

表皮下水分扫描仪在压力性损伤中的应用研究进展

张琪¹, 吕小英², 周庆², 仲艳², 周鑫滢¹, 浦洁¹, 侯小会¹

(1.湖州师范学院 护理学院,浙江 湖州 313000;2.湖州市中心医院 护理部,浙江 湖州 313000)

压力性损伤(pressure injury, PI)指由压力或压力联合剪切力导致的皮肤或皮下组织的局部损伤,通常位于骨隆突处,但也可能与医疗器械或其他物体有关^[1]。临床常用的PI检测方法是视觉皮肤评估(visual skin assessment, VSA),然而这种方法无法早期预测PI的发生^[2]。目前,国外使用表皮下水分(sub-epidermal moisture, SEM)扫描仪检测早期PI的生物标志物SEM。国外针对SEM扫描仪的研究日益增多且逐渐得到重视,但是国内关于SEM扫描仪的应用情况则相对缺乏。本文对SEM扫描仪的临床护理运用情况进行综述,旨在为未来SEM扫描仪的使用提供一定的理论基础和参考借鉴。

1 SEM与PI的相关性

关于PI病因和深部组织损伤方面的研究取得了巨大进展^[1],发现在损伤的早期阶段,PI刚出现时,病变局限于少数细胞,随后受影响的细胞外液含量会出现轻微的增加,这种局部水肿的变化称为SEM变化^[3]。相关研究^[4-7]发现,SEM变化与早期PI有关。SEM扫描仪通过检测皮肤局部SEM变化,评估高危人群皮下组织的健康状况^[8],现已通过了美国食品和药物管理局的批准^[9]。2019年发布的压力性损伤预防和治疗的临床实践指南^[1],明确指出SEM作为预测即将发生的皮肤损伤的生物标记物的重要性。早期实施干预措施,可降低PI的发病率^[10]。组织的含水量决定了其电容和导电性质,皮肤上层主要是电容性的,而深层主要是导电性的,因此可以通过使用表面电容、皮肤对电力的阻抗来测量SEM,故可以把SEM的测量作为预测深部组织PI的客观指标^[11]。

2 SEM扫描仪的工作原理

局部组织的电学性质称为组织生物电容,SEM扫描仪可测量传感器下局部皮肤和皮下组织的生物电容,并将组织部位的生物电容水平报告为“SEM值”,然后把炎症组织部位与相邻健康组织部位的SEM值进行比较,可确定SEM值之间的最大差异,称为“SEM-delta”,是组织健康状况的客观定量读

数^[12],SEM-delta值低代表健康组织,SEM-delta值高代表细胞和组织死亡引起的炎症。在临床测量中,SEM-delta值在0.0~0.2范围内表示患PI的风险较低,而SEM-delta值 ≥ 0.6 则表示患PI的风险较高,SEM-delta值越大,表示扫描部位的水肿和组织损伤越大。SEM-delta值升高不仅与现有组织损伤的临床表现相关,而且与几天后肉眼可见的损伤相关^[12]。

3 SEM扫描仪的结构和正确操作

SEM扫描仪是一个小型、耐用的手持式无线医疗设备^[13],利用专有的生物电容传感器技术在疑似损伤部位测量SEM的变化。设备前面板上显示SEM值,背面是用于测量组织生物电容的圆形SEM传感器(直径20 mm)^[12]。操作者技术的熟练程度会影响扫描仪测量结果的准确性。在操作时,设备接触面积会影响测量结果的准确性,传感器与皮肤之间的缝隙会导致传感器磁场中有效直流电的大幅度降低,因此要求传感器必须与皮肤完全接触^[9],同时传感器对操作者施加的力量很敏感,只有当传感器与皮肤充分接触(但不要太用力)并确保有效测量时,它才会评估组织生物电容,一旦应用的力量消失,扫描仪会自动复位^[12],但是长时间处于压力下会迫使液体离开扫描仪评估的区域,因此应快速准确获得测量结果。Clendenin等^[13]研究表明,在健康人的骶骨、胸骨和脚跟处进行的SEM测量具有很好的操作者间和设备间一致性(Pearson相关系数超过0.80)。

