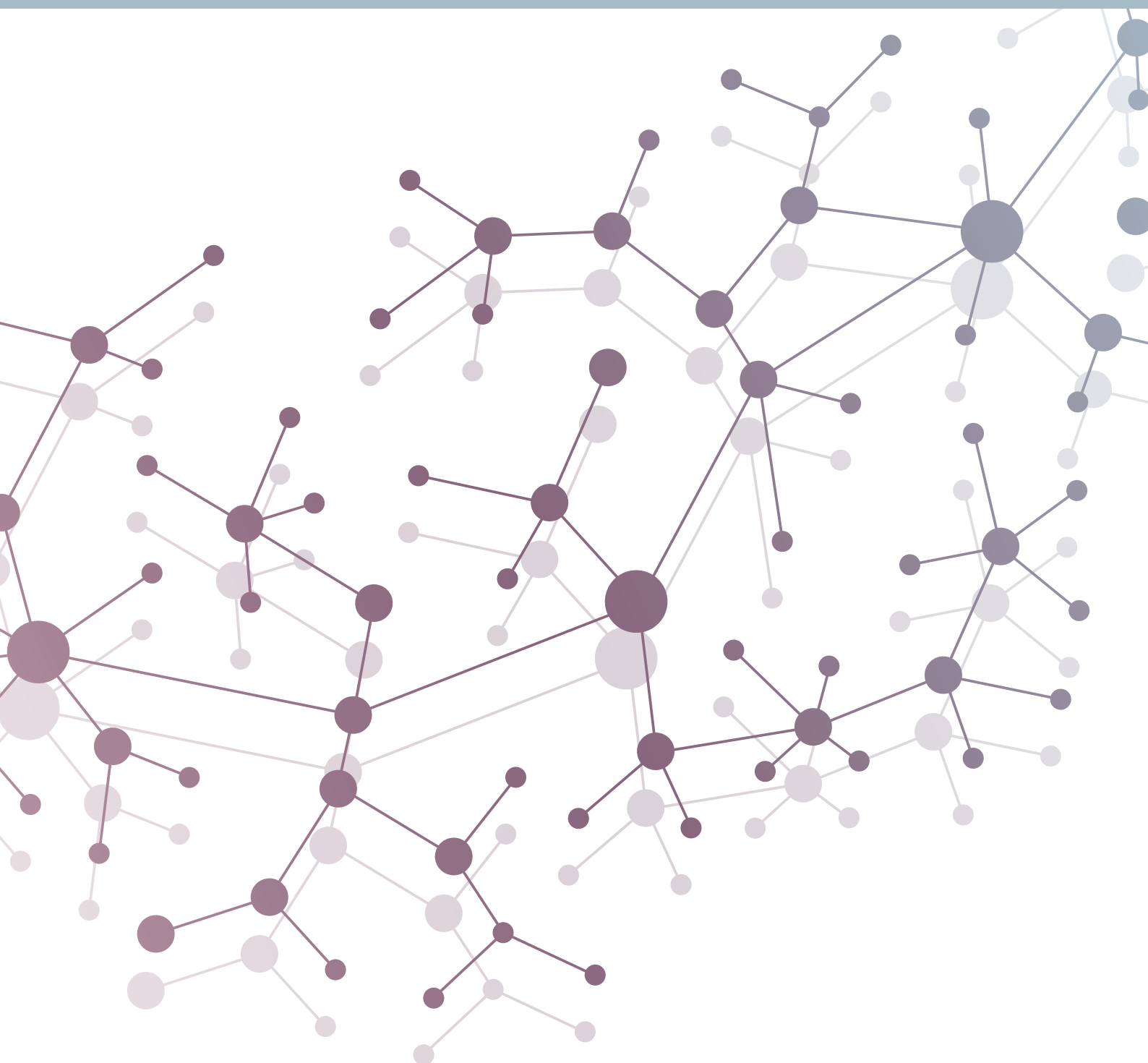


# Rönen om subepidermal fukt

Grundläggande principer, klinisk evidens och hälsoekonomiska utfall



# En global utmaning inom hälso- och sjukvård

Tryckskador (även kallade trycksår) är ett stort globalt problem som uppstår i både akut-, långtids- och äldrevården<sup>1,2,3</sup>. Dessa skador har en betydande humanitär och ekonomisk påverkan<sup>4,5,6</sup> men anses till stor del kunna förebyggas<sup>7</sup> och vara så kallade "Never Events"<sup>8</sup>. För att tryckskador ska kunna förhindras är det viktigt att de som löper risk att drabbas av tryckskador identifieras och att lämpliga interventioner påbörjas i förtid. I internationella riktlinjer för prevention av tryckskador rekommenderas en bedömning av patienten vid inskrivning och därefter dagligen<sup>9</sup>.

Standardiserade riskbedömningsinstrument (Risk Assessment Tools - RATs) och en visuell hud- och vävnadsinspektion av vårdpersonalen, för att bedöma tidiga tecken på hudskada, har varit standardbehandlingen i många år. Idag finns över 200 riskbedömningsinstrument tillgängliga för vårdpersonal. Trots detta är många av de standardiserade riskbedömningsinstrument som används kliniskt subjektiva<sup>10</sup>, inte anatomi-specifika, och har enligt rapporter ett lågt prediktivt värde<sup>11</sup>.

"Visuell hudinspektion saknar tillförlitlighet och baseras på subjektiv tolkning"<sup>12</sup>

Visuella hud- och vävnadsbedömningar är också opålitliga och baseras på en subjektiv tolkning av personen som bedömer huden<sup>12</sup>. En stor brist med de nuvarande riskbedömningsprocesserna är att de inte uppmärksammar vårdpersonalen på de biologiska förändringar som sker under huden. Vävnadsförändringar kan förekomma under den observerbara hudnivån flera dagar innan vävnaden bryts ned och innan det finns en synlig sårbildning på ytan<sup>13</sup>. Dessa förändringar som kan leda till att tryckskada uppstår beror på en inflammation som orsakas av långvarigt tryck, skjuvkrafter, deformerad vävnad

"Den läckande vätskan ackumuleras som ett lokalt ödem, även kallat subepidermal fukt"<sup>13</sup>

och ischemi. Inflammationen stimuleras med tiden och leder till ett antal patologiska förändringar. En tidig förändring är ökad permeabilitet i blodkärlen, vilket gör att vätska från kärlen kan läcka in i det extracellulära rummet. Den läckande vätskan ackumuleras som ett lokalt ödem, även kallat subepidermal fukt<sup>13</sup> och är därför ett tidigt tecken på att vävnadsskada inträffar, vilket kan leda till utveckling av en tryckskada. Detta understryker vikten av tidig identifiering och intervention för prevention av tryckskador.

Provizio<sup>®</sup> SEM Scanner är en innovativ och kliniskt beprövad teknik som gör det möjligt att utvärdera subepidermal fukt som en tidig indikation på att det finns risk för tryckskador. Systemet används i allt större utsträckning inom vården<sup>14-16</sup>.

"Minskning av förekomsten av tryckskador med 90,5 % inom akutvården"<sup>17</sup>

Provizio SEM Scanner är en handhållen, trådlös, objektiv medicinteknisk enhet som använder biologiska indikatorer (biokapacitet) för att upptäcka ökad risk för tryckskador och ge läkaren information om att det finns risk för en patient utvecklar tryckskador på hälen eller sakrum utan yttre synliga indikatorer. Provizio SEM Scanner har visat sig vara ett effektivt verktyg som förebygger tryckskador när det används som ett komplement till standardvård, med ett viktigt genomsnitt av en minskning av förekomsten av tryckskador på 90,5% på akutvårdsinrättningar<sup>17</sup>. Ekonomiska modelleringsstudier baserade på en konservativ uppsättning antaganden tyder också på att implementeringen av SEM-tekniken, som en del av ett förebyggande protokoll, är en dominerande strategi jämfört med standardvård, eftersom det sänker kostnaderna och ökar antalet kvalitetsjusterade levnadsår<sup>6</sup>.



## Svårigheten med att förebygga trycksador

Det är mycket viktigt att trycksår förebyggs för att undvika de kliniska och ekonomiska utmaningar och den påverkan på livskvaliteten som de medför. Bedömningen baseras på standardiserade riskbedömningsverktyg (RATs) som till exempel Waterlow-, Norton- och Braden-skalorna<sup>19,20</sup>. Bedömningarna använder semikvantitativa, bedömningsbaserade observationer för att bedöma omfattningen av riskfaktorer, med syfte att påverka hur patienter hanteras för att förhindra en tryckskada. Användningen av riskbedömningsverktyg kompletteras av visuell bedömning av hud och palpering av vävnad (Skin and Tissue Assessments - STA) för identifiering av trycksador. Med STA utvärderar man hudfärg, blekningsbarhet, temperatur, hårdhet och andra palpabla tecken på skada.

Denna nuvarande standardvård i riskbedömningsprocesser är ofta komplicerad och beroende av klinikers subjektiva bedömning. Riskbedömningsverktyg tillhandahåller ett universellt fokus på hela patientens kropp för att utvärdera risken för trycksador. Trycksador uppstår dock inte över hela kroppen, utan vid specifika anatomier som bland annat sakrum och häl. Program för prevention av trycksador kan vara effektiva<sup>21,22</sup> men det prediktiva värdet av riskbedömningsverktyg kan vara lågt<sup>23-30</sup>. Riskbedömningsverktyg kan också vara särskilt svåränvänt för patienter med mörka hudtoner som kan dölja synliga förändringar<sup>31</sup>. Dessutom kan resultaten från riskbedömningsverktyg leda till strategier för prevention av trycksador<sup>32</sup>, men så är inte alltid fallet<sup>33</sup>. Resultaten av riskbedömningsverktyg kan till och med leda till onödiga

interventioner hos patienter som inte löper risk<sup>33</sup> och därmed eventuellt inte minska incidensen av trycksador<sup>26</sup>.

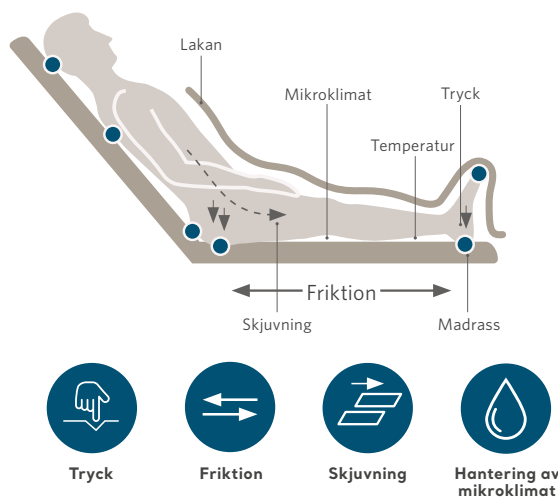
Förebyggande strategier kan därför användas på ett olämpligt eller ineffektivt sätt, eftersom sådana interventioner kan försena tiden mellan när skadan faktiskt uppstår och tiden då skadan upptäcks och diagnostiseras med den nuvarande standardvården. STA kan t.ex. utlösa behovet av anatomispecifika ingrepp, men detta kan endast inträffa när såret har blivit synligt vid huden och vid denna tidpunkt kan betydande vävnadsskada redan ha uppstått.

**"När ett effektivt förebyggande är implementerat är det mycket troligt att det är kostnadsbesparande"<sup>34,35</sup>**

När effektiv prevention införs är det högst troligt att det sparar kostnader<sup>34,35</sup> jämfört med kostnaden för att behandla och hantera en tryckskada. Det finns ett tydligt behov av en objektiv riskbedömningsmetod för att öka sannolikheten för tidig identifiering av risk för trycksador och tidiga förebyggande strategier.

# Effekterna av långvarigt tryck på vävnad

De vanligaste orsakerna till tryckskador är tryck-, friktions-, skjuv-, fukt- och vävnadsdeformation<sup>36-38</sup> (figur 1). Tryckskador uppstår med tiden, och de uppstår inte direkt på huden<sup>39</sup>. I stället sker en sekventiell och gradvis försämring av cellstrukturer som utsätts för kroppsvikt eller yttre påverkan<sup>40</sup>.



