医疗机构一样，自2020年2月以来，这些HCP一直在高危区域穿戴包含N95口罩的PPE，以防止感染COVID-19（第一例确诊病例出现于2020年2月21日）²。从早期开始，KHUH的预防压力性损伤委员会和护理质量委员会就一致认为，所有医护人员的PPE相关压力性损伤和皮肤损伤保护属于其职责范围。组合式压力性损伤预防干预措施³，如完整皮肤（*INTACT SKIN*）组合，得到了患者压力性损伤预防的最佳证据支持；在高危环境中使用这些组合的情况拥有完备记录。因此，护理质量委员会建议

预防压力性损伤委员会遵循这一方法，为提供COVID-19急性护理的HCP开发和测试专门适用于KHUH工作环境的皮肤护理组合。

采用了一种基于助记符的方法⁴来增强对知识的记忆，并以一个词提醒自我照护的重要性：HELP。该助记符旨在帮助HCP记住在极短时间内实施的新规则和程序。为此创建了HELP使能器，该使能器强调了10个用于改善HCP对口罩相关面部损伤的预防的循证要点（图1）。关键信息是先自助，后助他。足以支持4小时轮班的充分补水⁵和营养⁶、穿戴PPE前排空膀胱⁷、注意穿戴PPE的时间^{1,3,8}、良好的皮肤卫生⁹和口罩泄漏测试的重要性¹等要素构成了本护理组合的基础。其他建议包括在PPE下使用丙烯酸乳液¹⁰或保护性敷料¹¹进行面部保护。

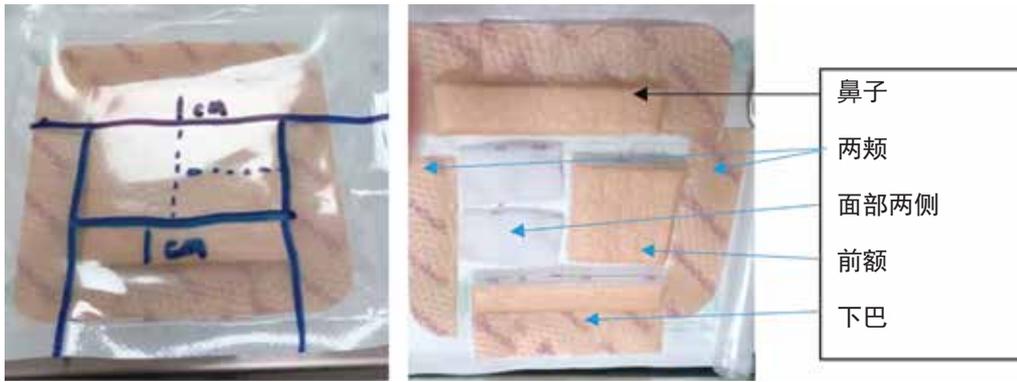
因为粘胶增加了脱皮和随后的皮肤撕裂损伤的风险¹²，还建议在面部使用无损伤硅酮敷料。在缺乏现有证据的情况下，预防压力性损伤委员会将一种现成的敷料重新裁剪，用于面部压力性损伤预防。然而，该小组必须确定此类使用不会影响N95密封的有效性，且在敷料下的面部皮肤将保持完整。此外，由于本研究必须解决所有医护人员的皮肤安全性问题，因此必须考虑皮肤类型的差异；为此，研究人员采用了Fitzpatrick皮肤分型。

图1. Help enabler © Smart 2020.

“Help yourself first, then help others!”

	Action	Rationale
H	H ydrate your body effectively in your off time (drink at least 2 L water/day)	Well-hydrated skin is more resistant to skin breakdown ⁴
	H ygiene of your face and hands through cleansing and moisturizing in off time	Well-maintained skin has less risk for skin breakdown and irritation ⁸
	H ours in personal protective equipment (PPE) accounted for (4 or 6 hours depending on work intensity)	Facial pressure is cumulative over time; less pressure, longer time/higher pressure, less time before skin breakdown ^{7,10} Mask-induced hypoxia possible in HCPs ^{18,19}
E	E at a sufficiently nutritious diet in off time	Protein calorie malnutrition associated with increased risk of pressure injuries ⁵
	E at or drink NOTHING when in PPE	Shifts of 4 hours for nurses and 6 hours for doctors, nil per month in PPE, resulted in zero infection among staff ⁶
	E mpy your bladder before donning PPE	Zero bathroom breaks while in PPE also resulted in zero infections ⁶
L	L otion with acrylates applied on the nose, cheeks, forehead, and hands 10 minutes before donning PPE	Acrylate layer protects against interaction between skin and PPE facilitated by vapor and sweat moisture build-up ⁹
	L eak test passed every time after application of N95 mask	Standard coronavirus precaution ¹
P	P rotective atraumatic layer applied over the nose, on the cheeks, under the chin, and on the forehead and sides of the face before donning PPE.	Atraumatic dressings are a routine, evidence-based intervention for patient pressure injury protection ^{7,10,11}
	P PE applied in layers, with most rigid pieces applied over the softer layers	Layers add pressure but can be used to redistribute pressure to offload bony facial prominences ^{3,7}

