

Badania nad uwodnieniem podnaskórkowym

Podstawowe zasady, dowody kliniczne i wyniki dotyczące ekonomiki zdrowia



Globalne wyzwanie dla branży opieki zdrowotnej

Odleżyny (zwane również owrzodzeniami odleżynowymi) są poważnym globalnym problemem zdrowotnym występującym zarówno podczas długiej hospitalizacji, jak i w ośrodkach długoterminowej opieki zdrowotnej^{1,2,3}. Koszty pielęgnacji i leczenia odleżyn są bardzo wysokie^{4,5,6}, ale w dużej mierze można tych ran uniknąć⁷ i nie dopuścić do ich powstania⁸. Skuteczne zapobieganie wymaga wczesnego zidentyfikowania pacjentów narażonych na odleżyny oraz szybkiego rozpoczęcia odpowiednich zabiegów. Międzynarodowe, specjalistyczne wytyczne dotyczące profilaktyki odleżyn zalecają ocenę pacjenta przy przyjęciu, a następnie codzienną weryfikację jego stanu⁹.

Narzędzia do oceny ryzyka (RAT: Risk Assessment Tool, m.in. skale oceny ryzyka odleżyn) oraz wzrokowa kontrola skóry i tkanek przez lekarza w celu wykrycia wczesnych oznak uszkodzenia skóry są standardem opieki zdrowotnej od wielu lat. Obecnie lekarze mają do dyspozycji ponad 200 narzędzi do oceny ryzyka. Mimo to wiele narzędzi oceny ryzyka stosowanych w praktyce klinicznej ma subiektywny charakter¹⁰ i nie bierze pod uwagę różnic anatomicznych, przez co wykazuje niską wartość predykcyjną¹¹. Wizualna ocena skóry i tkanek (STA: Visual Skin and Tissue Assessment) również nie jest niezawodna i opiera się na subiektywnej interpretacji przeprowadzającej ją osoby¹².

„Kontrola wzrokowa skóry jest zawodna i opiera się na subiektywnej interpretacji”.¹²

Jedną z głównych wad aktualnych procedur oceny ryzyka jest to, że nie wykrywają niewidocznych zmian, które występują pod powierzchnią skóry. Zmiany w tkankach mogą wystąpić pod skórą na kilka dni przed widocznym uszkodzeniem i owrzodzeniem jej na powierzchni¹³. Zmiany te mogą prowadzić do powstawania odleżyn i są wywołane stanem zapalnym

„Przesącz gromadzi się jako miejscowy obrzęk, zwany również uwodnieniem podnaskórkowym (SEM)”.¹³

wynikającym z długotrwałego ucisku, działania sił ścinających, odkształceń tkanek i niedokrwienia. Stan zapalny stopniowo narasta w czasie od kilku minut do kilku godzin, co prowadzi

do szeregu zmian patologicznych. Jedną z wczesnych zmian jest zwiększenie przepuszczalności naczyń krwionośnych, co umożliwia przesiąkanie płynu z naczyń do przestrzeni zewnątrzkomórkowej. Przesącz gromadzi się, tworząc miejscowy obrzęk nazywany również uwodnieniem podnaskórkowym (SEM: Sub-Epidermal Moisture)¹³, i stanowi wczesny objaw uszkodzenia tkanki prowadzący do powstania odleżyn. Podkreśla to znaczenie wczesnej identyfikacji problemu oraz potrzebę wczesnej interwencji w profilaktyce odleżyn.

W praktyce klinicznej coraz częściej stosuje się innowacyjną i sprawdzoną klinicznie technologię — skaner Provizio® SEM, który służy do oceny uwodnienia podnaskórkowego jako wczesnego wskaźnika ryzyka wystąpienia odleżyn¹⁴⁻¹⁶.

„Zmniejszenie częstości występowania odleżyn o 90,5% w leczeniu szpitalnym”.¹⁷

Skaner Provizio SEM to ręczne, bezprzewodowe, obiektywne urządzenie medyczne, które wykorzystuje biopojemność elektryczną komórek w celu identyfikacji zwiększonego ryzyka wystąpienia odleżyn, informując lekarza, że pacjent bez widocznych zewnętrznych oznak uszkodzenia tkanek jest narażony na ryzyko powstania odleżyn w okolicach pięt lub kości krzyżowej. Standardowa opieka w połączeniu z zastosowaniem skanera Provizio SEM w profilaktyce odleżyn umożliwia ograniczenie występowania tego problemu o średnio 90,5% (średnia ważona) w ośrodkach szpitalnej opieki medycznej¹⁷. Modele ekonomiczne oparte na ostrożnych założeniach również wskazują, że wdrożenie technologii SEM w ramach profilaktyki jest lepszą strategią w porównaniu z samą standardową opieką, ponieważ obniża koszty i zwiększa długość życia skorygowaną o jego jakość (QALY: Quality Adjusted Life Years)⁶.



Wyzwania związane z zapobieganiem odleżynom

Zapobieganie odleżynom jest niezwykle ważne dla uniknięcia związanych z nimi problemów klinicznych i ekonomicznych oraz obniżonej jakości życia. Diagnostyka odleżyn opiera się na ocenie klinicznej i narzędziach do oceny ryzyka (RAT), w tym m.in. skal Waterlow, Norton i Braden^{19,20}. Metody te wykorzystują półilościowe, oparte na ocenie obserwacji określające zakres czynników ryzyka, a ich wyniki wpływają na sposób opieki nad pacjentem w celu zapobiegania odleżynom. Narzędzia do oceny ryzyka RAT są stosowane łącznie z oceną skóry i tkanek (STA) w formie kontroli wzrokowej i palpacyjnej mającej na celu identyfikację odleżyn. Ocena stanu skóry i tkanek uwzględnia kolor skóry, reakcję na ucisk, temperaturę, twardość i inne wyczuwalne oznaki odleżyn.

Obecny standard opieki w procesach oceny ryzyka jest często skomplikowany i uzależniony od subiektywnej oceny lekarza. Narzędzia RAT umożliwiają profilaktykę odleżyn na obszarze całego ciała. Rany te nie powstają jednak na całym obszarze skóry, ale w określonych miejscach, takich jak kość krzyżowa czy pięty. Programy zapobiegania odleżynom mogą być skuteczne^{21,22}, ale wartość predykcyjna narzędzi RAT może być niska²³⁻³⁰. Mogą też być one mniej skuteczne u pacjentów z ciemniejszym kolorem skóry, który maskuje widoczne zmiany³¹. Ponadto wyniki oceny RAT mogą³², ale nie muszą, prowadzić do wdrożenia strategii zapobiegania odleżynom³³. Zdarza się, że na podstawie wyników RAT prowadzi się niepotrzebne interwencje u niezagrożonych pacjentów³³, co nie zmniejsza częstości występowania odleżyn²⁶.