Figur 1: Tryck, skjuvning, friktion och mikroklimat

Vävnadsskador från tryck uppstår när ett område av kroppen utsätts för mycket tryck under en längre tid, vilket resulterar i liten kärlkollaps och ischemi, eller i en begränsning av blodtillförseln och lymfflödet till vävnaderna. Vävnadsskador är ofta vanligare över benutskott, eftersom trycket kan vara 3-5 gånger större än i vävnader som inte påverkas av benstrukturer<sup>41,42</sup>.

Även om tryck kan utövas på huden förvärras tryck ofta av laterala skjuvkrafter<sup>41,42</sup>. Komprimering av vävnad över benutskott sker samtidigt med skjuvkrafter och är en viktig faktor för att tryckskadan ska bildas<sup>43</sup>, vilket leder direkt till celledöd. Skelettmuskler är mest känsliga för tryck<sup>44</sup>, och långvarigt tryck leder till djup tryckorsakad vävnadsskada. Tryckets intensitet och varaktighet är viktiga faktorer vid djup vävnadsskada<sup>45</sup>.

## Vävnadstolerans

Tryckskadans utveckling beror också på hur väl den enskilda vävnadens tolerans, som påverkas av många olika fysiska och miljömässiga risker. Vikten av andra faktorer, som t.ex. den inre anatomin, överskottsvärme och fukt på huden påverkar individens känslighet för tryckskada<sup>9</sup>.

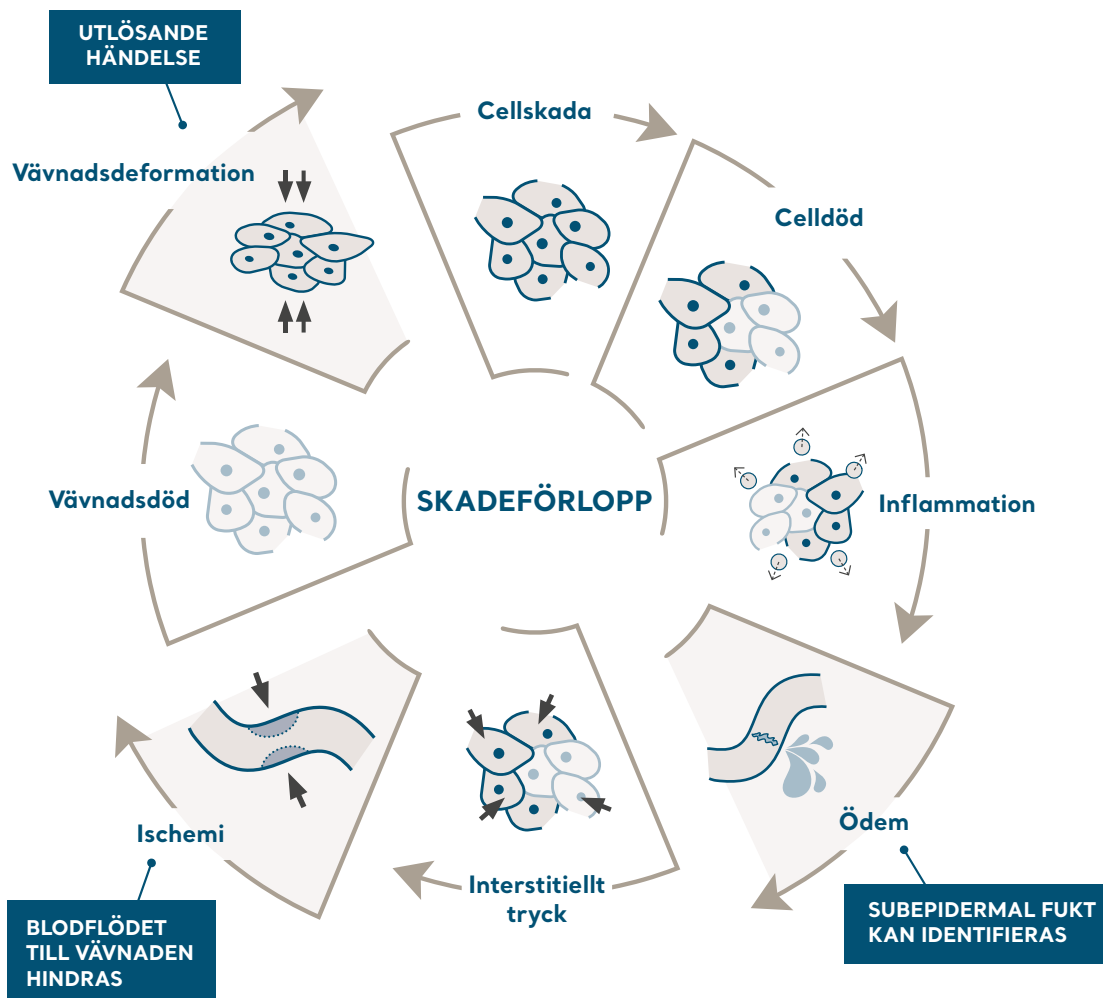
## Utveckla kunskaperna om uppkomsten av tryckskada: Skadeförlopp och inflammationsrespons

Viktig data om hur tryckskador utvecklas och förvärras har identifierats och publicerats i de senaste vetenskapliga rönen<sup>40</sup>. Dessa data tyder på tre viktiga bidragande faktorer till cellskada och vävnadsnekros: deformation, inflammation och ischemi i ett skadeförlopp<sup>46</sup> (figur 2).

### Direkt deformation

Långvarig vävnadsdeformation leder till celledöd på mikroskopisk nivå under huden, vilket i sin tur utlöser ett inflammatoriskt svar<sup>46</sup>. Inflammation är kroppens första reaktion på vävnadsskada och en mekanism för att bekämpa skador<sup>40</sup>. Påfrestning på vävnad och celler aktiverar cellbanor som utlöser inflammation.

En viktig faktor för utvecklingen av tryckskador är varaktigheten för dessa påfrestningar som utlöser kronisk inflammation och överuttryckt, okontrollerad patologi, inklusive destruktiva proteinaser och en oxidativ miljö<sup>47-49</sup>. Denna brist på kontroll gör att inflammationen kan fortskrida så att den blir skadlig istället för att bidra till vävnadsreparation.



Figur 2: Cycle of Pressure Injury (tryckskada): anpassat från Gefen A, 2020<sup>39</sup>. The SEM Scanner for Early Pressure Ulcer Detection: A 360-degree Review of the Technology. Wounds International. Vol 11, Issue 3: p22-30

## Skadeförlopp i bildandet av tryckskador

### 3 viktiga bidragande faktorer till cellskada: Deformation, inflammation och ischemi<sup>40</sup>

#### Viktiga punkter

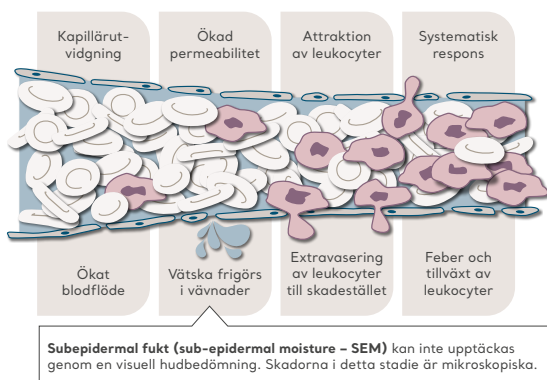
- **Deformation:** långvariga vävnadsdeformationer leder till celldöd på mikroskopisk nivå under huden, vilket i sin tur utlöser ett inflammatoriskt svar<sup>40</sup>.
- **Inflammatoriskt svar:** celldöd utlöser inflammatoriska ödem i vävnaderna, vilket ökar den mekaniska belastningen på celler och vävnader och ökar det interstitiella trycket<sup>40</sup>.
- **Ischemisk skada:** Lokala ödem ökar gradvis det interstitiella trycket i vävnaderna, vilket sedan börjar hindra flödet till blodkärlen<sup>40</sup>.

## Inflammatoriskt svar

En viktig egenskap som uppträder tidigt i det inflammatoriska svaret är ökad kärlpermeabilitet på det skadade stället. Detta sker för att underlätta läkningen och för att leukocyter som styr sår-läkningen och skyddar mot smitta ska kunna lämna kärlen för att få åtkomst till skadestället.

## Tidslinje för inflammatoriskt svar på tryckrelaterad skada i vävnad

Skadeförlopp från mikroskopiskt till makroskopiskt ödem



Figur 3: Det inflammatoriska svaret på tryckrelaterade skador  
Referensskälla: Amit Gefen, PhD, Professor in Biomedical Engineering, Tel Aviv University

Vävnadens hydreringsnivå upprätthålls i balans av osmotiskt tryck, tryck i vaskulaturen och dränage via lymfsystemet. Hos patienter som utsätts för tryck, friktion och deformation genom skjuvning störs det intracellulära cytoskelettet, vilket leder till cellskador. Inflammatoriska celler och immunceller som krävs för normal vävnadsreparation och avlägsnande av skräp<sup>50</sup> vandrar ut ur blodkärlen in i vävnaderna i en process som kallas extravasering. Detta är normalt vid inflammation och gör att ödemet syns runt en akut hudskada. Intravaskulär plasma läcker in i vävnaden och leder initialt till ödem<sup>51</sup>, även kallat **subepidermal fukt**. Denna process förvärras av upprepad vävnadsdeformation som intensifierar den inflammatoriska reaktionen genom frisättning av ytterligare kemokiner

## Det inflammatoriska svaret på tryckrelaterade skador

### Viktiga punkter:

- Mekanisk belastning och vävnadskompression från yttre krafter deformerar huden
- Effekterna på huden är mångfacetterade; genom ett antal olika vägar utlöser skadan inflammation, hypoxi och celledöd
- Ischemi minskar tillförseln av näringsämnen till vävnaden så att toxiska metaboliter kan ackumuleras
- Ischemi kan också följas av reperfusion som i sig själv utlöser inflammation
- Lymfatisk dysfunktion kan också bero på hur allvarlig tryckskadan är, vilket gör att vätske- och metabolavfallsprodukter ansamlas eftersom det extravaskulära vätskedränaget minskar
- Vävnadsdeformation och skjuv i vävnaden orsakar celledöd

(signalproteiner som utsöndras av cellerna), vilket leder till överuttryck av inflammation som övergår till att skada vävnaden istället för att reparera den. Mikroskopisk subepidermal fukt är osynlig för ögat<sup>52</sup>. När hudskadan är synlig för blotta ögat är det troligt att en betydande vävnadsskada och tryckskada har uppstått<sup>51</sup>.

### Ischemisk skada

Lokala ödem ökar gradvis det interstitiella trycket i vävnaderna, vilket sedan börjar hindra flödet till blodkärlen<sup>40</sup>. Den avbrutna tillförseln av syre och mikronäringsämnen, kombinerat med toxiska metaboliter som inte avlägsnas kan leda till vävnadsischemi och irreversibel vävnadsskada. Det är känt att tidig cellskada kan uppstå inom några minuter, vilket kan leda till ischemi i vävnaden flera timmar senare<sup>40</sup>.