图2.敷料的重新裁剪



Fitzpatrick皮肤分型¹³于20世纪80年代开发，用于测量晒伤对不同皮肤类型的影响，被视为皮肤分型的判据标准。该分型包括六种皮肤类型，从白色皮肤（1型，容易晒伤但不会晒黑，2型，经常晒伤且有时晒黑）到橄榄色/中棕色皮肤（3型，有时晒伤且有时晒黑，4型，经常晒黑），最后到深棕色和黑色皮肤（5型和6型）¹³。在本研究中，由于KHUH没有1型（非常白的高加索人皮肤）的护理人员，因此无法纳入这种皮肤类型的HCP。

方法

这项前瞻性观察性队列研究分为五个步骤，以确定每个阶段的适宜性、有效性和安全性。它包括佩戴时间测试，最终为4小时的最终交叉实验。制定方案并召集关键部门（护理、感染控制、质量保证代表、COVID-19医院委员会）讨论和批准拟议的皮肤保护方案需要时间；这一实践创新于2020年3月开始，并在2020年4月的前2周进行了测试。

由于该研究涉及人类受试者，因此获得了机构审查委员会的批准（参考文件编号：20-334）。由于N95口罩的佩戴对于保证COVID-19一线护理提供者的安全是必需的，因此，任何因此而受到的面部损伤均不被视为本实验的伦理异议。实质上，面部损伤是本研究试图减轻的现实生活中存在的风险。受试者签署了一份知情同意书，同意参加研究及其所有照片在随后的发表中使用，且面部没有任何部分被遮挡。

阶段1. 确定如何重新裁剪无损伤硅酮有边型敷料（骶尾部有边型敷料；Mölnlycke，佐治亚州诺克斯市），以覆盖面部骨突，同时不影响N95防颗粒物口罩和外科口罩的密合性（3M 1860型，明尼苏达州明尼阿波利斯），每日一次轮班期间仅使用一小块敷料（这实现了对感染控制实践的最严格解释）。

阶段2. 为自愿参加本项目的八名不同皮肤类型的受试医护人员敷用保护性敷料层。由感染控制人员根据国际最佳实践进行N95密合性测试。

阶段3. 密合性测试后，继续使用面部保护1小时，随后检查面部皮肤状况。

阶段4. 3小时后，确定在密合的N95口罩下敷料的有效性和稳定性，随后检查面部质量状况。（此阶段只纳入一名受试者。）

阶段5. 比较五名受试者在正常工作日4小时轮班期内，在使

用和不使用面部保护的情况下，通过指尖用脉搏血氧计测定的面部皮肤质量和代谢氧饱和度值（ SpO_2 ）的差异。该测试在不频繁忙于护理COVID-19阳性患者的工作环境中进行了2天。重复进行摘除口罩前后的面部皮肤评价和 SpO_2 值测定。

结果

阶段1

在研究开发期间（2020年3月），关于该主题的相关指南极少。因此，我们遵循一个创造性的问题解决程序，以确定如何以最有效和最具成本效益的方式解决作者环境中HCP的面部皮肤损伤。由于医护人员必须在每个轮班结束时移除保护性敷料，因此很明显，任何具有极大粘附力的产品都将很快使皮肤外层脱皮¹²，而且N95口罩对皮肤屏障施加的额外压力将增强粘附力。随着时间的推移，可能会出现移除时的疼痛和皮肤损伤¹²。因此，需要使用无损伤敷料。

在KHUH，无损伤骶尾部硅酮敷料常规用于高危住院患者的压力性损伤预防¹¹，作为标准压力性损伤预防皮肤护理组合的一部分³。这是作者研究环境中唯一可用的无损伤硅酮敷料类型；每片敷料的成本与外卖咖啡的成本类似。目的是重新裁剪单片10x10敷料，在每个轮班中为一线HCP提供面部保护并为医疗机构限制成本。