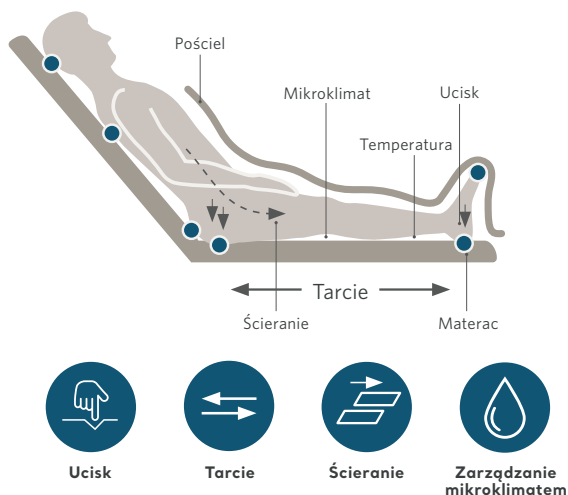
Strategie zapobiegania mogą być w związku z tym nieodpowiednie lub nieskuteczne, gdyż nieuzasadnione interwencje mogą wydłużać czas między faktycznym wystąpieniem uszkodzenia a momentem jego diagnozy i wykrycia w ramach standardowych procedur. Na przykład ocena wzrokowa (STA) może wskazywać na konieczność interwencji w konkretnych obszarach skóry dopiero wówczas, gdy rana jest już widoczna na jej powierzchni i gdy mogły już wystąpić znaczne uszkodzenia tkanek.

„Wdrożenie skutecznej profilaktyki z dużym prawdopodobieństwem obniży koszty”.^{34,35}

Skuteczna profilaktyka jest znacznie tańsza^{34,35} niż leczenie i pielęgnacja odleżyn. Istnieje w związku z tym potrzeba opracowania obiektywnej metody oceny, która zwiększy skuteczność wczesnego wykrywania ryzyka rozwoju odleżyn i umożliwi wdrożenie strategii wczesnej prewencji.

Skutki długotrwałego ucisku na tkanki

Głównymi przyczynami powstawania odleżyn są: ucisk, tarcie, siły ścinające, wilgoć i odkształcenie tkanek³⁶⁻³⁸ (Ilustracja 1). Odleżyny nie pojawiają się od razu, ale rozwijają się z czasem³⁹, gdy stopniowo dochodzi do pogorszenia stanu struktur komórkowych narażonych na działanie sił zewnętrznych lub ciężaru ciała⁴⁰.



Ilustracja nr 1: Ucisk, ścieranie, tarcie i mikroklimat

Uszkodzenie tkanek wywołane uciskiem występuje, gdy na określony obszar ciała przez dłuższy czas wywierany jest zbyt duży ucisk. Powoduje to zapadanie się małych naczyń krwionośnych i niedokrwienie lub ograniczenie dopływu krwi i przepływu limfy do tkanek. Uszkodzenia tkanek są częstsze w okolicy wyniosłości kostnych, ponieważ ucisk może być tam 3-5 razy większy niż w tkankach położonych dalej od kości^{41,42}.

Negatywne działanie ucisku na skórę jest często wzmacniane przez oddziaływanie bocznych sił ścinających^{41,42}. Ucisk na tkanki pokrywające wyniosłości kostne występuje jednocześnie z siłami ścinającymi i jest kluczowym czynnikiem w procesie powstawania odleżyn⁴³, prowadząc bezpośrednio do śmierci komórek. Mięśnie szkieletowe są najbardziej wrażliwe na ucisk⁴⁴, a ich długotrwały ucisk prowadzi do głębokich urazów tkankowych. Intensywność i czas trwania ucisku na tkanki głębokie są kluczowymi czynnikami, które przyczyniają się do uszkodzenia tkanki⁴⁵.

Wytrzymałość tkanek

Rozwój odleżyn zależy również od indywidualnej wytrzymałości tkanek, na którą wpływa wiele czynników fizycznych i środowiskowych. Inne czynniki, takie jak wewnętrzna budowa anatomiczna czy zbyt wysoka temperatura i wilgotność skóry również wpływają na podatność pacjenta na powstawanie odleżyn⁹.