## The role of sub-epidermal moisture

### International pressure injury clinical practice guideline recommendations – skin & tissue assessment<sup>9</sup>:

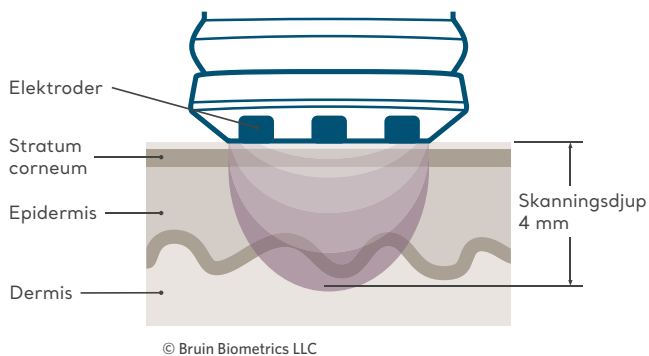
**Rekommendation 2.6** "Överväg att använda en enhet för mätning av subepidermal fukt-/ödem som ett komplement till rutinmässig klinisk hudanalys. (B2, rekommendationens styrka ←→)." <sup>53</sup>

**Rekommendation 2.7** "Vid bedömning av mörkpigmenterad hud ska bedömning av hudtemperatur och subepidermal fukt övervägas som viktiga kompletterande strategier. (B2, rekommendationens styrkan ↑)." <sup>54</sup>

Inflammatoriska förändringar i huden och underliggande vävnader kan föregå förändringar av huden med 3 till 10 dagar<sup>51</sup>. Det är därför av yttersta vikt för effektiv prevention av tryckskador att ökande SEM eller fluktuationer upptäcks tidigt<sup>51</sup>. SEM är en biofysisk markör för eventuell uppkomst av tryckskador hos riskpatienter<sup>52</sup>. Med användning av SEM vid ett definierat tröskelvärde kan förebyggande åtgärder införas även innan synliga skador upptäcks, vilket ökar sannolikheten för att tryckskador ska kunna förhindras såsom framgår av de uppdaterade internationella kliniska riktlinjerna för prevention av tryckskador<sup>9</sup>.

## Vävnadens biokapacitet

Subepidermal fukt kan identifieras genom bedömning av vävnadens biokapacitet. Biokapacitet är kapaciteten för ett biologiskt system att lagra en elektrisk laddning. Storleken på biokapaciteten är proportionell mot mängden subepidermal fukt i vävnaden. Biokapacitet identifieras med hjälp av en sensor med två isolerade icke-invasiva elektroder placerade på huden (figur 4). Detektering av biokapacitet kräver inte att radiofrekvent strålning eller ström förs in i vävnaden.



Figur 4: Mätning av vävnadens biokapacitet

Bedömningarna baseras på passiva elektriska egenskaper hos vävnaden som utvärderas<sup>55</sup>. Förändringar i biokapaciteten i relation till förändrade nivåer av subepidermal fukt i vävnaden kan detekteras på detta sätt. Avläsningen av värden för subepidermal fukt registrerar skillnader mellan de dielektriska konstanterna hos vävnadens beståndsmaterial. Torr vävnad har en låg dielektrisk konstant, medan vatten har en dielektrisk konstant som är 20 x högre. En sensor som pressas mot ett område på huden mäter sensorns<sup>40</sup> elektriska kapacitans som påverkas av fukten i den underliggande hud, cirka 4 mm. Den omfattande fysiska vetenskap som ligger till grund för verkningssättet för bedömningstekniken för subepidermal fukt är väletablerad och har beskrivits i detalj<sup>56</sup>.

### Subepidermal fukt som en indikator på tidig vävnadsskada: Grundforskning

En serie omfattande laboratoriestudier och internationella kliniska studier har visat känsligheten och precisionen hos SEM-bedömningstekniken och dess överlägsenhet jämfört med andra icke-invasiva vävnadsbedömningsmetoder. Specifikt:

- SEM har visat sig särskilja mellan erytem och trycksador i stadium 1 hos patienter på äldreboenden<sup>57</sup>.
- Högre SEM-värden är förknippade med tidig tryckskada hos patienter på äldreboenden med mörk hudpigmentering<sup>58</sup>, en grupp patienter som är extra svårbedömd med standardiserade riskbedömningsmetoder.
- SEM-utvärdering har visat sig vara effektiv för tidig upptäckt av trycksador hos patienter med ryggmärgsskada<sup>59</sup> och har, viktigast av allt, kunnat skilja mellan trycksador och skador på frisk hud<sup>60</sup>.

Det ursprungliga konceptet för SEM-bedömningstekniken togs fram av Barbara Bates-Jensen, en global ledare inom sårvård,

och utvecklades i samarbete med UCLA:s Schools of Nursing, Engineering och Wireless Health Institute. Bates-Jensen genomförde omfattande, fristående, formella prövningar av SEM och dess samband med patogenes för tryckskada. I dessa undersökningar fastställdes grundläggande vetenskap och grundläggande principer som fastställer sambandet mellan SEM och tryckskada<sup>57-63</sup> och fastställer platsen för utvecklingen av en kommersiell SEM Scanner och den ytterligare utökningen av evidensbasen för att visa att den är effektiv.

Anatomiska modeller - "fantomer" som representerar den bakre hälen där tryckskada uppstår på grund av ihållande krafter från kroppsvikt och deformerad vävnad, och den vänstra kinden och hakan som representerar ställen där tryckskada orsakats av frekvent användning av CPAP-masker (Continuous Positive Respiratory Pressure) har tagits fram<sup>56</sup>. Fantomer skapades med hjälp av ett 3D-printat hälskelett som lades över med mjukvävnadssubstitut som klipptes till rätt storlek som en mjukvävnadsanalog. Käk- och hakfantomerna var plastskallar överlagda med mjukvävnadsanalog. Vatten injicerades 1 ml åt gången och SEM Scanner-avläsningar gjordes. Provizio SEM Scanner och dess föregående modell - SEM 200 - diskriminerade inkrementella ökning av vätskevolymen på 1ml med en statistisk signifikans på  $p < 0,00001$ .<sup>13</sup>

I klinisk praxis fastställer analystekniken den ökade risken för trycksador 5\* dagar innan detta fastställs med en visuell undersökning<sup>64</sup> och gör det möjligt att upptäcka vävnadsskador i mörk hud<sup>58</sup> vilket är utmanande för STA. SEM-bedömningstekniken utvärderades hos 15 patienter på en vårdinrättning efter akutvård med användning av VSA, ultraljud (U/S) och SEM-skanning. Hos patienter med befintlig misstänkt djup vävnadsskada visade U/S och SEM konsekvent överensstämmelse med bedömningsresultaten i denna studie<sup>65</sup>.

I grundläggande internationella kliniska studier har man formellt utvärderat hur känslig och specifik SEM-tekniken är och hur kliniskt användbar enheten är. Resultaten från dessa undersökningar visar hur biokapaciteten, som SEM-tekniken baseras på, kan komplettera visuella undersökningar och vävnadsundersökningar, och göra det lättare att identifiera risken för att specifika anatomier ska utveckla trycksador och bidra till snabbare anatomiska ingrepp än enbart visuella undersökningar och vävnadsundersökningar. Mer detaljerad information och en överblick över de viktigaste resultaten från dessa grundläggande studier finns i avsnittet om klinisk evidens i denna broschyr.

"Dessa undersökningar visar hur biokapaciteten som SEM-tekniken baseras på (...) underlättar en snabbare identifiering av risken för trycksador."

# Provizio<sup>®</sup> SEM Scanner

Provizio SEM Scanner är en handhållen, trådlös, icke-invasiv enhet som används som komplement till standardvård (figur 5). Enheten varnar personalen objektivt för specifika anatomiska områden på kroppen som riskerar tryckskada innan synliga skador uppstår på huden. Provizio SEM Scanner rapporterar biokapaciteten för vävnaden i en specifik anatomi som ett icke-dimensionellt, enhetslöst SEM-värde. Enheten jämför sekventiella SEM-mätningar över en specifik anatomi och redovisar den maximala skillnaden mellan SEM-värden i den inflammerade vävnaden och värden från närliggande, friska vävnader som kallas SEM  $\Delta$ .

## När en patient

- har ett  $\Delta < 0,6$  på ett anatomiskt ställe kan de ha vävnad med lägre risk för utveckling av tryckskada
- har ett  $\Delta$  på  $\geq 0,6$  på ett anatomiskt ställe kan de ha vävnad med ökad risk för utveckling av tryckskada

## Viktiga insikter

- Datan underlättar tidigare intervention och anatomiskt specifika interventioner som är utformade för att motverka de skadliga effekterna av tryck och förhindra att trycksador bryter igenom huden<sup>66</sup>
- I jämförelse med STA som bedömningsmetod hjälper Provizio SEM Scanner vårdpersonal att vid inskrivning bedöma specifika anatomiska områden (hälar och sakrum) med ökad risk för utveckling av trycksador 5 dagar\* tidigare<sup>66</sup> oavsett patientens hudfärg<sup>58</sup>

Provizio SEM Scanner är avsedd att användas av sjukvårdspersonal som ett komplement till standardvården vid bedömning av hälar och sakrum hos patienter med ökad risk för tryckskada. Den är enkel att använda med inbyggda funktioner som bara läser av när kontakten mellan enheten och patientens hud är optimal.



Figur 5: Provizio SEM Scanner

## Fördelarna med att identifiera subepidermal fukt är bland annat

- Objektiv, anatomiskt specifik bedömning
- Intelligent teknik som stöder riktade minskningar av incidensen
- Tidigare kännedom om ökad risk för tryckskada som gör det möjligt att agera tidigare
- Icke-invasiv, icke-signifikant risk och snabba resultat
- Kan användas på alla hudfärger
- Digitalt förbättrad med inbyggd dataöverföring för enkel användning i befintliga arbetsflöden och vårdvägar
- Enkel och intuitiv att använda: en stor andel av sköterskorna som testade SEM-tekniken kunde använda enheten efter bara 10 minuters utbildning





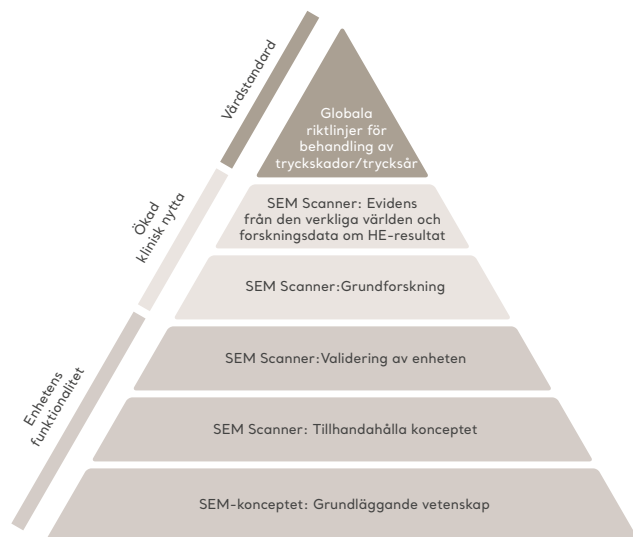
# Klinisk evidens

Provizio SEM Scanner stöds av en lång rad kliniska belägg som avser enhetens funktion, kliniska användbarhet och standardvård (figur 6).

Detta avsnitt granskar några av de viktigaste grundläggande studierna som visar hur Provizio SEM Scanner skiljer mellan frisk och skadad vävnad tidigare än enbart visuella undersökningar.

Den kommer att presentera praktiska och pragmatiska verkliga data för att stödja enhetens kliniska användbarhet som ett komplement till nuvarande standardvård vid riskbedömningar.

Slutligen tyder två ekonomiska modellingsstudier på att implementeringen av SEM-utvärderingstekniken, som ett komplement till standardvård, med stor sannolikhet leder till betydande ekonomiska fördelar och kostnadsbesparingar<sup>6,18</sup>.



Figur 6: Evidenshierarki för Provizio SEM Scanner: enhetens funktionalitet, kliniska användbarhet och standardvård

# Grundläggande kliniska studier

## A blinded clinical study using a sub-epidermal moisture biocapacitance measurement device for early detection of pressure injuries<sup>66</sup>

Tidskrift: Wound Repair and Reg 2020; 1-11.  
<https://doi.org/10.1111/wrr.12790>

Författare: Okonkwo H, Bryant R, Milne J Molyneaux D, Sanders J, Cunningham G, Brangman S, Eardley W, Chan G.J, Mayer B, Waldo M, Ju B.