图2说明了敷料如何进行重新裁剪。敷料的敷贴技巧包括鼻梁，敷料的开口边缘朝向鼻尖和鼻翼两侧。另一片放在下颌下方，开口端朝前放在下巴边缘，其他敷料片放在颧骨上方。补充表提供了敷料敷贴的分步概述（<http://links.lww.com/NSW/A##>）。

早期的测试显示，敷料边缘可以吸附在N95口罩的海绵上，并形成一个互锁机制，使两个卸荷区域彼此邻近，而不是

图3.敷料敷贴和个人防护装备密合性



图4.带面部保护装备佩戴口罩1小时后的所有面部



位于彼此顶部。这增强了压力在更大面积上的分布，并通过堆叠多层来防止任何特定区域承受额外压力。其原理是，如果压力在鼻子上平均分布，敷料边缘上的N95口罩海绵互锁密合，颧骨只需要摩擦力控制（保持口罩完整性而不增加体积）。此外，即使在男性医护人员的面颊和下巴上存在一些小面部毛发胡茬，这种放置方式也是成功的；尽管敷料贴附在下巴毛发上，但敷料贴合紧密，且移除时无痛。

留有一个方形片用于前额，可用作前额上眼保护罩或护目镜下的减压装备。另外留有两个小片，用于抵消N95口罩松紧带接触面部靠近耳朵的两侧产生的压力（图3）。

阶段2

为了确保每个人都使用正确的N95口罩尺寸，需要根据国际指南进行标准化初始密合性测试。KHUH感染控制小组在1月底和2月初使用面罩法进行了泄漏测试^{14, 15}。该方法包括将一个带有敷抹器窗口的透明聚合物罩放在面部前方，并在HCP的颈部使用密合的密封。为了确定受试者的个人敏感性，将一种具有独特气味的气体（苯甲地那铵）连续喷入面罩内，以确定受试者何时（多少次喷雾后）能闻到该气味。然后，取下面罩，指示受试者漱口并等待15分钟。接着，戴上N95口罩，重复上述步骤。如果使用了在敏感性测试中所需的一半的喷雾次数，受试者未闻到气味，则认为口罩密合性有效。感染控制小组记录每次人员通过密合性测试的情况（只有在超过喷雾次数阈值后才闻到气味）。未能通过密合性测试的人员将佩戴不同尺寸的口罩，并重复进行喷雾测试，直到通过为止；但每人只需完成一次¹⁴。

每名医护人员均需要完成泄漏测试，其涉及将N95口罩放置在头部，将两根手指分别放在鼻子两侧，从而将口罩贴合在鼻子周围，一边吸气一边将口罩压紧。然后，双手放在口罩

中部上方（不调整口罩位置），医护人员急速呼气。如果空气从口罩两侧逸出，应调整口罩，并重复所有步骤，直到呼出的空气只从口罩中部排出，吸气和呼气时均不发生泄漏。该程序在每次使用N95口罩时重复两次¹⁶。如果进行有限的N95口罩重复使用，则按照管理口罩功能/交叉污染预防的KHUH感染控制方案进行口罩重复使用，每人使用口罩不超过五次¹⁷。

本阶段纳入了8名不同Fitzpatrick皮肤分型的志愿医护人员（4名男性和4名女性）。两人在ED工作，两人在ICU工作，一人在男性外科病房工作，三人在伤口护理科工作。所有受试者之前均已通过正式的N95密合性测试。所有医护人员之前均在无皮肤保护的情况下佩戴过N95口罩。在初始演示后，受试者在自己的面部敷贴了重新裁剪、分离的无损伤敷料小片。包括剪开敷料所需的时间在内，贴上敷料所花的时间不到5分钟。然后，他们戴上N95口罩，手动进行泄漏测试¹⁶。所有八名受试者在口罩下方敷贴敷料后将口罩调整至与未使用敷料时相同的口罩位置。

然后，感染控制小组又进行了一次密合性测试。医护人员均报告在四次喷雾后仅有轻微的气味，且这种气味在多达六次喷雾后是一致的。因此，使用这种口罩配置可实现95%的阻断。感染控制小组证明该结果符合国际标准，即所有八名受试者在使用无损伤敷料时均通过了密合性测试。