4 SEM扫描仪的临床应用

4.1 提升PI的早期检测率 目前临床常用的风险评估工具例如Waterlow、Braden和Norton评估量表属于高危因素评估量表,可以筛选PI的高危人群,但是研究^[14]发现,在损伤可见时,皮肤已经出现炎症、凋亡甚至坏死变化。因此,在临床中急需一种客观的评估方法来准确预测组织病变,提升PI的早期检测率。在英国的两所社区医院对入院时、住院期间和出院时的患者PI评估研究中,SEM扫描仪辅助PI预防和管理方案的结果显示,2期到4期的医院获得性PI减少了95.0%以上^[15]。Smith^[16]使用SEM扫描仪在被认为有PI风险(Waterlow评分超过10分)的患者中评估了2个月,发现利用SEM扫描仪可以在皮肤出现视觉损伤前测量组织水分,

【收稿日期】 2021-04-09 【修回日期】 2021-10-31

【作者简介】 张琪,硕士在读,护师,从事危重症护理

【通信作者】 吕小英,电话:0572-2555161

并直接帮助护理人员降低 PI 发病率。Gefen 等^[3]对 15 例患者进行前瞻性队列研究,以评估超声波和 SEM 扫描仪对可疑深部组织损伤测量的一致性,结果发现超声波和 SEM 扫描仪结果相似,都是早期预测组织损伤和 PI 存在的准确方法,但是当损伤仅限于少量细胞时,超声是无法检测到的,而且在进展中的可疑深部组织损伤病例中,SEM 扫描仪比超声波更早发现病变。因此,SEM 扫描仪不仅提供了测量 PI 的客观工具,而且可以在皮肤出现视觉损伤前发现组织病变,降低了 PI 发病率。

4.2 评估 PI 程度 在大多数关于 PI 的可靠性研究中,许多分歧集中在压之变白红斑和压之不变白红斑(1 期 PI)的检测和分类上,即使观察者是 PI 专家也是如此。Nixon 等^[17]报告说,护士很难区分早期(1 期或 2 期)和晚期(3 期或 4 期)PI。Defloor 等^[18]报告说,护士很难区分压之变白红斑和压之不变白红斑。Bates-Jensen 等^[4]对 31 名无脊髓损伤的疗养院居民进行了 SEM 扫描仪检查,发现 SEM 与 5 个躯干解剖部位的 4 种并发视觉皮肤损伤(无损伤、红斑、1 期 PI 和 2 期 PI)相关,并且 SEM 扫描仪可以区分红斑和 1 期 PI,1 期 PI 的平均 SEM 值显著高于红斑的平均 SEM 值。此外,在一项针对脊髓损伤患者的初步研究^[3]中,发现 SEM 扫描仪能够区分 3 期、4 期 PI 和完整的皮肤。

4.3 预测伤口愈合 SEM 扫描仪通过利用皮肤对电力的阻抗来计算表面电容,它是一种测量表皮屏障功能的生物物理方法,用于测量 SEM 和评估损伤后角质层的恢复情况^[5]。Harrow 等^[6]测量了脊髓损伤患者 3 期和 4 期 PI 周围的组织电容来推测 SEM 值,发现损伤部位的 SEM 值比对照部位高 1.0%($P < 0.05$),并建议使用 SEM 评估组织水肿程度,作为潜在愈合的标志。SEM 与慢性伤口愈合之间存在紧密联系,通过对 5 名患者相应部位的分层自体移植物和人工培育皮肤移植物的愈合情况进行比较分析,发现随着损伤部位愈合,SEM 值逐渐下降,在 12 d 内逐渐接近完整皮肤的 SEM 值^[4]。因此,使用 SEM 扫描仪可以对伤口愈合情况进行早期预测,更好地指导临床医务人员进行针对性治疗和护理,节约成本,减轻患者痛苦。

4.4 减少皮肤颜色的干扰 视觉评估方法依赖于对肤色变化的观察,而对于深色肤色的人群来说,医护人员可能会错过早期可见的 PI 迹象^[5]。研究^[19]表明,1 期 PI 在深色肤色患者中的发生率为 20.0%,而在浅色肤色患者中的发生率为 48.0%,这可能就是皮肤颜色对视觉评估方法的干扰。Bates-Jensen 等^[5]在针对深色肤色人群的研究中发现,不

同的 SEM 值可能对检测深色肤色人群的压之变白红斑、1 期 PI 和 2 期 PI 有价值。Park 等^[19]调查了成年黄疸患者的 PI 与 SEM 之间的关系,1 期 PI 患者的 SEM 值高于皮肤完整的患者,故 SEM 扫描仪可以预测临床护理中黄疸患者和皮肤较黄患者的压之变白红斑,有效预防和控制 PI。