### Studiens mål

- Att utvärdera hur känslig och specifik SEM-tekniken är när det gäller att upptäcka tidig tryckskada i förhållande till klinisk bedömning.
- Att karakterisera tidpunkten för SEM-förändringar i förhållande till diagnosticering av tryckskada genom bedömning av huden.

### Metoder

- Internationell multicenterlångtidsstudie utförd på 9 specialistcenter i USA och 3 i Storbritannien.
- 189 deltagande patienter (46,7% män/53,3% kvinnor); 182 inkluderade som avsikt att behandla (ITT - Intention to Treat).
- **Inklusionskriterier:**  $\geq 55$  år; kunde följas i minst 6 dagar i följd; nedsatt mobilitet; bedömdes löpa risk att drabbas av tryckskada (Braden-skalan,15; Waterlow-skalan  $>10$ ).
- **Exklusionskriterier:** Befintliga trycksador; sprucken hud vid sakrum eller hälar, vilket skulle äventyra bioelektriska impedansmätningar; fuktskador eller inkontinensrelaterad dermatit; biomekaniska eller andra begränsningar som förhindrar protokolldrivna undersökningar.
- **Bedömning:** Användaren utvärderades dagligen med antingen Braden-skalan eller Waterlow-skalan med avseende på risken för tryckskada.
- Deltagarnas hudton kategoriserades med Fitzpatrick Skin Classification Scale för att möjliggöra jämförelser mellan grupperna.
- **Bedömning med hjälp av SEM Scanner:** Efter hudbedömning erhöles SEM Scanner-mätningar från sakrum (6 avläsningar) och hälar ( $\geq 3$ ) av klinisk personal som blindades för SEM-resultaten.
- Förebyggande åtgärder mot trycksador som användes under patientvården dokumenterades - ompositionering, vändning, användning av specialsängar, förband eller topiska behandlingar.

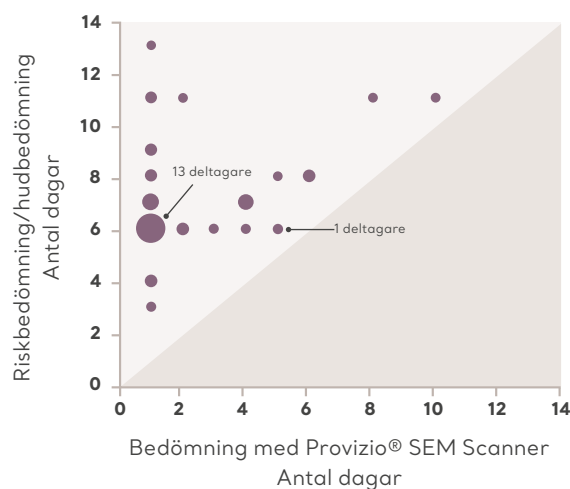
### Viktiga resultat

- Jämfört med standardriskbedömning hade SEM-utvärderingstekniken  $>80\%$  känslighet och mellan  $30\%$  och  $40\%$  specificitet.
- Med SEM-utvärderingstekniken upptäcktes skador på sakrum, vänster och höger häla  $4,7 \pm 2,6$ ,  $5,1 \pm 2,3$  respektive  $4,3 \pm 2,4$  dagar tidigare än standardhudbedömningen (figur 7).

### Tolkning av studien

Att förhindra trycksador är fortfarande en stor utmaning i alla vårdmiljöer. Profylaktiska åtgärder bygger för närvarande på kliniska bedömningar av hudtemperatur, styvhet och synliga symtom som ofta plågas av dålig inter-rater-tillförlitlighet. Genom att objektivt mäta subdermala förändringar som föregår palperbara eller synliga tecken på tryckskada kan SEM-teknik visa sig vara användbar vid prevention av trycksador som en metod för tidig upptäckt av mjukvårdsskador.

Studien visar hur biokapaciteten som SEM-tekniken baseras på **ger hög sensibilitet vid upptäckt av ökad risk för tryckskada 5 dagar (median) tidigare än visuella undersökningar**. Specifika resultat från denna studie påverkades negativt av ovanligt höga interventionsnivåer (även om studiepersonalen blindades för SEM Scanner-resultaten), såsom tätare vändningar, som sannolikt reverserade vårdsskadan före fysisk manifestation med synliga tecken på skada som skulle upptäckas med STA. Genom att erkänna specificitetsbegränsningar tyder data från denna studie på att SEM kan komplettera visuella STA och göra det lättare att identifiera risken för att specifika anatomier ska utveckla trycksador.



Figur 7: SEM-tekniken varnar för ökad risk för tryckskada tidigare än klinikern

# Evaluating the sensitivity, specificity, and clinical utility of algorithms of spatial variation in Sub-Epidermal Moisture (SEM) for the diagnosis of deep and early stage pressure induced tissue damage<sup>67</sup>

Tidskrift: Journal of Wound Care  
2021; Vol 30 (1): 41-53  
Författare: Gershon S, Okonkwo H

## Primära mål

Att utvärdera hur ett objektivt test – SEM – skiljer mellan patienter med konstaterad tryckskada och intakt hud och patienter utan tryckskada. Känslighets- och specificitetstabeller och ROC-kurvor (Receiving Operator Characteristics) analyserades för att jämföra den diagnostiska noggrannheten hos standardhudvårdningsbedömningar enligt "gyllene standard" med SEM-testning.

## Sekundära syften

För att samla in data om egenskaper hos skadad kontra frisk vävnad och utveckla en kliniskt användbar algoritm med robusta känsligheter och specificiteter post hoc som kan utvärderas ytterligare longitudinellt och distribueras i klinisk praxis.

## Metoder

- Utgångspunkt: 2 kohorter inkluderades:
  - Kohort 1: med tryckskador (n=125 äldreboenden eller assisterade boenden)
  - Kohort 2: friska försökspersoner utan tryckskador (n=50 läkarmottagning)
- Kohorten utan tryckskador valdes för att matcha inklusions- och exklusionskriterierna för kohorten med tryckskador
- Inklusionskriterier:** >18 år, villig och kapabel att samtycka till studien; samtyckte till hudbedömningar och SEM Scanner-avläsningar; tryckskada i stadiet 1 eller 2, om skadan var en obruten blåsa
- Exklusionskriterier:** Sprucken hud på studiestället; faktorer som förhindrade avläsning på en anatomisk plats; juridiska ombud som inte förstod studiens syfte, tillstånd som allvarligt komprometterade patientens förmåga att slutföra studien
- Bedömning:** Intakt tryckskada i huden identifierades med ett område med icke bleknande rodnad (steg 1) och de som hade en synlig tryckskada i djupvävnaden. Braden RAT användes för riskbedömning av tryckskador

**SEM Scanner-avläsningar:** Utförs i ett spatialt mönster runt tryckskadorna på sju punkter runt den beniga utstickande delen av hälen och sakrum. Där patienten hade en befintlig tryckskada gjordes SEM-mätningar vid upp till 16 punkter runt tryckskadan utöver sårets mitt (figur 8).

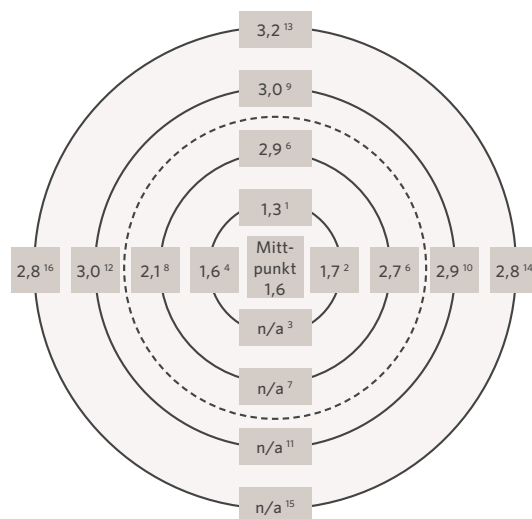
## Viktiga resultat

- Genomsnittliga spatiala SEM-mätningar hos patienter med frisk vävnad och hos patienter med skadad vävnad var statistiskt likartade.
- Genomsnittliga spatiala SEM-mätningar inom anatomin för skadade vävnadspatienter var signifikant olika ( $p < 0,05$ ).

- Det fanns ingen signifikant skillnad mellan spatiala avläsningar hos friska försökspersoner.
- Algoritmerna beräknade ett antal SEM-deltatrösklar för att utvärdera skannerns känslighet och specificitet.
- SEM-algoritmer som använder spatiala SEM-data överträffade signifikant den diagnostiska noggrannheten hos aktuell klinisk bedömning enbart.
- ROC för beräknade områden under kurvan indikerade att den diagnostiska noggrannheten för SEM Scanner överträffade klinisk bedömning.

## Tolkning av studien

Upprepade mätningar av SEM över frisk vävnad är i stort sett rumsligt konsekventa, vilket tyder på att frisk vävnad inte är onormalt inflammerad lokalt. SEM-mätningar mellan patienter med bekräftad frisk vävnad jämfört med patienter med bekräftad tryckskadad vävnad är signifikant olika. SEM Scanner-avläsningar påverkas sannolikt inte negativt av patientspecifika faktorer som komorbiditeter eller hudton. SEM-utvärderingstekniken visade sig vara mycket effektiv. Den ger objektiv information som skulle vara till hjälp som ett komplement till klinisk bedömning och nuvarande standardvård. Tidig upptäckt av tryckskador är avgörande för att förhindra sjukdomsprogression och för att utveckla effektiva preventions- och behandlingsplaner.



Figur 8: Spatial distribution av SEM vid och runt en tryckskada

## The relationship between nurse's assessment of early pressure ulcer damage and sub-epidermal moisture measurement: A prospective explorative study<sup>68</sup>

Tidskrift: Journal of Tissue Viability  
2018;27(4):232-237.

Författare: O'Brien G, Moore Z, Patton D,  
O'Connor T.

### Studiens mål

- Att fastställa förhållandet mellan visuell hudbedömning och SEM-mätningar.
- Att fastställa om SEM-mätningen var mer korrekt och snabbare när det gällde att upptäcka hudförändringar jämfört med enbart visuell hudbedömning.

### Metoder

- En beskrivande prospektiv observationsstudie på 2 avdelningar på ett allmänt sjukhus på Irland med 62 bäddar
- **Deltagare:** 47 samtyckespatienter (18 män, 29 kvinnor) med hög risk för tryckskada (Norton-skalan) utan befintlig tryckskada
- **Exklusionskriterier:** Patienter med befintlig tryckskada, som inte givit samtycke och som inte är i riskzonen (Norton-skalan), aktiva och rörliga
- **Uppföljning:** 4 veckor eller fram till utskrivning eller överföring
- **Bedömning:** Dagliga scannningar med SEM-utvärderingstekniken på sakrum och båda hämlarna. Ett deltagande på >0,5 ( $\geq 0,6$ ) visade på en hög risk för tryckskada

### Viktiga resultat

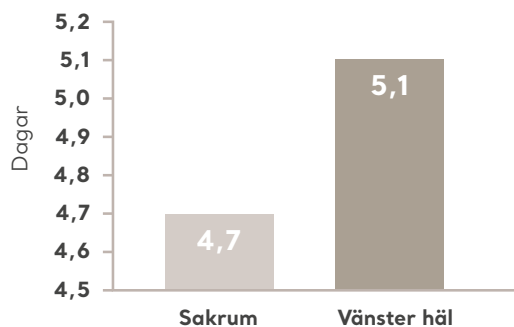
- 40 % (n=19) hade onormal hud enligt VSA
- 21 trycksador i stadie 1 utvecklades på sakrum (n=17;81%) och hälar (vänster n=3;14%, höger n=1;5 %). **Alla hade förhöjt SEM-delta före synliga tecken på skador (100 % sensitivitet)**
- Specificiteten var 83%; falskt positiva hade otillräcklig uppföljningstid
- Medelhög korrelation ( $r=0,47$ ) mellan VSA och SEM hos patienter som utvecklade tryckskada i stadie 1 registrerades
- Korrelationerna mellan VSA och SEM Scanner var starka för sakrum ( $r=0,65$ ); medelhög för höger häla ( $r=0,43$ ); låg för vänster häla ( $r=0,23$ )
- SEM Scanner upptäckte skada dag  $1,5 \pm 1,4$ ; VSA upptäckte tryckskada dag  $5,5 \pm 2,5$ ; dagar tidigare än VSA (figur 9)

- **Vårdplan och resultat:** Förebyggande åtgärder genomfördes i enlighet med lokal praxis, men vårdplanerna ändrades inte baserat på SEM-resultaten. Sjuksköterskor genomförde även VSA. Mätningar av VSA och SEM korrelerades och dessa korrelationer kategoriserades som låga, medelhöga eller starka

### Tolkning av studien

Denna prövning bekräftar genomförbarheten för att mäta SEM som ett komplement till bedömning av tidiga trycksador. Den stöder resultaten från Okonkwo et al-studien<sup>65</sup> och gör det möjligt att på ett bättre sätt bedöma risken för trycksador. SEM-mätningar visade på skador. I genomsnitt 4 dagar tidigare än stadie 1 upptäcktes trycksador. **SEM-tekniken hade hög sensibilitet och specificitet för trycksador i stadie 1.**

### SEM-utvärderingsteknik detekterar skador tidigare än hudbedömningar (dagar)



Figur 9: SEM Upptäckt av skada



# Evidens från verkligheten

## Utility of a sensor-based technology to assist in the prevention of pressure ulcers: A clinical comparison<sup>15</sup>

Tidskrift: International Wound Journal.  
2018;15(6):1033-1044

Författare: Raizman R, MacNeil M, Rappl L.