阶段3：佩戴舒适度

医护人员被指示在随后的一小时内保持该PPE配置，不得重新调整位置或移除PPE。一个小时结束后，他们需自己摘除口罩和移除面部敷料，拍摄一张面部照片，并提交给研究小组。所有照片均带有时间戳，以确保在佩戴期结束前未摘除口罩。

图5.A, 无敷料佩戴口罩两小时后。B, 有敷料佩戴口罩三小时后。C, 移除敷料和摘除口罩后一小时(佩戴3小时)



医护人员还必须将这一体验与他们之前的体验/最初的密合性测试比较, 进行报告。尽管有些男性医护人员的敷料敷贴在其毛发上, 但没有来自医护人员的负面评论。事实上, 一些医护人员注意到, 鼻子上的敷料避免了他们之前在向上或向下看时所经历过的口罩移位。这种互锁机制还有助于最大限度地减少N95口罩对鼻梁施加的垂直压力; 所有的受试者均表示鼻子舒适度有所提高, 以及没有由于口罩纤维直接接触面颊而引起的面部刺激。也注意到下巴下方的舒适度; 在这种配置中似乎没有瘙痒和湿气积聚。当被问及是否值得花费所需的敷贴时间使用敷料时, 答案是一致的赞同使用。

所有使用防护性敷料的医护人员的即时面部状况如图4所示。Fitzpatrick皮肤分型2型和3型的医护人员(肤色较白, $n=2$)在面颊骨骼区域出现少量可见红斑。其他受试者($n=6$)均未有明显的红斑或压痕可见。在医护人员放置N95口罩贴在面部上方的松紧带的面部两侧, 未发现红斑或压痕。

阶段4

一名Fitzpatrick 2型皮肤的医护人员愿意在另一天, 在进行泄漏测试之前在没有面部保护的情况下进行2小时的口罩测试。研究人员认为, 拥有这种皮肤类型的医护人员会最快出现可见的损伤。第二天, 这名受试者在使用面部保护的情况下佩戴口罩3小时。该试验的结果如图5所示。

在没有皮肤保护的情况下, 佩戴口罩导致摩擦和皮肤发炎, 在颧骨的骨突上方和沿线有可见的红斑。2小时测试后, 鼻梁上出现可见的皮肤发白区域。这一发现与现有的文献报告一致, 即压力性损伤可在短短2小时内发生^{8, 11}。

在使用面部保护的情况下进行测试后, 颧骨的骨突上方再次出现轻微红斑, 仅在鼻子左侧出现少许发红。然而, 在没有额外的摩擦或皮肤发炎区域存在的情况下, 这些变化远不如之前明显, 这表明在3小时内口罩的密合性良好, 口罩移位极小。1小时后, 所有红斑明显减轻。

阶段5

这项实验性测试连续两天进行, 有5名志愿医护人员(1名男性和4名女性)参加, 他们的皮肤类型在Fitzpatrick量表上属于从白皙到深棕色。研究人员推理, 在女性中更易观察到皮损或皮肤损伤, 因为女性的皮肤比男性薄¹⁸。如果使用所选方法保护了女性的皮肤, 则可以合理地假设男性的皮肤也会得到保护。在本研究作者的环境中, 女护士的人数也超过男护士, 因此更有可能参与直接护理并需要保护。

在该阶段的第一天, 每名受试者均佩戴了4个小时的N95口

罩(不允许进食、饮水或上洗手间), 且准备并使用了保护装备。舒适度由受试者自己进行评估。4小时结束时, 有3名受试者认为可以继续佩戴口罩一至两个小时。所有受试者的面部均轻微出汗并可观察到压痕。仅有一名受试者(Fitzpatrick 2型)出现轻微红斑; 在最深色的皮肤上可观察到的损伤极小。

测试前后还采集了每名受试者的脉搏血氧饱和度水平。所有受试者在本次测试中损失1%~3%的 SpO_2 , 平均损失2%的代谢 SpO_2 (表1)。这与关于N95口罩使用的现有研究相一致, 该研究证实, 即使佩戴完美密合的口罩, 佩戴期间的总体摄氧量也会减少^{19, 20}。

次日, 受试者佩戴N95口罩, 没有任何保护装备(表2)。每名受试者放置好口罩, 并再次佩戴4小时, 期间没有进食、饮水或上洗手间。所有四名女性受试者均感到不适; 在第一小时后观察到口罩边缘出现皮肤瘙痒。所有受试者均报告称, 当可以摘除口罩时, 他们松了一口气; 没有受试者希望继续再佩戴口罩一段时间。