4.5 提高经济学效益 SEM 扫描仪具有很高的操作性和可靠性,它只需要进行简单的清洁和消毒,可以在任何护理环境中使用,也可以由任何接受过培训的医疗人员使用,该设备以相对简单的操作及低成本引入临床实践。在英国,使用该设备扫描的每位患者平均一次护理的费用为 1.54 英镑。尽管与常规护理相比,这可能增加了少量额外成本,但使用扫描仪检测早期 PI,并根据结果实施有针对性的干预措施,将节省 PI 大量治疗成本^[15]。卫生经济学分析^[20]表明,与当前的 PI 护理标准相比,使用 SEM 扫描仪进行预防是节省成本的,并且在质量干预中占据主导地位。

4.6 提供个性化的护理方案 目前风险评估工具并非 100%准确,这意味着一方面,护士可能会根据不可靠的评估来规划护理,使患者由于没有实施适当的预防策略而面临 PI 发展的风险;另一方面,护士可能会在没有真正危险的患者身上花费宝贵的资源^[21]。SEM 扫描技术的突破可提供发生在深层组织的病理生理信息^[3],可以及时反馈给医务人员压力区域是否发生病理改变,而不是等待损伤出现之后。扫描工作人员表示,在未来可以用 SEM 扫描仪评估取代风险评估工具^[16]。75%的护士认为扫描仪易于使用,88%的护士认为它提供了支持临床决策的额外信息^[15]。在一项针对朝鲜老年人 PI 的皮肤评估^[7]中发现,由于压之变白红斑的 SEM 值在 1 期 PI 出现之前增加,表明 SEM 值增加 20 个单位可能需要 PI 预防性护理,增加 50 个单位或更多则需要更加积极的 PI 预防性护理,这样医务人员能够为患者制定个性化的护理方案,并恰当地提供在特定解剖部位的护理而不是全身的干预措施^[16]。

4.7 在儿童中的应用 在小儿外科人群中,所有严重程度的 PI 患病率从 1.4%到 26.0%不等,甚至有报道高达 35.0%。儿科 PI 对全球医疗机构来说也是一个挑战,因为它们会引起疼痛和窒息。在 Bates-Jensen 等^[22]针对 24 名儿童(8~16 岁)PI 的评估中发现较高的 SEM 值与压之变白红斑和压之不变白红斑相关,这些发现与先前使用不同设备测量成人 SEM 的研究结果相似。在这次评估中,SEM 扫描仪是第一个作为客观方法来检测儿童 PI 的,因此应该在广泛的儿童群体中进行更大规模的研究。

5 小结

无论是在医疗机构还是在社区家庭,PI的预防成本都远远低于治疗成本,这更加突显了PI预防的重要性和不可替代性。在临床护理中应重视预防PI,及时发现危险因素,识别高风险人群,采取个性化的护理措施。SEM扫描仪作为一种可靠的早期检测手段,可结合使用PI高危因素评估量表进行护理干预,避免PI的进展。在以后的研究中,SEM扫描仪仍然需要在多样本多中心进行进一步的临床前瞻性研究,以评估其他健康状况对SEM扫描仪的效度、信度、灵敏度和特异度的潜在影响,为PI的早期检测与护理提供新的设备及测量方法。

【关键词】 表皮下水份扫描仪;压力性损伤;早期;护理

doi: 10.3969/j.issn.1008-9993.2021.12.020

【中图分类号】 R47 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1008-9993(2021)12-0076-03