### Studiens mål

Att utvärdera den kliniska nyttan av att införliva SEM-bedömningstekniken i det kliniska arbetsflödet och att koppla samman interventioner som utförs baserat på SEM-tekniken med minskad incidens av tryckskador.

### Metoder

Studien genomfördes i 2 faser:

#### Fas 1- Utfördes från 4 april till 4 maj 2016

Patienterna fick en riskbedömning enligt standardvård och interventioner och skanning med SEM Scanner, men de resulterande SEM-poängen användes inte som grund för interventioner.

#### Fas 2- Utfördes från 4 maj till 30 september 2016

Identisk med fas 1, förutom att resulterande SEM-poäng användes i samband med riskbedömning för att fastställa lämpliga interventioner och vårdplanering.

### Tolkning av studien

Frekvensen av tryckskador sjönk markant mellan fas 1 och fas 2 när SEM-tekniken införlivades i inledande och fortlöpande undersökningar. I fas 1 ändrade sjuksköterskor inte sin praxis vad gäller förebyggande strategier och frekvenserna för sjukhusförvärvade infektioner minskade inte. Tillägget av SEM-utvärderingstekniken påverkade inte bedömningstiden nämnvärt, och interventionerna följde standardprotokollen från riskbedömning och visuell bedömning. **Den 93-procentiga minskningen av förekomsten av tryckskador berodde på användning av SEM-teknik som vägledning för interventioner.**

### Viktiga resultat

- Totalt 284 patienter utvärderades i de 2 faserna på 3 avdelningar under en 7-månadersperiod

#### Resultat från fas 1

- 12/89 patienter utvecklade tryckskador (4 kategori 1, 6 kategori 2, 1 kategori 3 och 1 djupa vävnadsskador (DTI))

#### Resultat från fas 2

- 2/195 patienter utvecklade tryckskador (1 kategori 1 och 1 kategori 2)
- Detta visade en minskning av sjukhusförvärvade tryckskador med 93% i förhållande till fas 1



## Is it time to re-evaluate the inevitability of ulcers at the end of life?<sup>69</sup>

**Tidskrift:** International Journal of Palliative Nursing, 2021 Nov 2; 27(9):440-448. doi: 10.12968/ijpn.2021.27.9.440. PMID: 34846932  
**Författare:** Raine G

### Studiens mål

En pragmatisk studie gjordes för att bedöma möjligheten att förebygga trycksador/sår vid livets slut med SEM-teknik som ett komplement till rutinmässig vård på en hospiceavdelning med 22 sängplatser.

### Metod

Samtliga patienter skannades vid inskrivning, därefter utfördes patientskanning enligt vårdinrättningens algoritm. Daglig SEM-skanning infördes utöver den befintliga standardvården för att stödja enhetsutbildade läkares kliniska bedömning när det gäller att upptäcka ej synliga trycksår som var på väg att utvecklas. Förebyggande åtgärder initierades genom klinisk bedömning med Waterlow-poäng, visuella, taktila hud- och vävnadsbedömningar och SEM-skanneravläsningar.

"Alla sjuksköterskor (100%) rapporterade att ett SEM-delta ( $\Delta$ )  $\geq 0,6$  uppmärksammade dem på att ytterligare åtgärder för patientvård behövde vidtas."

### Resultat

- Innan studien var trycksårsincidensen för sakrum och hälar 9%.
- Under den 6 månader långa studieperioden rapporterades en incidens av trycksår på 4,8%, 7/146 samtyckande patienter utvecklade trycksår, vilket ledde till en 47-procentig minskning av incidensen (95% CI:1,09, 8,47).
- Alla sjuksköterskor (100%) rapporterade att ett SEM-delta ( $\Delta$ )  $\geq 0,6$  uppmärksammade dem på att ytterligare åtgärder för patientvård behövde vidtas.

Efter studiens slut infördes SEM-enheter för fullskalig implementering i vårdinrättningens rutiner.

Data från rapporter om säkerhetsincidenter visade på en konsekvent minskande förekomst av trycksador efter att enheten införts i vårdrutinerna.

Sjuksköterskor rapporterade en minskning av trycksårsincidensen med 69% under år ett av implementeringen av SEM-bedömningar i rutinmässig klinisk vård- 15 månader efter studiens slut.

Post-hoc-uppskattning av skillnaden i proportioner mellan tidigare studiedata och data efter studien resulterade i en statistiskt signifikant absolut minskning av trycksår på 6,26% vid 95% konfidensintervall (95% CI: 3,18, 9,81,  $p < 0,001$ ) med SEM-bedömningar som enda tillägg till rutinmässig klinisk praxis.

Under en period på 6 månader 2020 (år två) visades en 100-procentig minskning av trycksårsincidensen i flera månader.

## Implementing a new approach to pressure ulcer prevention<sup>16</sup>

Tidskrift: Journal of Community Nursing; 34 (4)

Författare: Ore N, Carver T

### Studiens mål

Denna förstudie syftade till att utvärdera implementeringen av SEM-utvärderingstekniken som ett komplement till standardvård inom trycksårsprevention på 2 vårdcentraler i Storbritannien.

### Metoder

- Två vårdcentraler rekryterade 17 patienter i palliativ vård som behandlades med standardvård och förebyggande åtgärder.
- **Inklusionskriterier:** Patienter med Waterlow-poäng 10-19 som kunde skannas i 3 dagar i följd.
- **Exklusionskriterier:** Sprucken hud skannades inte och visuella hudkontroller dokumenterades efter SEM-skanningar.
- **Skanneravläsningar:** Patienter med SEM-delta  $\geq 0,6$  ansågs löpa hög risk och förebyggande interventioner eskalerades med hjälp av en klinisk beslutsmatris som överensstämde med standardvården.

### Viktiga resultat

- Införandet av SEM-tekniken i befintliga rutiner för prevention av trycksador ledde till en minskning av förekomsten av sjukhusförvärvade trycksador förvärvade utanför vårdsystemet med 26,7% från 16,1% till 11,8%; 88% (n=15) av patienterna förblev fria från trycksador.
- Den kliniska bedömning som influerades av SEM-deltat ledde till att 82% (n=14/17) av sjuksköterskorna rapporterade att SEM-deltat hade ändrat deras kliniska beslutsfattande.

### Tolkning av studien

Resultaten från denna förstudie understryker den kliniska betydelsen av objektiva data från SEM Scanner som stöder klinisk bedömning inom prevention av trycksador förvärvade utanför vårdsystemet. Data från SEM Scanner i kombination med klinisk kompetens och kunskap stödjer beslutsfattande, vårdplanering och resursfördelning.

### SEM-skannermatris

- Bedöm patienten ur ett helhetsperspektiv
- Implementera åtgärdsplan baserat på riskfaktorer
- Dokumentera alla vidtagna åtgärder, inklusive vidtagna åtgärder för att förhindra hudskador
- Granska Waterlow enligt indikation
- Ge patienten råd/utbildning

- Bedöm patienten ur ett helhetsperspektiv
- Bedöm frekvent förflyttning/rörelse
- Bedöm all tryckavlastande utrustning och uppgradering efter behov
- Implementera åtgärdsplan baserat på riskfaktorer
- Införa/granska vårdplan
- Granska Waterlow enligt indikation
- Ge patienten råd/utbildning
- Överväg bedömning genom rehabiliterings- och hjälpmedelscentrum för bedömning av utrustning/sittplatser

<0,6  
(normal avläsning)

Avvikelse  
(Högsta avläsning med skanner)

$\geq 0,6$   
(onormal avläsning)

Klinisk bedömning ska alltid användas. Se över skanningsfrekvensen om det finns kliniska problem/försämring av tillståndet.

Anpassat från: Ore N, Carver T (2020) Implementing a new approach to pressure ulcer prevention. Journal of Community Nursing 34<sup>4</sup>.

Figur 11: Beslutsmatris för SEM Scanner använd av Ore N, Carver T (2020)



# Bedömning av subepidermal fukt som ett komplement till visuell bedömning av minskningen av incidensen av trycksår<sup>70</sup>

Tidskrift: Journal of Wound Care, 31(3), 208-216. <https://doi.org/10.12968/jowc.2022.31.3.208>

Författare: Ousey K, Stephenson J, Blackburn J

## Studiens mål

Huvudsyftet med denna studie var att statistiskt analysera data från Real-world Pressure Ulcer Reduction Program (PURP), ett program för minskning av trycksador, för att bedöma effekten av subepidermal fukt (SEM) som ett komplement till visuell bedömning, med målet att minska incidensen av trycksador parallellt med standardvård för trycksador.

## Metoder

- SEM-skanningsteknik via PURP implementerades på 28 globala inrättningar i 12 olika vårdmiljöer.
- 28 vårdinrättningar i 5 länder inkluderades; Storbritannien, Kanada, Belgien, Spanien och Irland.
- Alla patienter löper risk att utveckla trycksador.
- Data om trycksår samlades in före och efter implementeringen av PURP.
- Data analyserades av en oberoende grupp biostatistiker vid University of Huddersfield i Storbritannien.
- En metaanalys utfördes på avdelnings-/inrättningsnivå för att uppskatta effekten av PURP-implementeringen, och dess påverkan på minskning av incidensen av trycksador före och efter implementering.
- En känslighetsanalys har utförts för att bedöma effekten av enskilda avdelningar/inrättningar på de samlade resultaten.

## Viktiga resultat

- Incidensen av trycksador minskade i alla 28 vårdinrättningar utan nya ingrepp och utan ny personal.
- Sex (6) anläggningar uppnådde statistiskt signifikanta minskningar av antalet fall av trycksador efter implementering av PURP ( $p < 0,05$ ).
- 100% minskning av incidensen av trycksår uppnåddes på 19 anläggningar.
- **Metaanalysen visade:**
- En statistiskt signifikant **3-faldig minskning av trycksårsincidensen** efter implementering av SEM-utvärderingsteknik:
  - En övergripande relativ risk (RR) = 0,38 (95% CI 0,26 till 0,56,  $p < 0,01$ ), **vilket innebär att risken för trycksårsincidens efter implementering av PURP-programmet reduceras till en tredjedel av risken före PURP.**
  - En känslighetsanalys av data visade inga tecken på att någon enskild miljö hade överdriven påverkan på resultaten- Universella minskningar av trycksårsincidens oberoende av vårdmiljö.