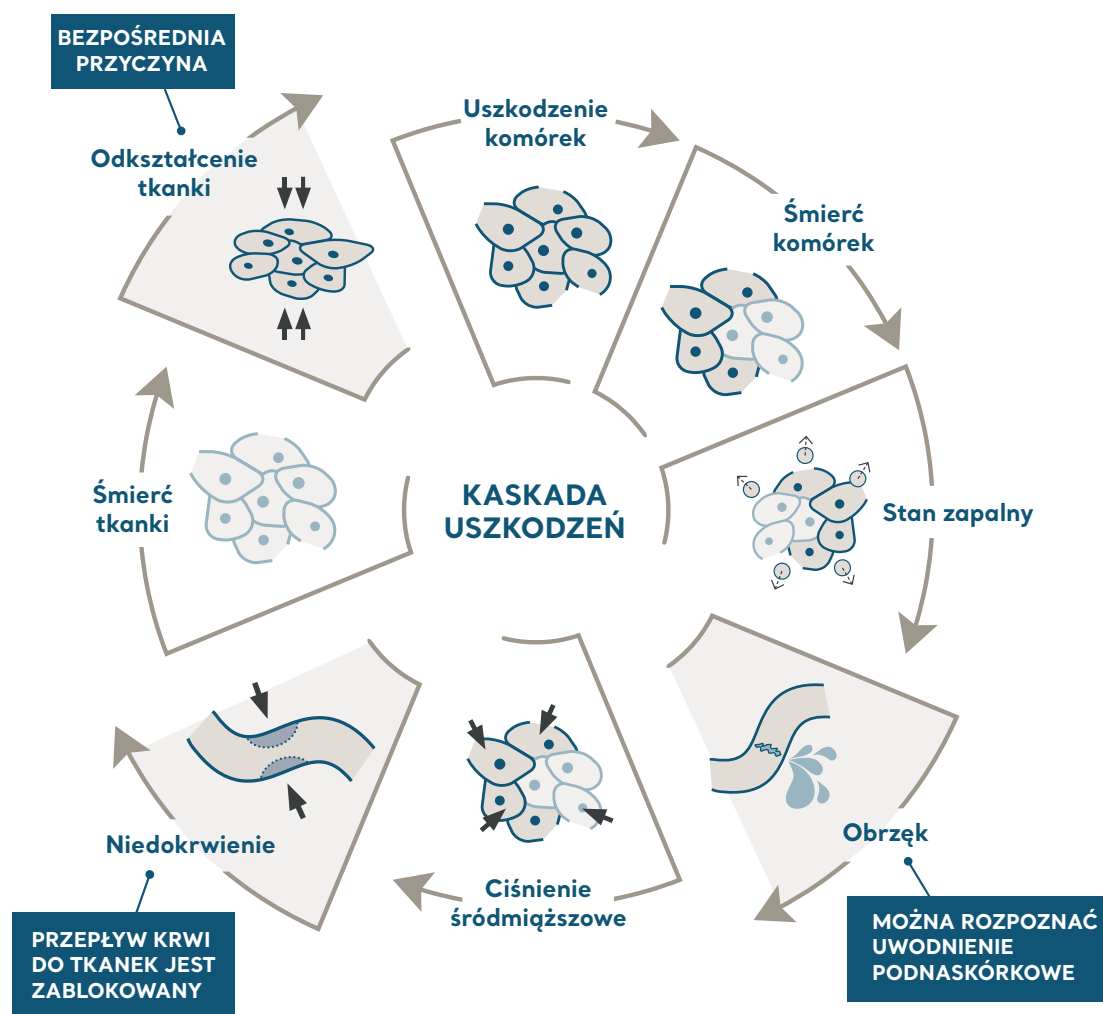
Rozwój wiedzy dotyczącej powstawania odleżyn: Kaskada uszkodzeń i reakcja zapalna

Najnowsze prace naukowe zawierają ważne informacje na temat powstawania i rozwoju odleżyn⁴⁰. Wyróżnia się trzy główne czynniki przyczyniające się do uszkodzenia komórek i martwicy tkanek: odkształcenie, zapalenie i niedokrwienie występujące w formie kaskady uszkodzeń⁴⁶ (Ilustracja nr 2).

Bezpośrednie odkształcenie

Długotrwałe odkształcenia tkanek prowadzą do śmierci komórek na poziomie mikroskopowym pod powierzchnią skóry, co wywołuje reakcję zapalną w tkankach⁴⁶. Stan zapalny to pierwsza reakcja organizmu na uszkodzenie tkanki i mechanizm służący zwalczaniu urazów⁴⁰. Stresy tkankowe i komórkowe aktywują szlaki komórkowe wywołujące stan zapalny.

Kluczowym czynnikiem w rozwoju odleżyn jest przedłużający się charakter stresu, co wywołuje przewlekłe stany zapalne i nadmierną, niekontrolowaną reakcję w postaci aktywacji destrukcyjnych proteaz i powstawania utleniającego środowiska⁴⁷⁻⁴⁹. Niekontrolowany rozwój zapalenia sprawia, że ma ono raczej negatywny niż pozytywny wpływ na naprawę tkanek.



Ilustracja nr 2: Powstawanie odleżyn: na podstawie Gefen, A. 2020³⁹. Skaner SEM we wczesnym wykrywaniu odleżyn: Przegląd technologii. Wounds International. Tom 11, Zeszyt 3: str. 22-30

Kaskada uszkodzeń prowadząca do powstawania odleżyn

3 główne czynniki prowadzące do uszkodzenia komórek: odkształcenie, zapalenie i niedokrwienie⁴⁰

Podstawowe fakty

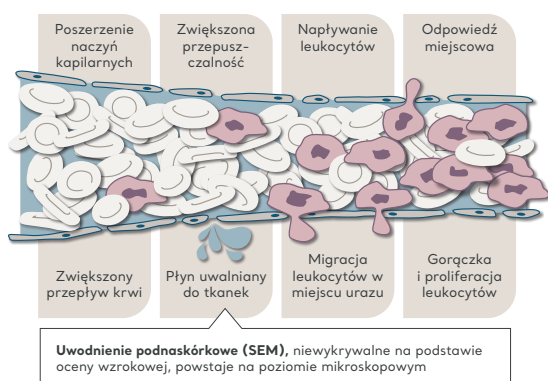
- **Odształcenie:** długotrwałe odkształcenie tkanek prowadzi do śmierci komórek na poziomie mikroskopowym pod powierzchnią skóry, co wywołuje reakcję zapalną⁴⁰.
- **Odpowiedź zapalna:** śmierć komórek prowadzi do obrzęku zapalnego tkanek, zwiększając obciążenie mechaniczne komórek i tkanek oraz ciśnienie śródmiąższowe⁴⁰.
- **Uszkodzenie niedokrwienne:** miejscowy obrzęk stopniowo podnosi ciśnienie śródmiąższowe w tkankach, co w konsekwencji prowadzi do blokady naczyń krwionośnych⁴⁰.

Reakcja zapalna

Głównym objawem, pojawiającym się na wczesnym etapie reakcji zapalnej, jest zwiększona przepuszczalność naczyń w miejscu urazu. Ma to na celu usprawnienie gojenia i umożliwienie leukocytom, które biorą udział w gojeniu się ran oraz ochronie przed zakażeniami, opuszczenie naczyń krwionośnych i przejście do miejsca urazu.