与前一天相比, 可观察到较少的湿气积聚, 但所有五名受试者的面部均有皮肤压痕。肤色较白的受试者似乎比肤色较深的受试者受到更多的压力相关影响。所有四名女性受试者均出现不同程度的皮肤红斑, 其中白皙皮肤受损最为严重。肤色最深的受试者出现的可见损伤最少; 可见一小块肤色变暗的区域, 但在1小时内完全恢复。在女性受试者中, 三名受试者在测试后1小时仍有压痕和红斑的体征, 与前一天的结果相比, 皮肤白皙的受试者的皮肤恢复最少。

关于第二天的代谢 SpO_2 , 三名受试者保留了完全相同的起始值, 一名受试者增加了1%。其余受试者出现2%的 SpO_2 损失。代谢性 SpO_2 平均损失为0.2%。图6显示了两次4小时测试前后同一名受试者的 SpO_2 读数。

讨论

本文介绍了一种HCP预防面部皮肤损伤的整体方法, 以“帮助”医护人员在高危的COVID-19环境中工作时拥有全面的自我照护方法。面部保护是这一安全举措的基石。

较长时间使用PPE时(每名受试者作为其自己的对照), 在有保护和没有保护的情况下佩戴口罩产生了明显的差异, 包括在不影响口罩气密性的情况下改善面部状况和舒适度。本实验发现了三种可能的损伤机制。第一种与导致皮肤压痕的直接高压有关(即, 来自口罩边缘、鼻部密合装置和带子); 第二种是与有或无摩擦力情况下的较低压力相关的直线型弥漫性红斑(即, 口罩边缘移位)。在没有面部保护的情况下, 两者均更为明显。第三种是与出汗有关: 当使用皮肤保护装备时, 口罩下的轻微局部出汗更为明显, 这是因为获得的气密完整性更好。因此, 这种PPE配置存在因汗水而产生相关湿气积聚的风险; 因此, 建议下班后的HCP使用丙烯酸护肤剂¹⁰, 然后进行细致的面部护理⁹。

所有受试者均能轻松地将敷料剪成小块, 并能借助镜子轻松地将敷料敷贴在面部。戴上这一保护层后, 也可轻松建立起N95口罩的完整性, 所有医护人员均通过了泄漏和密合性测试。

在疫情期间, 一线医护人员最关键的安全考虑因素在于PPE的移除顺序; 必须按照与其穿戴时完全相反的顺序脱下PPE¹。

上洗手间和进食不能计入轮班的时间，因为正确的以相反的顺序移除各层PPE比使用PPE需要更多时间，以防止造成污染和对医疗机构中的他人带来风险^{1,7}。必须首先移除所有身体上穿戴的PPE，然后彻底洗手²¹，之后仅通过接触松紧带摘除N95口罩¹，并且在移除面部保护性敷料之前重复洗手程序。实质上，如果医护人员在安全移除所有被污染的PPE之前就触摸自己的面部，会大大增加COVID-19自我污染的风险¹。

这一严格的PPE程序要求医护人员深刻地意识到这一重要的安全防范措施，增强HELP使能器对下班时间补充充足营养和水分，以及在轮班前即刻限制过量液体摄入建议的关注。考

虑到这些自我照护策略，4小时的禁食时间是可行的。关键是计划并将补充营养和补充水分活动调整为轮班后和/或轮班前不少于一小时前进行。患有疾病而不能坚持4小时禁食或不上洗手间的轮班的医护人员应被视为高危传染人群，不仅会为自己带来风险，也会为使用同一设施的其他人带来风险。

至少有一个医疗机构已经试行了这种方法，并取得了成功。在中国武汉⁷，一线医护人员在每4小时的轮班中均穿戴完整的PPE，禁止触摸口罩、进食、饮水和上洗手间。这一简单程序确保了没有医护人员感染COVID-19⁷。他们的经验为本研

表1.使用面部保护的4小时佩戴时间测试

Fitzpatrick皮肤分型	6型	5型	4型	3型	2型
测试前的面部状况					
敷贴敷料					
佩戴口罩					
测试前的氧饱和度	100%	100%	100%	100%	100%
摘除口罩后露出敷料的情况					
测试后的氧饱和度	98%	99%	97%	98%	98%
测试后的面部状况					