"Att införliva ett sådant tillvägagångssätt för strategisk hantering av trycksador har potential att göra det möjligt för läkare att identifiera framväxande vävnadsskador innan de syns på patientens hud och använda lämpliga tidiga interventioner för att begränsa de förödande effekter som trycksador kan orsaka patienterna i deras vård."<sup>69</sup>

## Tolkning av studien

Detta dokument beskriver hur viktig och användbar SEM-utvärderingstekniken är i verkliga vårdssituationer i den dagliga vården av trycksador. Detta dokument i kombination med annan publicerad data<sup>15,68</sup> fastställer tekniken som ett kritiskt verktyg för:

- Uppnä konsekvent minskning av incidensen för trycksador, med mycket minimala ändringar av vårdinrättningens befintliga anläggningsprotokoll.
- Inga nya ingrepp krävdes och ingen ytterligare vårdtid.
- Studien gäller för alla vårdmiljöer.

## Sub-epidermal moisture assessment as a prompt for clinical action in treatment of Pressure ulcers in at-risk hospital patients<sup>71</sup>

Tidskrift: Journal of Wound Care, 31(4), 294-303. <https://doi.org/10.12968/jowc.2022.31.4.294>

Författare: Ousey K, Stephenson J, Blackburn J

### Studiens mål

Syftet med denna studie var att analysera effekten på patientnivå från vårdinrättningar som infört PURP-programmet för att bedöma effekten av SEM-utvärderingsteknik när den används som ett diagnostiskt verktyg för prevention av trycksador hos riskpatienter. Data analyserar förhållandet mellan aviseringar om deltavärde vid SEM-skanning och läkares kliniska åtgärd och effekterna av detta på patientnivå, inklusive SEM  $\Delta$ -indikationer vid specifika anatomier, hudrodnad och utförda interventioner.

Denna studie representerar en andra publikation från University of Huddersfield av professor Karen Ousey.

### Metoder

- SEM-skanning via ett PURP-program infördes på 28 globala anläggningar i 12 olika vårdmiljöer.
- Giltiga data för patientnivåanalys erhöles från 25 globala anläggningar i 4 länder: Storbritannien, Belgien, Spanien och Irland.
- Alla patienter löper risk att utveckla trycksador.
- Data analyserades av en oberoende grupp biostatistiker vid University of Huddersfield i Storbritannien.
- SEM-delta grupperades i "rodnad" via visuell hudbedömning och "icke-rodande" kohorter.
- Ett SEM-delta  $\geq 0,6$  ansågs vara en "uppmaning" till klinisk åtgärd eller åtgärd från sjuksköterskan.
- Diagnostisk noggrannhet för tekniken (känslighets- och specificitetskurvor) beräknades med användning av "hudrodnad" som referenstest för högsta standard.

### Resultat

- Sammanlagt 15 574 patientbedömningar (fall) gjordes på 1 995 patienter.
- Ett SEM  $\Delta \geq 0,6$ , dvs. en uppmaning till åtgärd, rapporterades hos 83,9% (13 071/15 574) av patienterna.

### Resultat av klinisk åtgärd/sjuksköterskans åtgärd

- Sjuksköterskeåtgärd rapporterades i 35,3% av fallen (5494/15 574).
- När en sjuksköterska rapporterade en åtgärd berodde 90% (4944/5494) av åtgärderna på SEM-deltavärdet ( $\geq 0,6$ ).
- I fall där inga uppmaningar om deltavärde gavs rapporterades ingen åtgärd av sjuksköterskor i 78% av fallen (1953/2503).

### Analysresultat för fall utan hudrodnad (10 203 fall):

- Ett SEM-delta  $\geq 0,6$  uppnåddes i 79,8% av fallen (8141/10,203).
- Av de 3 265 fall där en åtgärd av en sjuksköterska registrerades berodde 86,6% på SEM-deltavärdet.

### Modelleringsanalys på flera nivåer

- Odds för en åtgärd från en sjuksköterska när en SEM-delta-uppmaning ( $\geq 0,6$ ) gavs var dubbelt så stor som odds för en åtgärd utan uppmaning (oddsratio, OR = 1,99).
- Sjuksköterskor är dubbelt så benägna att agera eller utföra en intervention på en patient med en SEM-delta-uppmaning. Detta var ett statistiskt signifikant resultat ( $p < 0,001$ ).

### Känslighets- och specificitetsanalys

- Hudrodnad betraktades som referensguldstandard i denna analys.
- Den diagnostiska noggrannheten för SEM-bedömningar (AUC-kurva) varierade från 62,5% till 66,0% och var statistiskt signifikant ( $p < 0,001$ ). Detta överskrider den diagnostiska noggrannheten för klinisk bedömning.
- Dessa resultat överensstämmer med Okonkwo et al. som rapporterade en AUC på 67,1% (95% CI: 60,0-74,6%,  $p < 0,001$ ).

### Sannolikhetsanalys

- I fall där hudrodnad inte observeras ökar SEM sannolikheten för att sjuksköterskan ska agera med 64,9%.
- I fall där hudrodnad observeras ökar SEM sannolikheten för att sjuksköterskan ska agera med 48,8%.

### Tolkning av studien

Studien visar att SEM-delta-uppmaningar ( $\geq 0,6$ ) gör det möjligt för sjuksköterskor att objektiva agera på anatomier med risktillstånd. Analysen av resultaten för fall utan hudrodnad visar hur användbar enheten är i praktiken. Detta är fall där befintlig standardvård och befintliga riskbedömningsverktyg skulle ha missat symtomen och med stor sannolikhet resulterat i utveckling av trycksador. Enheten upptäckte att dessa patienter löper stor risk att utveckla trycksador och gjorde det möjligt för sköterskor att reagera på riskanatomier - en direkt respons på uppmaningar från SEM.

Den diagnostiska noggrannheten hos SEM-tekniken är mycket robust under verkliga förhållanden och ligger nära de resultat som rapporterats i kontrollerade kliniska studier. Detta visar teknikens robusthet och dess kliniska användbarhet i vårdkedjan för trycksador. SEM-bedömningstekniken indikerar risk tidigare än hudrodnad, eller diagnos via visuell hudbedömning, vilket ses i de fall där ingen hudrodnad observerades (64,9% sannolikhet). Dessa resultat visar behovet av ett objektiva verktyg som hjälper sjuksköterskor att utföra interventioner i rätt tid. Även när hudrodnad observeras tenderar sjuksköterskor att agera på uppmaningar från SEM. Därför är SEM-bedömningarna mer objektiva och mer tillförlitliga för tidiga interventioner.



## Evaluating the Impact on Hospital Acquired Pressure Injury/Ulcer Incidence in a United Kingdom NHS Acute Trust from Use of Sub-Epidermal Scanning Technology<sup>72</sup>

Tidskrift: Journal of Clinical Nursing; 2021; 30.17-18: 2708-17

Författare: Nightingale P, Musa L

### Studiens mål

Att bedöma effekten av att lägga till skanningsteknik till den nuvarande standarden för vårdkedjan på incidensen av sjukhusförvärvade trycksador i kategori 2-4.

### Metod

Ett formellt, repeterbart, pragmatiskt ramverk (ett studieramverk utformat för att efterlikna rutinmässig klinisk vård och praxis i verkliga vårdmiljöer) följdes för att utvärdera:

1. Påverkan på rapporterade fall av trycksador
2. Hälso- och sjukvårdspersonals erfarenhet av beslutsfattande och de interventioner som SEM-resultaten föranleder
3. Hälsoekonomisk effekt

De kliniska områden som valdes (låg mobilitet och patientpopulation med risk för trycksador) inkluderade:

- Två (2) ortopediska traumaavdelningar (avdelning A och D)
- En (1) medicinsk avdelning (avdelning B)
- 697 patienter rekryterades under en period på 6 månader (februari till september 2019)
- En vårdassistent (okvalificerad stödpersonal) agerade övervakare
- Patienterna skannades dagligen i minst 3 dagar
- Studien använde en 3-fasstrategi: förberedelser, 6 månader med PURP och efter PURP
- Inga andra ändringar förutom tillägget av SEM-utvärderingstekniken har gjorts i standardvårdkedjan för prevention av trycksador

### Inklusionskriterier

- Patienter med Waterlow >10
- Obruten hud på hälar/sakrum
- Kan skannas i minst 3 dagar i följd
- 18 år eller äldre
- Kan ge muntligt samtycke

### Exklusionskriterier

- Alla patienter med Waterlow <10
- Patienter för vilka enheten var kontraindicerad

Interventioner genomfördes i enlighet med klinisk bedömning, Waterlow-poäng, resultat från visuell hudbedömning och SEM-skannervärden. Om ingen skada var synlig men SEM-delta indikerade skada tillämpades interventioner.

### Resultat

För alla 4 avdelningarna var incidensen före PURP 1,48% - efter PURP 0,29%, en total minskning på 81% (p=0,011 vid 95% konfidensintervall CI: 0,38-1,77).

- 16 151 avläsningar.
- >0,6 registrerades hos 58% (n=9 356) - av dessa rapporterade 74% (n=6 966) ingen synlig missfärgning av huden.
- 42% av avläsningarna <0,6 endast 6% (n=909) noterade synlig missfärgning.
- 100% av all personal sa att SEM Scanner var enkel att använda.
- 83% av patienterna- kliniskt beslutsfattande påverkades av skanneravläsningar.
- Skanningen gick snabbt och enkelt (<5min).

**Hawthorne-effekten:** Studiens design och sjukhusets tidigare fokus på förebyggande av trycksador, inklusive det faktum att personalen redan var utbildad och hade fokuserat på förebyggande av trycksador under mer än 1 års tid, tyder på att störningar från Hawthorne-effekterna i denna studie är minimala.

# Clinical profile of the SEM Scanner - Modernizing pressure injury care pathways using Sub-Epidermal Moisture (SEM) scanning<sup>16</sup>

Tidskrift: Expert Review of Medical Devices (2021), 18, 833-847.

Författare: Bryant RA, Moore ZE, Iyer V

## Studiens mål

**Primärt:** En övergripande granskning av SEM-tekniken ur ett enhets-, säkerhets- och effektperspektiv.

**Sekundärt:** Att dela resultaten av införandet av SEM-utvärderingsteknik i klinisk rutinpraxis.

## Metoder

- 34 vårdinrättningar- 31 akutmiljöer (AC), 1 hospice (HC) och 2 vårdcentraler i 4 länder.
- Kohort med 2 439 patienter.
- Undersökningar av hälar och sakrum utfördes utöver lokala preventionsprotokoll för riskpatienter.

## Resultat

- Insamlade interventionsdata för 1 830 patienter på 27 akutmiljöer.
- 90,5% (viktad) sänkning av sjukhusförvärvade trycksador.
- 74% rapporterade 0% sjukhusförvärvade trycksador/trycksår under perioden med PURP.
- 72% av patienterna fick ytterligare interventioner som ett resultat av objektiva data från enheten.
- Det kliniska beslutsfattandet påverkades i 69% av fallen.
- HC-kohorten visade en 47-procentig minskning av incidensen av trycksador.
- En allmänvårdinrättning registrerade en minskning på 27% av vårdrelaterade trycksador.
- Den andra allmänvårdinrättningen rapporterade en 100-procentig minskning av sjukhusförvärvade trycksador – dessa data presenterades separat på EWMA 2020.

## Tolkning av studien

Användning av SEM-utvärderingstekniken i 31 akutmiljöer ledde till en viktad genomsnittlig minskning av incidensen för sjukhusförvärvade trycksador på 90,5% genom kliniskt effektiv hantering av riskpatienter. Kliniker implementerade SEM-teknik i lokala rutiner för prevention av trycksador. Den enda förändringen var att SEM-tekniken lades till.

När man talar om verkliga data **ökar SEM-utvärderingstekniken som används i denna multicenterutvärdering tillförlitligheten och objektiviteten hos en i övrigt komplex men nödvändig plattform för hud- och riskbedömning**. SEM är ett verktyg som kan användas vid inskrivningspunkten för en korrekt bestämning av risken för sjukhusförvärvade trycksador, vilket är nödvändigt för en grundorsaksanalys och för att spåra värdet av kvalitetsrelaterade initiativ.