Oś czasu reakcji zapalnej tkanek na uszkodzenia wywołane uciskiem

🕒 Etapy rozwoju obrzęku od skali mikro do makro



Ilustracja nr 3: Reakcja zapalna na uszkodzenie wywołane uciskiem

Źródło: Dr Amit Gefen, profesor inżynierii biomedycznej, Uniwersytet w Tel Avivie

Prawidłowe uwodnienie tkanek zależy od ciśnienia osmotycznego, ciśnienia w układzie naczyniowym oraz drenażu limfatycznego. Ucisk, tarcie i odkształcenia tkanek o charakterze ścinającym powodują zaburzenia czynności cytoszkieletu komórkowego i uszkodzenie komórek. Komórki zapalne i odpornościowe, zwykle biorące udział w naprawie tkanek i usuwaniu ich pozostałości⁵⁰, migrują z naczyń krwionośnych do tkanek w procesie zwanym transmigracją. Jest to normalne zjawisko towarzyszące zapaleniu i powodujące widoczny obrzęk wokół uszkodzenia skóry. Przedostające się do tkanki osocze początkowo prowadzi do obrzęku⁵¹ nazywanego również **uwodnieniem podnaskórkowym (SEM)**. Proces ten zaostrza się w wyniku powtarzalnych odkształceń tkanek, co prowadzi do wzmożonej reakcji zapalnej w wyniku uwalniania kolejnych

Reakcja zapalna na uszkodzenie związane z uciskiem

Podstawowe fakty:

- Ucisk mechaniczny i kompresja tkanek pod wpływem sił zewnętrznych powodują odkształcenie skóry
- Skutki dla skóry są wieloaspektowe; uszkodzenie skóry powoduje, w kilku różnych mechanizmach, zapalenie, hipoksję i śmierć komórek
- Niedokrwienie zmniejsza dopływ składników odżywczych do tkanki, co prowadzi do gromadzenia się toksycznych metabolitów
- Po niedokrwieniu może nastąpić przywrócenie przepływu krwi (reperfuzja), co wywołuje reakcję zapalną
- Zaburzenie przepływu limfy może być również związane ze stopniem nasilenia odleżyn i gromadzeniem się płynów oraz produktów przemiany materii ze względu na ograniczony odpływ płynów pozanaczyniowych
- Odkształcenie tkanki i wewnętrzne naprężenia ścinające prowadzą do śmierci komórek

chemokin (białka sygnałowe wydzielane przez komórki), i w końcu niekontrolowane zapalenie uszkadza tkanki zamiast je odbudować. Uwodnienie podnaskórkowe na poziomie mikroskopowym jest niewidoczne dla oka⁵². Zanim uszkodzenie skóry stanie się widoczne, może już dojść do znacznych uszkodzeń tkanek głębokich prowadzących do powstania odleżyn⁵¹.

Uszkodzenie niedokrwienne

Miejscowy obrzęk stopniowo podnosi ciśnienie śródmiąższowe w tkankach, co w konsekwencji prowadzi do blokady naczyń krwionośnych⁴⁰. Przerwany dopływ tlenu i mikroskładników odżywczych, przy braku możliwości usunięcia toksycznych produktów przemiany materii, może doprowadzić do niedokrwienia i nieodwracalnego uszkodzenia tkanek. Uznaje się, że wczesne uszkodzenie komórek może nastąpić w ciągu kilku minut, co może prowadzić do niedokrwienia tkanek kilka godzin później⁴⁰.

Rola uwodnienia podnaskórkowego

Międzynarodowe zalecenia praktyki klinicznej dotyczące odleżyn – ocena skóry i tkanek⁹:

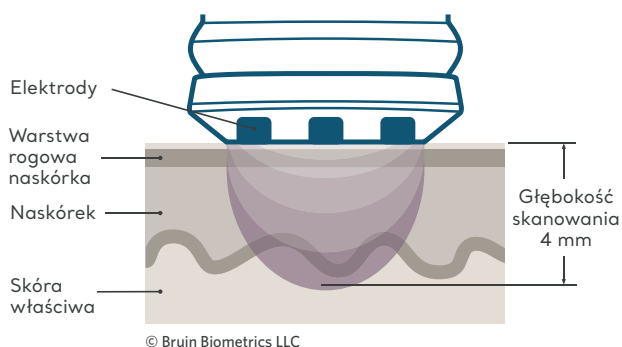
Zalecenie 2.6: „Należy rozważyć zastosowanie urządzenia do pomiaru uwodnienia podnaskórkowego jako uzupełnienia rutynowej klinicznej oceny skóry. (B2, moc zalecenia ←→).”⁵³

Zalecenie 2.7: „Podczas oceny skóry o wysokiej zawartości pigmentów należy wziąć pod uwagę ważne wskazówki dodatkowe w postaci jej temperatury oraz uwodnienia podnaskórkowego. (B2, moc zalecenia ↑).”⁵⁴

Zmiany zapalne w skórze i tkankach podskórnych mogą poprzedzać zmiany na powierzchni skóry o 3 do 10 dni⁵¹. Dlatego identyfikacja narastającego lub zmiennego uwodnienia podnaskórkowego (SEM) ma kluczowe znaczenie w skutecznej profilaktyce odleżyn⁵¹. Uwodnienie podnaskórkowe jest markerem biofizjologicznym powstawania odleżyn u pacjentów zagrożonych tym powikłaniem⁵². Jego rozmiar powyżej określonego progu oznacza potrzebę wdrożenia strategii profilaktycznych nawet przed pojawianiem się widocznych uszkodzeń w celu zwiększenia szans na zapobiegnięcie odleżynom, zgodnie z aktualnymi międzynarodowymi wytycznymi dotyczącymi profilaktyki i leczenia odleżyn⁹.

Biopojemność elektryczna tkanek

Uwodnienie tkanek podskórnych można zidentyfikować poprzez ocenę biopojemności elektrycznej tkanek. Biopojemność elektryczna to zdolność systemu biologicznego do magazynowania określonego ładunku elektrycznego. Jej wartość jest wprost proporcjonalna do poziomu uwodnienia podnaskórkowego. Biopojemność elektryczną ocenia się za pomocą sensora z dwiema izolowanymi, nieinwazyjnymi elektrodami, przykładanego do skóry (Ilustracja 4). Pomiar biopojemności nie wymaga emisji fal radiowych ani przewodzenia prądu przez tkanki.



Ilustracja nr 4: Pomiar biopojemności elektrycznej tkanki

Opiera się on na biernych właściwościach elektrycznych ocenianej tkanki⁵⁵. W ten sposób można wykryć zmiany biopojemności związane ze zmianami uwodnienia podnaskórkowego. Odczyt wartości SEM pokazuje różnice pomiędzy stałymi dielektrycznymi elementami wchodzącymi w skład tkanki. Tkanka sucha ma niską stałą dielektryczną, zaś stała dielektryczna wody jest 20 razy wyższa. Przyłożony do skóry sensor mierzy pojemność elektryczną⁴⁰, która zależy od uwodnienia podnaskórkowego, mierzonego na głębokości około 4 mm. Naukowe podstawy działania technologii SEM są dobrze ugruntowane i szczegółowo opisane⁵⁶.