【参考文献】

- [1] European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel and Pan Pacific. Pressure injury alliance. prevention and treatment of pressure ulcers/injuries; clinical practice guideline[EB/OL]. [2021-04-10]. <http://www.internationalguideline.com>.
- [2] BUDRI A M V, MOORE Z, PATTON D, et al. Sub-epidermal moisture measurement: an evidence-based approach to the assessment for early evidence of pressure ulcer presence[J]. *Int Wound J*, 2020, 17(6): 1615-1623.
- [3] GEFEN A, GERSHON S. An observational, prospective cohort pilot study to compare the use of subepidermal moisture measurements versus ultrasound and visual skin assessments for early detection of pressure injury[J]. *Ostomy Wound Manage*, 2018, 64(9): 12-27.
- [4] BATES-JENSEN B M, MCCREATH H E, PONGQUAN V, et al. Subepidermal moisture differentiates erythema and stage I pressure ulcers in nursing home residents[J]. *Wound Repair Regen*, 2008, 16(2): 189-197.
- [5] BATES-JENSEN B M, MCCREATH H E, PONGQUAN V. Subepidermal moisture is associated with early pressure ulcer damage in nursing home residents with dark skin tones: pilot findings[J]. *J Wound Ostomy Continence Nurs*, 2009, 36(3): 277-284.
- [6] HARROW J J, MAYROVITZ H N. Subepidermal moisture surrounding pressure ulcers in persons with a spinal cord injury: a pilot study[J]. *J Spinal Cord Med*, 2014, 37(6): 719-728.
- [7] KIM C G, PARK S, KO J W, et al. The relationship of subepidermal moisture and early stage pressure injury by visual skin assessment[J]. *J Tissue Viability*, 2018, 27(3): 130-134.
- [8] PEKO COHEN L, GEFEN A. Phantom testing of the sensitivity and precision of a sub-epidermal moisture scanner[J]. *Int Wound J*, 2019, 16(4): 979-988.
- [9] ROSS G, GEFEN A. Assessment of sub-epidermal moisture by direct measurement of tissue biocapacitance[J]. *Med Eng Phys*, 2019(73): 92-99.
- [10] O'BRIEN G, MOORE Z, PATTON D, et al. The relationship between nurses assessment of early pressure ulcer damage and sub epidermal moisture measurement: a prospective explorative study[J]. *J Tissue Viability*, 2018, 27(4): 232-237.
- [11] 杨飒, 蒋秋焕, 卫晓静, 等. 深部组织压力性损伤评估与预防的研究进展[J]. *护理学杂志*, 2019, 34(13): 15-17, 65.
- [12] GEFEN A, ROSS G. The subepidermal moisture scanner; the technology explained[J]. *J Wound Care*, 2020, 29(Sup9a): S4-S9.
- [13] CLENDENIN M, JARADEH K, SHAMIRIAN, et al. A inter-operator and inter-device agreement and reliability of the SEM Scanner[J]. *J Tissue Viability*, 2015, 24(1): 17-23.
- [14] MOORE Z, PATTON D, RHODES S L, et al. Subepidermal moisture (SEM) and bioimpedance: a literature review of a novel method for early detection of pressure-induced tissue damage (pressure ulcers)[J]. *Int Wound J*, 2017, 14(2): 331-337.
- [15] GERSHON S. Using subepidermal moisture level as an indicator of early pressure damage to local skin and tissue[J]. *Adv Skin Wound Care*, 2020, 33(9): 469-475.
- [16] SMITH G. Improved clinical outcomes in pressure ulcer prevention using the SEM scanner[J]. *J Wound Care*, 2019, 28(5): 278-282.
- [17] NIXON J, THORPE H, BARROW H, et al. Reliability of pressure ulcer classification and diagnosis[J]. *J Adv Nurs*, 2005, 50(6): 613-623.
- [18] DEFLOOR T, SCHOONHOVEN L, KATRIEN V, et al. Reliability of the European pressure ulcer advisory panel classification system[J]. *J Adv Nurs* 2006, 54(2): 189-198.
- [19] PARK S, KIM C G, KO J W. The use of sub-epidermal moisture measurement in predicting blanching erythema in jaundice patients[J]. *J Wound Care*, 2018, 27(5): 342-349.
- [20] PADULA W V, MALAVIYA S, HU E, et al. The cost-effectiveness of sub-epidermal moisture scanning to assess pressure injury risk in U.S. health systems[J]. *J Patient Saf Risk Manag*, 2020, 25(4): 147-155.
- [21] MODA VITORIANO BUDRI A, MOORE Z, PATTON D, et al. Impaired mobility and pressure ulcer development in older adults; excess movement and too little movement-two side of the one coin? [J]. *J Clin Nurs*, 2020, 29(15-16): 2927-2944.
- [22] BATES-JENSEN B M, REILLY S, HILLIARD C, et al. Subepidermal moisture and pressure injury in a pediatric population[J]. *J Wound Ostomy Continence Nurs*, 2020, 47(4): 329-335.

(本文编辑: 王园园)