究中进行的4小时佩戴测试提供了依据。

中国的一项关于HCP使用PPE时受到的面部损伤的不同横断面研究²² (N=4,306)，也发现这一4小时的临界时间。研究人员发现，如果HCP佩戴PPE的时间超过了这一时间范围，则受到损伤的医护人员人数会发生具有统计学意义的差异²²。因此，口罩下的皮肤保护是必要的，因为基于PPE用品的轮班时间长度是不可预测的²³，且在更短的轮班期中（本研究为中为2小时内）已观察到面部损伤²²。

至关重要，应记录PPE佩戴时间（无论是否使用面部保护）³，以防止长时接触、过度的湿气积聚和皮肤皴裂。根据武汉市大力开展COVID-19一线护理的经验^{7, 22}，建议将每8小时的轮班分为两个小组，其中一个小组进行需要佩戴N95口罩的工作（在脏乱/感染区域），而其余的医护人员在洁净区域工作。在一组医护人员穿戴完整的PPE，且在无进食、饮水或上洗手间的情况下工作四小时后，两个小组进行交换。

这可以防止疲惫和口罩导致的缺氧¹⁹，并保护HCP的皮肤^{7, 22}，对人员配置的影响极小。

本研究最有趣的发现是，当在N95口罩下使用保护性敷料时，受试者的SpO₂值平均下降了2%。这与流感爆发期间进行的密合口罩佩戴研究的结果相一致^{19, 20}。这可能是保护性敷料增加了口罩的密封稳定性，同时减轻了压力相关性皮损。关键是，长时间佩戴N95口罩可能与HCP中口罩引起的缺氧有关^{19, 20}；缺氧是压力相关性皮肤皴裂的一个已确定的主要风险因素³。可通过前述的两班倒方法缓解这种担忧^{7, 22}。

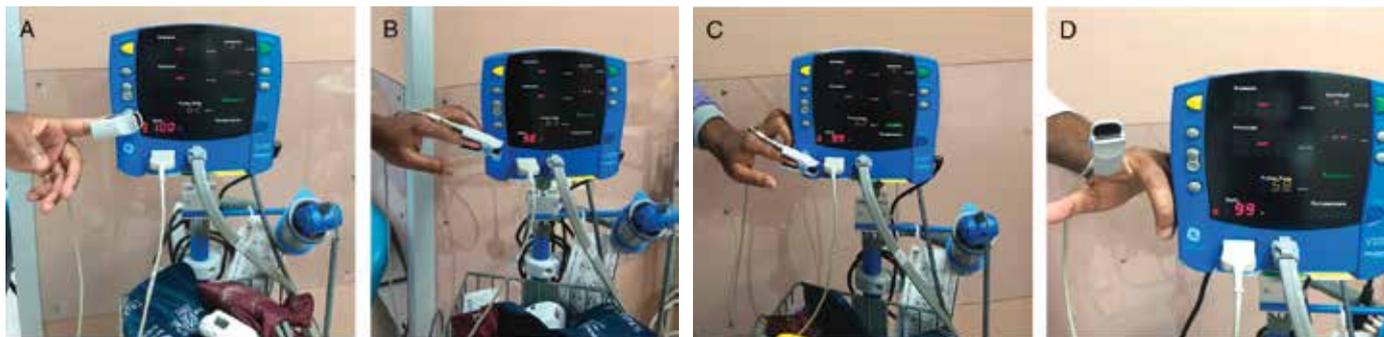
单独使用N95口罩时，SpO₂的降低结果并非如此。这可能表明，尽管通过了密合性和泄漏测试，但口罩佩戴带来的不适感仍导致受试者偶尔移动面部以缓解压力和面部刺激，这可能导致轻微泄漏。2型皮肤的受试者很有可能在测试过程中，在没有使用保护层的地方出现泄漏，该泄漏在测试过程中因嘴部、下巴和面部移动而持续存在。该受试者的SpO₂增

表2.未使用面部保护的4小时佩戴时间测试

Fitzpatrick皮肤分型	6型	5型	4型	3型	2型
测试前的面部状况					
测试前的血氧饱和度	99%	100%	98%	99%	98%
测试后的血氧饱和度	99%	100%	98%	97%	99%
测试后的面部状况，正面					
测试后的面部状况，侧面					
测试后的面部状况，摘除后1小时					