SEM jako wskaźnik wczesnego uszkodzenia tkanki: Badania podstawowe

Wszelkie badania laboratoryjne i międzynarodowe badania kliniczne potwierdziły czułość i precyzję technologii oceny SEM oraz jej przewagę nad innymi nieinwazyjnymi metodami oceny tkanek. Wnioski:

- Wykazano, że technologia SEM pozwala na odróżnienie rumienia od odleżyn pierwszego stopnia u pacjentów domów opieki⁵⁷.
- Wyższa wartość SEM wiązała się z wczesnym stadium odleżyn u ciemnoskórych pacjentów domów opieki⁵⁸, czyli w grupie, w której standardowa procedura oceny ryzyka jest szczególnie utrudniona.
- Wykazano, że wartość SEM stanowiła skuteczną przesłankę wczesnego wykrywania uszkodzeń związanych z odleżynami u pacjentów z urazem rdzenia kręgowego⁵⁹ oraz pozwalała na odróżnienie uszkodzeń związanych z odleżynami od nieuszkodzonej skóry⁶⁰.

Oryginalna koncepcja technologii oceny SEM została zaproponowana przez Barbarę Bates-Jensen, światową liderkę w dziedzinie leczenia ran, i opracowana we współpracy

z Wydziałem Pielęgniarstwa, Wydziałem Inżynierii i Instytutem Technologii Bezprzewodowych Uniwersytetu Kalifornijskiego. Bates-Jensen przeprowadziła szeroko zakrojone, niezależne, formalne badania kliniczne dotyczące technologii SEM i jej związku z patogenezą odleżyn. Badania te pozwoliły na opracowanie naukowych podstaw i najważniejszych zasad obrazujących związek pomiędzy SEM a powstawaniem odleżyn⁵⁷⁻⁶³ oraz umożliwiły opracowanie komercyjnego skanera SEM i dalsze poszerzenie bazy dowodów naukowych potwierdzających jego skuteczność.

Przeprowadzono badania na modelach anatomicznych (fantomach) obejmujących piętę, na której odleżyny powstają w wyniku podtrzymywania masy ciała i odkształcenia tkanek, oraz lewy policzek i podbródek, gdzie często powstają odleżyny od masek CPAP⁵⁶. Fantomy miały formę wydruku 3D szkieletu pięty pokrytego materiałem imitującym tkankę miękką przyciętym do odpowiedniego rozmiaru. Fantomy policzkowe i podbródkowe stanowiły kule z tworzywa sztucznego pokryte materiałem imitującym tkanki miękkie. Odczyty SEM przeprowadzono po wstrzyknięciu wody w 1 ml porcjach. Skaner ProVizio SEM i wcześniejszy model SEM 200 wykrywały wzrost objętości płynu o 1 ml z dokładnością $p < 0,00001$.¹³

W praktyce klinicznej ta technologia pozwala na wykrycie zwiększonego ryzyka wystąpienia odleżyn na 5* dni przed wykryciem za pomocą oceny wzrokowej⁶⁴ i umożliwia wykrycie uszkodzeń tkanek ciemno pigmentowanej skóry⁵⁸, co jest utrudnione w przypadku oceny wzrokowej (STA). Skuteczność technologii SEM w porównaniu z oceną wzrokową i ultrasonograficzną oceniono u 15 pacjentów placówki rehabilitacyjnej. Wykazano zgodność wyników USG i SEM u pacjentów z podejrzeniem głębokiego uszkodzenia tkanek⁶⁵.

Czułość i swoistość technologii SEM oraz przydatność kliniczną skanera oceniano w międzynarodowych, podstawowych badaniach klinicznych. Ich wyniki pokazują, w jaki sposób ocena biopojemności, czyli podstawowej wartości, na której opiera się technologia oceny SEM, może wspomagać wzrokową ocenę skóry i tkanek oraz ułatwiać wcześniejszą identyfikację ryzyka wystąpienia odleżyn w określonych miejscach, a także pomagać w podjęciu decyzji o wcześniejszej interwencji niż w przypadku oceny wzrokowej. Bardziej szczegółowe informacje oraz przegląd kluczowych wyników podstawowych badań zawiera rozdział na temat dowodów klinicznych niniejszej broszury.

„badania te pokazują, w jaki sposób pomiar biopojemności, czyli podstawowej wartości, na której opiera się działanie technologii do oceny SEM, (...) ułatwia wcześniejszą identyfikację ryzyka wystąpienia odleżyn”.

Skaner Provizio® SEM

Skaner Provizio SEM to ręczne, bezprzewodowe, nieinwazyjne urządzenie, stosowane jako uzupełnienie standardowej procedury (Ilustracja 5). Urządzenie pomaga wykrywać zwiększone ryzyko odleżyn w określonych obszarach ciała pacjenta, zanim na powierzchni skóry pojawią się widoczne uszkodzenia. Skaner Provizio SEM rejestruje biopojemność elektryczną tkanki jako bezwymiarową i bezjednostkową wartość SEM. Urządzenie porównuje sekwencyjne pomiary SEM w konkretnym miejscu i pokazuje maksymalną różnicę pomiędzy wartościami SEM w miejscu zapalenia i w sąsiadującej, zdrowej tkance, zwaną Δ SEM.

Wynik SEM

- $\Delta < 0,6$ w miejscu pomiaru świadczy o niskim ryzyku wystąpienia odleżyn
- $\Delta \geq 0,6$ w miejscu pomiaru świadczy o zwiększonym ryzyku wystąpienia odleżyn

Najważniejsze informacje

- Zebrane dane pomagają podjąć decyzję o wcześniejszej interwencji w określonym miejscu w celu odwrócenia szkodliwego wpływu ucisku i zapobieganiu pojawianiu się odleżyn⁶⁶
- Skaner Provizio SEM pomaga personelowi medycznemu zidentyfikować ryzyko rozwoju odleżyn na piętach i kości krzyżowej o 5 dni* wcześniej niż standardowa ocena skóry i tkanek (STA)⁶⁶, niezależnie od pigmentacji skóry⁵⁸

Skaner Provizio SEM jest przeznaczony do użytku przez pracowników ochrony zdrowia jako uzupełnienie standardowej procedury oceny stanu pięt i kości krzyżowej u pacjentów narażonych na zwiększone ryzyko wystąpienia odleżyn. Jest on łatwy w użyciu dzięki zintegrowanym funkcjom, które gwarantują przeprowadzenie pomiaru tylko wtedy, gdy kontakt pomiędzy urządzeniem a skórą pacjenta jest optymalny.