Viktigast av allt är att SEM-analyser, med en liten investering i personalutbildning, snabbt och enkelt kan införlivas i befintliga vårdförlopp och utnyttjas av vårdpersonal vid patientens säng för att ge realtidsinformation om vävnadens integritet.

# Hälsoekonomiska studier

Följande 2 hälsoekonomiska studier tyder på att SEM-utvärderingsteknik "när den implementeras i klinisk praxis mycket troligen leder till betydande ekonomiska fördelar och kostnadsbesparingar.<sup>18</sup>"

## Modelling the cost-benefits arising from technology aided early detection of pressure ulcers<sup>18</sup>

Tidskrift: Wounds International; 2020; 11(1); 12-17.

Författare: Gefen A., Kolsi J., King T., Grainger S., Burns M.

### Studiens mål

Att testa sannolikheten för och kostnadsnyttan med SEM-tekniken som ett komplement till standardförfarandet för visuella hudbedömningar inom prevention av trycksador.

En probabilistisk modell är en grafisk karta och matematisk representation av alla möjliga resultat av en serie relaterade val i en process, t.ex. en vårdkedja. Kartan väger in möjliga åtgärder mot varandra vid beslutspunkter baserade på sannolikheten att åtgärderna kommer att vidtas under verkliga förhållanden. Varje förgrening har ytterligare möjligheter till resultat och fler grenar och noder. Detta kallas för ett beslutsträd.

### Metoder

- Beslutsträden användes för att modellera den ekonomiska nyttan av att använda SEM-teknik för prevention av trycksador genom att öka sannolikheten för tidig upptäckt av en sjukhusförvärd tryckskada, vilket gör det möjligt att tidigare genomföra riktade bedömningar.
- 2 olika beslutsträd krävdes för att illustrera sannolikheten för upptäckt och behandling av trycksador:
  - För nuvarande standardvård.
  - För SEM-bedömningstekniken som ett komplement till standardvården.
- Beslutsträdet var detsamma i båda analyserna, enbart sannolikheter för detektering och kostnader skiljer sig åt vid de aktuella noderna.
- Två alternativa akutvårdsscenarier modellerades med lägre (1,6%) och högre (6,3%) incidens av sjukhusförvärd trycksador enligt ett konservativt intervall av antaganden och indataparametrar som finns i litteraturen.

### Viktiga resultat

- Införandet av SEM-utvärderingstekniken som ett komplement till nuvarande vårdpraxis med visuella hudbedömningar kommer med stor sannolikhet att leda till betydande ekonomiska fördelar och kostnadsbesparingar. För ett genomsnittligt NHS Trust med cirka 41 000 inskrivningar per år skulle den uppskattade totala besparingen för att implementera skannern ligga inom intervallet 0,6–3,3 miljoner pund per år. Dessa kostnader återspeglar:
  1. Detektering och behandling av ej synlig vävnadsskada (en skada före kategori 1, som inte kan detekteras utan SEM Scanner).
  2. En högre detektionsfrekvens av sjukhusförvärd kategori 1-trycksador än vad som är möjligt utan SEM Scanner och därmed prevention av potentiella vårdrelaterade trycksador i kategori 2–4.
  3. Undvikande av vissa onödiga interventioner för patienter utan sjukhusförvärd trycksador, eftersom vårdpersonal i större utsträckning kan utesluta denna diagnos med SEM Scanner-avläsningarna.

### Tolkning av studien

Med hjälp av probabilistisk modellering kommer användning av SEM-utvärderingstekniken som ett komplement till standardvården sannolikt att leda till betydande ekonomiska fördelar och kostnadsbesparingar. De uppskattade kostnadsbesparingarna kan variera från 0,3 till 3,3 miljoner pund per år.

# The cost effectiveness of sub-epidermal moisture scanning to assess pressure injury risk in U.S. health systems<sup>6</sup>

Tidskrift: Journal of Patient Safety and Risk management (2020) 0 (0):1-9  
Författare: Padula W, Malaviya S., Hu E, Creehan S, Delmore B Tierce J.C.

## Studiens mål

Att utvärdera kostnadseffektiviteten för användning av SEM-bedömningsteknik i förhållande till befintliga riktlinjer för sjukhusförvärvade trycksador uppbyggda kring riskbedömningar.

## Metoder

- En Markov-kohortmodell utvecklades för att analysera kostnadseffektiviteten för SEM Scanners jämfört med befintliga riktlinjer för förebyggande åtgärder, baserat på aktuella kliniska data från den amerikanska sjukvårdssektorns perspektiv i miljöer för akutvård och rehabilitering och på vårdinrättningar med kvalificerad personal.

## Viktiga resultat

- Integrationen av SEM Scanners gav kostnadsbesparingar på 4 054 USD och adderade 0,35 kvalitetsjusterade levnadsår (QALY) per akut inskrivning.
- För var 1 000:e inskrivning i högriskakutvård kan subepidermala fuktskannrar avvärja cirka sju sjukhusförvärvade trycksårsrelaterade dödsfall och minska antalet sjukhusförvärvade tryckskskaderelaterade återinläggningsdagar med cirka 206 sängdagar.

## Tolkning av studien

SEM Scanners är kostnadseffektiva och erbjuder ett mervärde för vårdprotokoll för att förhindra trycksador.

Teknik som SEM Scanner ger leverantörer objektiva riskmått.

- "SEM Scanners är ett kostnadseffektivt sätt att dokumentera risken för tryckskada."<sup>6</sup>
- "Tekniken kringgår den höga kostnaden för de flesta trycksador i vårdinrättningar och kan ge avkastning på investeringen (ROI) efter mindre än ett års tid."<sup>6</sup>

"SEM Scanners är en dominerande strategi jämfört med standardvård eftersom den sänker kostnaderna och ökar antalet kvalitetsjusterade levnadsår."<sup>6</sup>

"Tekniken kringgår den höga kostnaden för de flesta trycksador i vårdinrättningar och kan ge avkastning på investeringen (ROI) efter mindre än ett års tid."<sup>6</sup>



# Sammanfattning

SEM-bedömningstekniken har visat sig vara ett effektivt verktyg som stödjer förebyggandet av tryckskador vid användning som ett komplement till standardvård. De vetenskapliga principerna, säkerheten, effektiviteten och den kliniska nyttan med SEM-skannertekniken är nu väletablerade.

SEM-bedömningstekniken gör det möjligt att agera tidigt med kliniska interventioner tid för att stödja prevention av tryckskador.

Dessutom har integreringen i standardvården demonstrerats i ett omfattande evidensprogram hos över 2 400 verkliga patienter (i november 2020) där sjukhusförvärvade tryckskador/trycksår minskade med i viktat genomsnitt på 90,5 % i akutvårdsmiljö.

Ekonomisk modellering som använder data om minskning av tryckskador som input och som grund för antaganden tyder på att integrering av SEM Scanner-teknologin i standardvården för att förebygga tryckskador är en dominerande intervention jämfört med standardvård, och att detta har potential att öka de kvalitetsjusterade levnadsåren (QALY).



# Referenser

1. Vowden KR, Vowden P. The prevalence, management, equipment provision and outcome for patients with pressure ulceration identified in a wound care survey within one English health care district. *J Tissue Viability*. 2009;18(1):20
2. Gardiner JC, Reed PL, Bonner JD, haggerty DK, Hale DG. Incidence of hospital-acquired pressure ulcers-a population based cohort study. *Int Wound Journal* 2016; 13:809-820
3. Graves N, Zheng H. The prevalence and incidence of chronic wounds. A literature review. *Wound Practice & Research: Journal of the Australian Wound Management Association* 2014;22(1):4-12,14-19
4. Dealey C, Posnett J, Walker A (2012). The cost of pressure ulcers in the United Kingdom. *Journal of Wound Care*; 21(6):261-266.
5. Brem H, Maggi J, Nierman D et al. High cost of stage IV pressure ulcers. *Am. J. surg.* 2010; 200:473-477
6. Padula WV, Malaviya S, Hu E, Creehan S, Delmore B, Tierce JC (2020). The cost effectiveness of sub-epidermal moisture scanning to assess pressure injury risk in U.S. Health Systems. *Journal of Patient Safety and Risk Management*. 0(0):1-9. DOI:10.1177/2516043520914215Lägg till ny referens
7. AHRQ. Never Events. 2017. <https://psnet.ahrq.gov/primer/3/never-events>. Åtkomst augusti 2017
8. Centre for Medicare and Medicaid Services (CMS) (2013)
9. European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Ulcer Advisory Panel & Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevention and Treatment of pressure ulcers/injuries:Clinical Practice Guideline. Emily Haesler (Ed.). EPUAP/NPIAP/PPIA:2019
10. Fletcher J (2017). An Overview of Pressure Ulcer Risk Assessment Tools. *Wounds UK*, Vol 13
11. Moore ZEH, Patton D. Risk assessment tools for the prevention of pressure ulcers. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2019, Issue 1. Art No.:CD006471.DOI:10.1002/14651858.CD006471. Pub4
12. Samuriwo R. & Dowding D (2014)Nurses' pressure ulcer related judgements and decisions in clinical practice: A systematic review. *Int J Nurs*. 51(12):1667-85
13. Ross G, Gefen A (2019). Assessment of sub-epidermal moisture by direct measurement of tissue biocapacitance. *Medical Engineering and Physics*. Vol 73:92-99
14. Smith G (2019) Improved clinical outcomes in pressure ulcer prevention using the SEM scanner. *Journal of Wound Care*. Vol 23(5)
15. Raizman R, MacNeil M, Rappl (2018). Utility of a sensor-based technology to assist in the prevention of pressure ulcers: A clinical comparison. *Int Wound Journal*. <https://doi.org/10.1111/iwj.12974>
16. Ore N, Carver T (2020) Implementing a new approach to pressure ulcer prevention. *Journal of Community Nursing*, 34,4
17. Bryant RA, Moore ZE, Iyer V. Clinical profile of the SEM Scanner - Modernizing pressure injury care pathways using Sub-Epidermal Moisture (SEM) scanning. *Expert Rev Med Devices*. 2021 Sep;18(9):833-847. doi: 10.1080/17434440.2021.1960505. Epub 2021 Sep 3. PMID: 34338565
18. Gefen A, Kolsi J, Grainger S, Burns M (2020) Modelling the cost benefits arising from technology-aided early detection of pressure ulcers. *Wounds International*. Vol 11 (1): 22-29
19. Moore ZEH, Cowman S. Risk assessment tools for the prevention of pressure ulcers. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, Issue 2. Art.No:CD006471
20. O'Tuathail C, Taqi R. Evaluation of three commonly used pressure ulcer risk assessment scales. *Br J Nurs*. 2011;20(6):S27-8, S30, S32 Passi
21. Santamaria N, McCann, J, O'Keefe S, Rakis S, Sage S, Tudor H, NG AW, Morrow F. Clinical innovation:results of a 5 year pressure ulcer prevention project in an Australian University. *Wounds International* 2015;6(3):12-1
22. Liv Kaitani T, Nakagami G, Sugama J, Tachi M, Matsuyama Y, Miyachi Y, Nagase T, Takemura Y, Sanada H. Evaluation of an advanced pressure ulcer management protocol followed by trained ostomy and continence nurses: a non-randomised controlled trial. *Chronic Wound Care Manage Rese* 2015;2:39-51
23. Griswold LH, Griffin RL, Swain T, Kerby JD. Validity of the Braden scale in grading pressure ulcers in trauma and burn patients. *J Surg Res*. 2017;219:151-157
24. Chen HL, Cao YJ, Wang J, Huai BS. Calibration power of the Braden Scale in predicting pressure ulcer development. *J Wound Care* 2016; 25(11):655-659
25. Fletcher J. An overview of pressure ulcer risk assessment tools. *Wounds Uk* 2017;13:18-26
26. Pancorbo-Hidalgo PL, Garcia-Fernandez FP, Lopez-Medina IM, Alvarez-Nieto C. Risk assessment scales for pressure ulcer prevention: a systematic review. *J Adv Nurs*.2006;54(1):94-110
27. Kottner J, Dassen T. Pressure ulcer risk assessment in critical care: Interrater reliability and validity studies of the Braden and Waterlow scales and subjective ratings in two intensive care units. *Int J Nurs Stud*. 2010;47(6):671-7
28. Gould D, Goldstone L, Kelly D, Gammon J, Examining the validity of pressure ulcer risk assessment scales: a replication study. *Int J Nurs Stud*. 2004;41(3)331-9
29. Walsh B, Dempsey L. investigating the reliability and validity of the Waterlow risk assessment scale: a literature review. *Clin Nurse Res*. 2011; 20(2):197-208
30. Ranzani OT, Simpson ES, Japiassu AM, Noritomi DT, Amil Critical Care Group. The challenge of predicting pressure ulcers in critically ill patients. A multicenter cohort study. *Ann Am Thorac Soc*. 2016;13(10):1775-1783