图6.脉搏血氧饱和度读数示例

A, 4小时佩戴时间测试前, 有面部保护 (100%)。B, 4小时佩戴时间测试后, 有面部保护 (98%)。C, 4小时佩戴时间测试前, 无面部保护 (99%)。D, 4小时佩戴时间测试后, 无面部保护 (99%)。



加了1%，测试后出现的皮损最为明显。

因此，口罩带来的不适感可能会增加感染COVID-19的医源性风险。同样的风险也适用于任何因面部损伤导致皮肤损伤的医护人员，因为疼痛可能会影响N95口罩的适当气密性。在现有的面部损伤处反复施加压力，有可能加重轻微损伤，导致更深部的真皮损伤；因此一旦出现1期压力性损伤时，就要小心地将患者的受压部位调整到身体的其他部位。³

局限性

本研究招募小样本量参与实验性项目，以确定使用面部保护层能否减轻N95口罩佩戴者的面部损伤风险。使用不同有边型敷料进行更多的研究将有利于扩展关于此主题的证据基础，并为医护人员提供更多的选择。

KHUU的医护人员也主要是西亚和东亚裔，因此缺少Fitzpatrick皮肤分型1型的护士作为受试者。这是一个主要局限性，因为这种皮肤类型通常对损伤和皮肤侵害最为敏感。此外，虽然Fitzpatrick量表是日光相关皮损的判据标准，但它可能无法完全预测皮肤上的压力和剪切力损伤，因为更深部的损伤可能不会立即显现。有必要在存在Fitzpatrick 1型皮肤HCP的医疗机构中进行进一步的测试。

还需要进一步研究N95口罩的佩戴以及 SpO_2 降低对疲劳、头痛和注意力的影响，以确定皮肤风险、代谢压力和个人保护之间的最佳安全平衡。

结论

在COVID-19卫生危机的早期开始，KHUU就将保护HCP皮肤的需求列为优先事项。当时，没有可用的教育资源来指导实践。（此后，从2020年4月开始，发布了一些使能器^{24, 25}）本文中描述的创造性分步皮肤保护程序是使用现成产品和自愿帮助开发预防皮肤损伤安全解决方案的受试者开发的。

大约与每日外卖咖啡的成本相同，一块重新裁剪的无损伤硅酮有边型敷料可在密合的口罩下保护皮肤健康。通过将其切为小片，并小心、无褶皱地贴在鼻子、颧骨和面部两侧，HCP可以获得压力再分布和面部皮肤保护。这种方法似乎不会影响N95口罩的完整性，事实上，通过更牢固地固定口罩的位置，可以提供额外的泄漏保护，最终防止病毒意外转移到面部¹。因此，作者们建议HCP使用无损伤硅酮有边型敷料，作为在PPE下保护面部皮肤的安全且有益的选择。

然而，任何敷料本身（无论测试如何）都不能为N95口罩下的面部皮肤提供完全的护理。HCP实施全面的皮肤护理方法至关重要。一线医护人员如果能通过有责任心地进行自己的皮肤护理来“帮助”自己，以及做好充分准备、充分休息、进食和补充水分，可以更安全地照顾他人。

作者希望，这一创造性的循证面部保护临床解决方案和HELP使能器能对全球同仁对抗COVID-19的工作有所帮助。

利益冲突

作者声明没有利益冲突。

资助

作者在本研究中未收到任何资助。

参考文献

1. World Health Organization. Rational use of personal protective equipment (PPE) for coronavirus disease (COVID-19). Interim guidance. March 19, 2020. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331498/WHO-2019-nCoV-IPCPE_use-2020.2-eng.pdf. Last accessed May 26, 2020.
2. Kingdom of Bahrain. Public Awareness Campaign to Combat Coronavirus. Coronavirus (COVID 19) latest updates. 2020. www.moh.gov.bh/?lang=en. Last accessed May 27, 2020.
3. European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel, Pan Pacific Pressure Injury Advisory Panel. Prevention and Treatment of Pressure Ulcers/Injuries: Clinical Practice Guideline. Emily Haessler, ed. 3rd ed. EPUAP/NPIAP/PPPIA; 2019.
4. Radovic T, Manzey D. The impact of a mnemonic acronym on learning and performing a procedural task and its resilience toward interruptions. *Front Psychol* 2019;10:2522.
5. Voegeli R, Gierschendorf J, Summers B, Rawlings AV. Facial skin mapping: from single point bio-instrumental evaluation to continuous visualization of skin hydration, barrier function, skin surface pH, and sebum in different ethnic skin types. *Int J Cosmet Sci* 2019;41(5):411-24.
6. Little MO. Nutrition and skin ulcers. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2013;16(1):39-49.
7. Chen W. Protection of medical team in Wuhan. March 26, 2020. www.academia.edu/42406953/Protection_of_Medical_Team_in_Wuhan. Last accessed May 26, 2020.
8. Woo K. Using multi-layer foam dressing to prevent pressure injury in a long-term care setting. *Surg Technol Int* 2018;32:75-7.