Ilustracja nr 5: Skaner Provizio SEM

Do zalet pomiaru uwodnienia podnaskórkowego należą

- Obiektywna ocena dostosowana do badanego obszaru ciała
- Inteligentna technologia wspomagająca ograniczenie częstości powstawania odleżyn
- Wczesne ostrzeżenie o zwiększonym ryzyku wystąpienia odleżyn, co umożliwia wcześniejsze podjęcie działań
- Nieinwazyjny przebieg badania, brak istotnego ryzyka i szybkie wyniki
- Możliwość zastosowania niezależnie od pigmentacji skóry
- Technologia cyfrowa, ułatwiająca dostosowanie do istniejących procedur roboczych i standardu opieki dzięki wbudowanemu transferowi danych
- Łatwa i intuicyjna obsługa: duża liczba pielęgniarek testujących technologię oceny SEM opanowała poprawne używanie urządzenia po zaledwie 10 minutach szkolenia



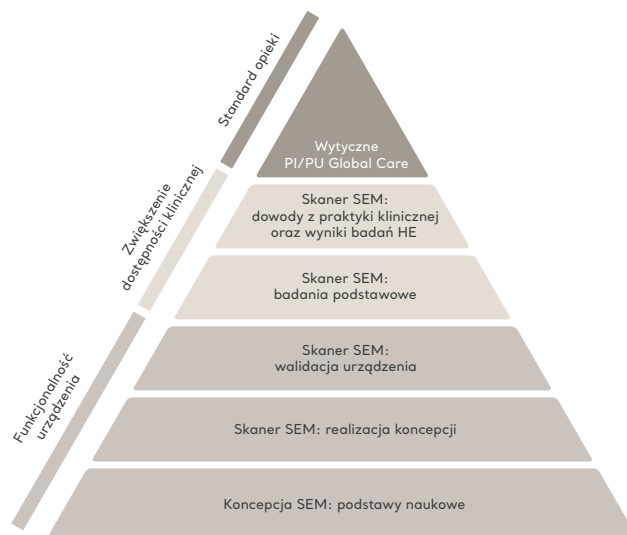
Dowody kliniczne

Zebrano szereg dowodów klinicznych wskazujących na funkcjonalność, przydatność kliniczną i rolę skanera Provizio SEM w opiece nad pacjentem (Ilustracja 6).

W tym rozdziale omówimy niektóre z kluczowych badań wyjaśniających w jaki sposób skaner Provizio SEM rozróżnia zdrową i uszkodzoną tkankę wcześniej, niż jest to możliwe w przypadku wzrokowej oceny skóry.

Przedstawione zostaną praktyczne i rzeczywiste dane potwierdzające użyteczność kliniczną urządzenia jako uzupełnienia bieżącego standardu opieki w procedurach oceny ryzyka.

Ponadto omówimy wyniki dwóch badań modeli ekonomicznych, które pokazują, że wdrożenie technologii oceny SEM, jako metody uzupełniającej aktualny standard opieki, z dużym prawdopodobieństwem przyniesie znaczne korzyści finansowe i umożliwi ograniczenie kosztów^{6,18}.



Ilustracja nr 6: Piramida dowodów dla skanera Provizio SEM: funkcjonalność urządzenia, użyteczność kliniczna i standard opieki

Podstawowe badania kliniczne

Badanie kliniczne ze ślepą próbą polegające na wykorzystaniu urządzenia do pomiaru biopojemności elektrycznej uwodnienia podnaskórkowego w celu wczesnego wykrycia odleżyn⁶⁶

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

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

Cele badania

- Ocena czułości i swoistości technologii oceny SEM w wykrywaniu wczesnego stadium odleżyn w porównaniu z oceną kliniczną
- Charakterystyka zmian SEM w czasie w porównaniu z diagnozowaniem odleżyn metodą oceny skóry.

Metody

- Wieloośrodkowe, międzynarodowe badanie długookresowe przeprowadzone w 9 specjalistycznych ośrodkach w Stanach Zjednoczonych i 3 w Wielkiej Brytanii.
- 189 włączonych pacjentów (46,7% mężczyzn i 53,3% kobiet); 182 zakwalifikowanych do leczenia (ITT).
- **Kryteria włączenia:** wiek ≥ 55 lat; możliwość kontroli przez co najmniej 6 kolejnych dni; ograniczona mobilność; stwierdzone ryzyko wystąpienia odleżyn (skala Braden 15; skala Waterlow > 10).
- **Kryteria wyłączenia:** istniejące odleżyny; przerwanie ciągłości skóry w obrębie kości krzyżowej lub pięty, co mogłoby negatywnie wpłynąć na pomiary impedancji bioelektrycznej; uszkodzenia maceracyjne lub zapalenie skóry związane z nietrzymaniem moczu; ograniczenia biomechaniczne lub inne uniemożliwiające ocenę w oparciu o protokół.
- **Ocena:** pacjenci podlegali codziennej ocenie pod kątem ryzyka wystąpienia odleżyn, prowadzonej przez specjalistów leczenia ran przy użyciu skali Braden lub Waterlow.
- Pigmentację skóry oceniono na podstawie skali fototypów skóry Fitzpatricka w celu umożliwienia porównania poszczególnych grup.
- **Pomiary skanerem SEM:** po przeprowadzeniu oceny skóry pracownicy opieki zdrowotnej prowadzili pomiary przy użyciu skanera SEM w obrębie kości krzyżowej (6 odczytów) i pięty (≥ 3 odczyty). Osoby przeprowadzające badanie nie znały wyniku SEM.
- Udokumentowano działania w ramach profilaktyki odleżyn wdrożone podczas opieki nad pacjentem — zmiana pozycji, obracanie, stosowanie specjalnych łóżek, opatrunków i leczenia miejscowego.