31. Thomas DR. Issues and dilemmas in managing pressure ulcers. *J Gerontol Med Sci*, 2001;56:238-340
32. Magnan MA, Maklebust J. Braden scale risk assessments and pressure ulcer prevention planning: whats the connection? *J Wound Ostomy Continence Nurs*. 2009;36(6):622-34
33. Lovegrove J, Fulbrook P, Miles S. Prescription of pressure injury prevention interventions following risk assessment: A exploratory descriptive study. *Int Wound J*. 2018;15(6):985-992
34. Padula WV, Mishra MK, Makic MB, Sullivan PW. Improving the quality of pressure ulcer care with prevention a cost effectiveness analysis. *Med Care*. 2011;49(4):385-92
35. Padula WV, Pronovost PJ, Makic MBF, Wald HL, Moran D, Mishra MK, Meltzer DO. Value of hospital resources for effective pressure injury prevention: a cost effectiveness analysis. *BMJ Qual Saf*. 2019 Feb;28(2):132-141
36. Brienza D, Antokal S, Herbe L, Logan S, Maguire J, Van Ranst J, Siddiqui A. Friction-induced skin injuries-are they pressure ulcers? An updated NPUAP whaitpaper. *J Wound Ostomy Continence Nurs* 2015;42:62-4
37. Stekelenburg A, Strijkers GJ, Parusel H, Bader DL, Nicolay K, Oomens CW. Role of ischemia and deformation in the onset of compression-induced deep tissue injury: MRI based studies in a rat model. *J appl Physiol* 2007;102:2002-11
38. Celen KK, Stekelenburg A, Loerakker S, Strijkers GJ, Bader DL, Nicolay K, Baaijens FP, Oomens CW. Compression-induced damage and internal tissue strains are related. *J Biomech* 2008;41:3399-404
39. Gefen A (2020). The SEM Scanner for Early Pressure Ulcer Detection: A 360-degree Review of the Technology. *Wounds International*. Vol 11, Issue 3: P22-30. Figur anpassad med tillstånd från Wounds International Ltd
40. Gefen A (2018) The future of pressure ulcer prevention is here: Detecting and targeting inflammation early. *EWMA Journal* 2018, 19(2):7-13
41. Orsted HL, Ohura T, Harding K. International review. Pressure ulcer prevention: Pressure, Shear, Friction and microclimate in context. A consensus document. London: Wounds International; 2010
42. Ohura T, Takahashi M, Ohura N. Influence of external forces (pressure and shear force) on superficial layer and subcutis of porcine skin and effects of dressing materials: Are dressing materials beneficial for reducing pressure and shear force in tissues. *Wound Repair Regen*. 2008; 16(1):102-107
43. Stekelenburg A, Gawlitta D, Bader DL, Oomens CW. Deep tissue injury: how deep is our understanding? *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89:1410-3
44. Oomens CW, Bader DL, Loerakker S, Baaijens. Pressure induced deep tissue injury explained. *Ann Biond Eng* 2015;43:297-305
45. Agam L, Gefen A. Pressure ulcers and deep tissue injury: a bioengineering perspective. *J Wound Care*. 2007;16(8):336-42
46. European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel, Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevention and Treatment of Pressure Ulcers/Injuries: The International Guideline 2019. Emily Haesler (Ed.). EPUAP/NPIAP/PPIA: 2019. Avsnitt 2: The Aetiology of Pressure Injuries - Contributors to cell damage and tissue necrosis in pressure injuries, Pages 22-23
47. Schultz GS, Davidson JM, Kirsner RS, Bornstein P, Herman IM. Dynamic reciprocity in the wound microenvironment. *Wound Reapir Regen*. 2011;19:134-148
48. Nwomeh BC, Yager DR, Cohen IK. Physiology of the chronic wound. *Clin Plast Surg* 1998;25:341-356
49. Rogers AA, Burnett S, Moore JC, Shakespeare PG, Chen WY. Involvement of proteolytic enzymes-plasminogen activators and matrix metalloproteinases - in the pathophysiology of pressure ulcers. *Wound Repair Regen*. 1995;3(3):273-83
50. Turner MD, Nedjai B, Hurst T, Pennington DJ. Cytokines and chemokines: at the crossroads of cell signalling and inflammatory disease. *Biochem, Biophys Acta*. 2014;1843(11):2563-2582
51. Gefen, A. The sub-epidermal moisture scanner: the principles of pressure injury prevention using novel early detection technology. *Wounds Int*. 2018;9(3):10-15
52. Moore Z, Patton D, Rhodes SL, O'connor T. Sub-epidermal moisture and bioimpedance: a literature review of a novel method for early detection of pressure induced tissue damage (pressure ulcers). *Int Wound J*;2017;14:331-337
53. European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel, Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevention and Treatment of Pressure Ulcers/Injuries: The International Guideline 2019. Emily Haesler (Ed.). EPUAP/NPIAP/PPIA: 2019. Avsnitt 5: Bedömning av hud och vävnad. Rekommendation 2.6 Utföra hud- och vävnadsbedömning. Sidan 78
54. European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel, Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevention and Treatment of Pressure Ulcers/Injuries: The International Guideline 2019. Emily Haesler (Ed.). EPUAP/NPIAP/PPIA: 2019. Avsnitt 5: Bedömning av hud och vävnad. Rekommendation 2.6 Utföra hud- och vävnadsbedömning. Sidan 79
55. Martinsen O, Grimnes S. Bioimpedance and bioelectricity basics. Oxford: Elsevier Academic Press, 2011
56. Peko, L. Gefen A (2020). Sensitivity and laboratory performances of a second generation sub-epidermal moisture measurement device. *IWJ*:1-6
57. Bates-Jensen BM, McGreath HE, Pongquan V, Apeles NC. Sub-epidermal moisture differentiates erythema and stage 1I pressure ulcers in nursing homw residents. *Wound Repair Regen*. 2008;16(2):189-97

58. Bates-Jensen BM, McCreath HE, Pongquan V. Sub-epidermal moisture is associated with early pressure ulcer damage in nursing home residents with dark skin tones: pilot findings. *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 2009;36(3):277-284
59. Guihan M, Bates-Jensen BM, Chun S, Parachuri R, Chin AS, McCreath H. Assessing the feasibility of sub-epidermal moisture to predict erythema and stage I pressure ulcers in persons with spinal cord injury: a pilot study. *J Spinal Cord Med.* 2012;35(1):46-52
60. Harrow JJ, Mayrovitz HN. Subepidermal moisture surrounding pressure ulcers in persons with a spinal cord injury: a pilot study. *J Spinal Cord Med.* 2014;37(6):719-28
61. Bates Jensen BM, McCreath HE Nakagami G, Patlan A. Sub-epidermal moisture detection heel pressure injury: the pressure ulcer detection study outcomes. *Int Wound J.* 2018;15(2):297-309
62. Bates Jensen BM, McCreath HE Nakagami G, Patlan A. Subepidermal moisture detection of pressure induced tissue damage on the trunk: the pressure ulcer study outcomes. *Wound Repair Regen.* 2017;25(3):502-511
63. Bates-Jensen BM, McCreath HE Pongquan V, Apeles NC. Subepidermal moisture differentiates erythema and stage I pressure ulcers in nursing home residents. *Wound Repair Regen* 2008;16(2):189-97
64. Moore Z, Patton D, Rhodes SL, O'Connor T. Subepidermal moisture and bioimpedance: a literature review of a novel method for early detection of pressure-induced tissue damage (pressure ulcers). *Int Wound Journal* 2017;14:331-337
65. Gefen A, Gershon S. An observational, prospective cohort pilot study to compare the use of sub-epidermal moisture measurements versus ultrasound and visual skin assessments for early detection of pressure injury. *Ostomy Wound Management.* 2018; 64(9):12-27. doi.25270/owm.2018.9.1227
66. Okonkwo H, Bryant R, Milne J et al. A blinded clinical study using a subepidermal moisture biocapacitance measurement device for early detection of pressure injuries. *Wound Repair & Reg* 2020;1-11. <https://doi.org/10.1111/wrr.12790>
67. Gershon S, Okonkwo H. Evaluating the sensitivity, specificity and clinical utility of algorithms of sapatial variation in Sub-Epidermal Moisture (SEM) for the diagnosis of deep and early staged pressure induced tissue damage. *Journal of Wound Care.* Vol 30(1): 41-53
68. O'Brien G, Moore Z, Patton D, O'Connor T (2018). The relationship between nurses assessment of early pressure ulcer damage and sub epidermal moisture measurement: A prospective explorative study. *Journal of Tissue Viability* 2018;27(4):232-237
69. Raine G (2021). Is it time to re-evaluate the inevitability of ulcers at the end of life? *Int J Palliat Nurs.* 2021 Nov 2;27(9):440-448. doi: 10.12968/ijpn.2021.27.9.440. PMID: 34846932
70. Ousey K, Stephenson J, Blackburn J (2022) Sub-epidermal moisture assessment as an adjunct to visual assessment in the reduction of pressure ulcer incidence. *Journal of Wound Care,* 31(3), 208-216. <https://doi.org/10.12968/jowc.2022.31.3.208>
71. Ousey K, Stephenson J, Blackburn J (2022) Sub-epidermal moisture assessment as an adjunct to visual assessment in the reduction of pressure ulcer incidence. *Journal of Wound Care,* 31(3), 208-216. <https://doi.org/10.12968/jowc.2022.31.3.208>
72. Nightingale P. et al (2021) Evaluating the Impact on Hospital Acquired Pressure Injury/Ulcer Incidence in a United Kingdom NHS Acute Trust from Use of Sub-Epidermal Scanning Technology. *Journal of Clinical Nursing.* 30.17-18: 2708-17

Upphovsrätt, varumärken och logotyper tillhör Bruin Biometrics LLC, vilket innefattar följande: Upphovsrättsskyddat material kopplat till Provizio® SEM Scanner och SEM Scanner® Bruin Biometrics LLC får inte användas eller reproduceras utan skriftligt medgivande från Bruin Biometrics LLC.

© Arjo, 2022

På Arjo är vi övertygade om att goda förutsättningar för mobilitet i vårdmiljöer är en central del av att erbjuda vård av hög kvalitet. Våra produkter och lösningar för patientflyttning, hygien, desinfektion, diagnostik, behandling av bensår, förebyggande av trycksår och ventrombos samt våra sjukvårdssängar, är utformade för att främja mobilitet, säkerhet och värdighet i alla vådsituationer. Med 65 års erfarenhet av att förbättra vardagen för patienter och vårdgivare, och ett globalt team på över 6 500 personer, arbetar vi ständigt för att skapa bättre resultat för människor som möter utmaningar inom mobilitet.

Arjo AB · Hans Michelsensgatan 10 · 211 20 Malmö · Sweden · +46 10 335 4500

[www.arjo.com](http://www.arjo.com)