9. Vollmer DL, West VA, Lephart ED. Enhancing skin health: by oral administration of natural compounds and minerals with implications to the dermal microbiome. *Int J Mol Sci* 2018;19(10):3059.
10. Ogawa-Fuse C, Morisaki N, Shima K, et al. Impact of water exposure on skin barrier permeability and ultrastructure. *Contact Dermatitis* 2019;80(4):228-33.
11. Santamaria N, Gerdtz M, Kapp S, Wilson L, Gefen A. A randomized controlled trial of the clinical effectiveness of multi-layer silicone foam dressings for the prevention of pressure injuries in high-risk aged care residents: the Border III Trial. *Int Wound J* 2018;15(3):482-90.
12. Serra R, Ielapi N, Barbetta A, de Franciscis S. Skin tears and risk factors assessment: a systematic review on evidence-based medicine. *Int Wound J* 2018;15(1):38-42.
13. Fitzpatrick TB. The validity and practicality of sun-reactive skin types I through VI. *Arch Dermatol* 1988;124(6):869-71.
14. Lee SA, Hwang DC, Li HY, Tsai CF, Chen CW, Chen JK. Particle size-selective assessment of protection of European standard FFP respirators and surgical masks against particles—tested with human subjects. *J Healthc Eng* 2016;2016:8572493.
15. Kansas Department of Health and Environment. Fit testing procedures for N95 respirators (using 3M FT-30, Bitter Fit Test Equipment). 2020. www.kdheks.gov/cphp/download/Fit_Test_Pro_for_N95_R.pdf. Last accessed May 27, 2020.
16. Singapore General Hospital. N95 3M mask fit: how to wear and remove. YouTube. September 16, 2015. https://youtu.be/zoxpVDVo_NI. Last accessed June 9, 2020.
17. UNMC Heroes, N95 respirator limited reuse - Health Care Professionals Providing Clinical Care. YouTube. 2020. <https://youtu.be/Cfw2tvjiCxM>. Last accessed June 9, 2020.
18. Rahrovan S, Fanian F, Mehryan P, Humbert P, Firooz A. Male versus female skin: what dermatologists and cosmeticians should know. *Int J Womens Dermatol* 2018;4(3):122-30.
19. Beder A, Büyükköçak U, Sabuncuoğlu H, Keskil ZA, Keskil S. Preliminary report on surgical mask induced deoxygenation during major surgery. *Neurocirugia (Astur)* 2008;19(2):121-6.
20. Tong PS, Kale AS, Ng K, et al. Respiratory consequences of N95-type mask usage in pregnant healthcare workers—a controlled clinical study. *Antimicrob Resist Infect Control* 2015;4:48.
21. Dietz L, Horve PF, Coil DA, Fretz M, Eisen JA, van den Wymelenberg K. 2019 Novel coronavirus (COVID-19) pandemic: built environment considerations to reduce transmission. *mSystems* 2020;5(2):e00245-20.
22. Jiang, Q, Song S, Zhou J, et al. The prevalence, characteristics, and prevention status of skin injury caused by personal protective equipment among medical staff in fighting COVID-19: a multicenter, cross-sectional study. *Adv Wound Care* 2020;9(7).
23. World Health Organization. Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease (COVID-19) and considerations during severe shortage. Interim guidance. April 6, 2020. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331695/WHO-2019-nCov-IPC_PPE_use-2020.3-eng.pdf. Last accessed May 27, 2020.
24. LeBlanc K, Heerscap C, Butt B, Bresnai-Harris J. Prevention and management of skin damage related to personal protective equipment (PPE). April, 7 2020, Webinar for Continuing Education. Meeting Id 8991745363. Canadian seminar.
25. National Pressure Injury Advisory Panel. NPIAP Position statements on preventing injury with N95 masks. April 15, 2020. https://cdn.ymaws.com/npiap.com/resource/resmgr/position_statements/Mask_Position_Paper_FINAL_fo.pdf. Last accessed May 20, 2020.