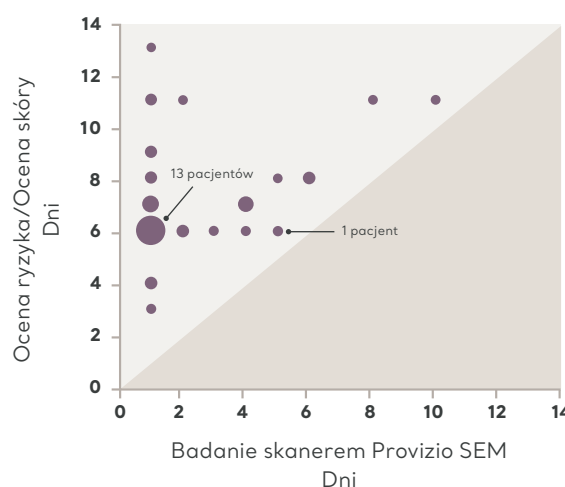
Najważniejsze wyniki

- W porównaniu ze standardową oceną ryzyka, czułość technologii SEM wyniosła $> 80\%$, a swoistość od 30% do 40% .
- Technologia SEM umożliwiła wykrycie uszkodzeń w obszarze kości krzyżowej, lewej i prawej pięty o $4,7 \pm 2,6$, $5,1 \pm 2,3$ i $4,3 \pm 2,4$ dni wcześniej niż wzrokowa ocena skóry (Ilustracja 7).

Interpretacja wyników

Zapobieganie odleżynom jest wciąż dużym problemem we wszystkich placówkach opieki medycznej. Aktualna profilaktyka opiera się na ocenie klinicznej temperatury skóry, jej twardości i widocznych zmianach. Podstawową jej wadą jest słaba powtarzalność oceny dokonywanej przez różne osoby. Dzięki obiektywnemu pomiarowi zmian podnaskórkowych, które poprzedzają wyczuwalne lub widoczne oznaki odleżyn, technologia oceny SEM może okazać się przydatna w profilaktyce odleżyn jako metoda wczesnego wykrywania uszkodzeń tkanek miękkich.

Badanie pokazało, w jaki sposób pomiar biopojemności, podstawowej wartości, na której opiera się działanie technologii oceny SEM, **zapewnia wysoką czułość wykrywania zwiększonego ryzyka wystąpienia odleżyn na 5 dni (mediana) przed tym, zanim można je wykryć na podstawie oceny wzrokowej**. Swoistość wyników badania została zaburzona przez niezwykle wysoką częstość interwencji (pomimo, że osoby prowadzące pomiar nie znały odczytów skanera SEM), takich jak częstsze obracanie, które prawdopodobnie spowodowały cofnięcie się uszkodzeń tkanek, zanim ich objawy zostały wykryte podczas oceny wzrokowej. Pomimo ograniczeń dotyczących swoistości, dane z tego badania wskazują, że pomiar SEM może uzupełniać ocenę wizualną i ułatwiać identyfikację ryzyka wystąpienia odleżyn w określonych obszarach.



Ilustracja nr 7: Technologia oceny SEM wykrywa zwiększone ryzyko wystąpienia odleżyn wcześniej niż pracownik medyczny

Ocena wrażliwości, swoistości i przydatności klinicznej algorytmów zmienności przestrzennej uwodnienia podnaskórkowego (SEM) w diagnostyce wczesnego i głębokiego uszkodzenia tkanek spowodowanego uciskiem⁶⁷

Czasopismo: Journal of Wound Care 2021; Tom 30 (1): 41-53
Autorzy: Gershon, S., H. Okonkwo

Pierwszorzędowe cele badania

Ocena skuteczności obiektywnego pomiaru SEM w identyfikacji pacjentów z potwierdzonymi odleżynami i nienaruszoną skórą w porównaniu z pacjentami bez odleżyn. Porównanie dokładności diagnostycznej złotego standardu tj. oceny skóry i tkanek z badaniem SEM przeprowadzono na podstawie analizy tabeli czułości i swoistości oraz krzywych ROC (Receiving Operator Characteristics).

Cele drugorzędowe

Zebranie danych o cechach tkanki uszkodzonej i zdrowej oraz opracowanie post-hoc przydatnego klinicznie algorytmu o wysokiej czułości i swoistości do dalszej analizy w badaniach długookresowych i wdrożenia w praktyce klinicznej.

Metody

- Grupy pacjentów: badanie obejmowało 2 kohorty:
 - Kohorta 1: pacjenci z odleżynami (n=125, pensjonariusze domów opieki lub domów spokojnej starości).
 - Kohorta 2: zdrowe osoby bez odleżyn (n=50, lekarze placówek opieki zdrowotnej)
- Kryteria włączenia i wyłączenia w kohorcie osób bez odleżyn zostały dopasowane do kohorty pacjentów z odleżynami
- Kryteria włączenia:** wiek >18 lat, chęć i możliwość wyrażenia zgody na udział w badaniu, zgoda na ocenę skóry i pomiar skanerem SEM, stopień 1 lub 2 odleżyn, jeśli miały one postać nieszkodzonego pęcherza
- Kryteria wyłączenia:** przerwanie ciągłości skóry w miejscu badania, wszelkie czynniki uniemożliwiające dokonanie pomiaru w badanym obszarze, brak zrozumienia celów badania przez przedstawicieli prawnych, sytuacje w poważnym stopniu utrudniające pacjentowi ukończenie badania
- Ocena:** identyfikacja odleżyn z nienaruszoną skórą i nieblednącym pod wpływem nacisku zaczerwienieniem (stopień 1) oraz z widocznymi objawami uszkodzenia tkanek głębokich (DTPI). Do oceny ryzyka odleżyn wykorzystano skalę Braden.

Pomiary skanerem SEM: Prowadzone w siedmiu punktach otaczających odleżynę dookoła wyniosłości kostnych pięt i kości krzyżowej. W miejscach, gdzie odleżyny występowały przed pomiarem SEM, przeprowadzono pomiar w 16 punktach dookoła odleżyny oraz w centrum rany (Ilustracja 8).

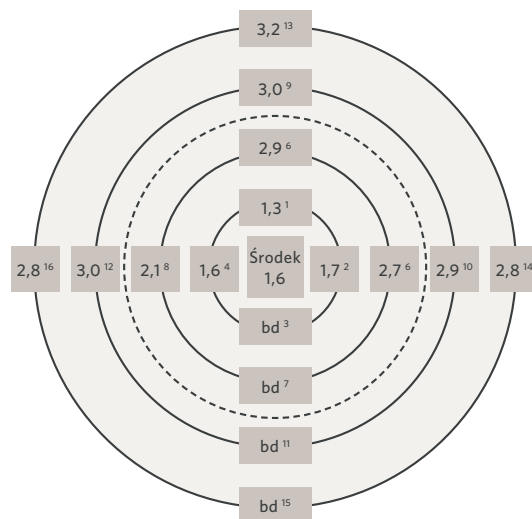
Najważniejsze wyniki

- Średnia wartość przestrzennego pomiaru SEM u osób zdrowych oraz u pacjentów z uszkodzonymi tkankami była statystycznie podobna.
- Średnia wartość przestrzennego pomiaru SEM w obrębie uszkodzonych tkanek wykazywała istotne różnice ($p < 0,05$).

- Nie stwierdzono znaczących różnic w odczytach przestrzennych u zdrowych pacjentów.
- Algorytmy umożliwiły obliczenie różnych progów przyrostu SEM do oceny czułości i swoistości skanera.
- Algorytmy SEM wykorzystujące przestrzenne dane SEM zapewniły znacznie bardziej precyzyjną diagnostykę niż sama ocena kliniczna.
- Obliczenia obszarów pod krzywymi ROC wskazują, że dokładność diagnostyczna skanera SEM jest większa niż w przypadku oceny klinicznej.

Interpretacja wyników

Wielokrotne pomiary SEM w zdrowych tkankach dały podobne wyniki, co świadczy o tym, że nie występują w nich nieprawidłowe lokalne ogniska zapalne. Wyniki pomiarów SEM różniły się znacząco u pacjentów zdrowych i z potwierdzonymi odleżynami. Na odczyty skanera SEM nie wpływają parametry związane z pacjentem, takie jak choroby współistniejące czy pigmentacja skóry. Wykazano, że technologia badania skanerem SEM jest bardzo skuteczna. Dostarczyła obiektywnych informacji stanowiących cenne uzupełnienie oceny klinicznej i bieżącego standardu opieki. Wczesne wykrycie odleżyn jest kluczowe w zapobieganiu ich progresji oraz opracowaniu skutecznych planów profilaktyki i leczenia.



Ilustracja nr 8: Rozkład przestrzenny SEM w obrębie odleżyny i dookoła niej

Zależność między oceną wczesnych zmian odleżynowych przez pielęgniarkę a pomiarem uwodnienia podnaskórkowego: Prospektywne badanie eksploracyjne⁶⁸

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

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

Cele badania

- Ustalenie związku między wzrokową oceną skóry a pomiarami SEM.
- Ustalenie, czy pomiar SEM był bardziej dokładny i bardziej korzystny czasowo w wykrywaniu zmian skórnych w porównaniu z oceną wzrokową.

Metody

- Opisowe, prospektywne badanie obserwacyjne prowadzone na 2 oddziałach szpitala ogólnego w Irlandii obejmującego 62 łóżka
- **Uczestnicy:** 47 pacjentów, którzy wyrazili zgodę na badanie (18 mężczyzn, 29 kobiet), narażonych na wysokie ryzyko wystąpienia odleżyn (skala Norton), bez odleżyn
- **Kryteria wyłączenia:** istniejące odleżyny, brak zgody na badanie, brak ryzyka odleżyn (skala Norton), aktywność i mobilność
- **Obserwacja po zakończeniu badania (follow up):** 4 tygodnie albo do czasu wypisania lub przeniesienia

- **Ocena:** codzienne skany z wykorzystaniem technologii oceny SEM w okolicy kości krzyżowej i obu pięt. Wartość delta $>0,5$ ($\geq 0,6$) wskazuje na wysokie ryzyko wystąpienia odleżyn
- **Plan opieki i wyniki:** wdrożono zabiegi profilaktyczne zgodnie z lokalną praktyką, ale wyniki SEM nie wpłynęły na ogólny plan opieki nad pacjentem. Pielęgniarki przeprowadzały również wzrokową kontrolę stanu skóry. Obserwowane korelacje między kontrolą wzrokową a pomiarem SEM zostały sklasyfikowane jako słabe, umiarkowane lub silne

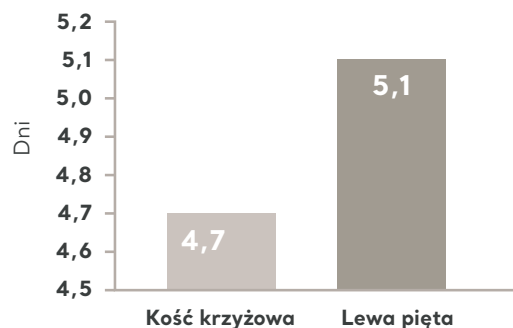
Interpretacja wyników

Badanie potwierdziło skuteczność pomiarów SEM jako dodatkowej metody wczesnej oceny ryzyka powstawania odleżyn, co pokrywa się z wnioskami Okonkwo i in.⁶⁵, umożliwiając poprawę metody ilościowej oceny ryzyka wystąpienia odleżyn. Pomiary SEM umożliwiły wykrycie uszkodzeń średnio o 4 dni wcześniej niż w przypadku wzrokowego stwierdzenia objawów odleżyn pierwszego stopnia. **Technologia oceny SEM wykazała wysoką czułość i specyficzność w przypadku odleżyn pierwszego stopnia.**

Najważniejsze wyniki

- Uszkodzenie skóry w kontroli wzrokowej stwierdzono u 40% (n=19) badanych
- 21 odleżyn pierwszego stopnia powstało na kości krzyżowej (n=17; 81%) i piętach (lewa n=3; 14%, prawa n=1; 5%) **we wszystkich przypadkach stwierdzono podwyższony poziom delta SEM, zanim pojawiły się widoczne oznaki uszkodzenia (100% czułość)**
- Swoistość wyniosła 83%; w przypadku wyników fałszywie pozytywnych okres follow-up był zbyt krótki
- Odnotowano umiarkowaną korelację ($r=0,47$) między wynikami oceny wzrokowej a pomiarem SEM u pacjentów z odleżynami pierwszego stopnia
- Korelacja ta była silna dla kości krzyżowej ($r=0,65$); umiarkowana dla prawej pięty ($r=0,43$) i niska dla lewej pięty ($r=0,23$)
- Skaner SEM umożliwił wykrycie odleżyn po $1,5 \pm 1,4$ dniach, a ocena wzrokowa po $5,5 \pm 2,5$ dniach, co sprzeczne jest do kilkudniowej różnicy (Ilustracja 9)

Technologia oceny SEM wykrywa uszkodzenia wcześniej niż ocena wzrokowa (dni)



Ilustracja nr 9: Wykrywanie uszkodzeń na podstawie pomiaru SEM



Dowody z praktyki klinicznej

Wykorzystanie technologii opartej na sensorach w zapobieganiu odleżynom: Porównanie danych klinicznych¹⁵

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

Autorzy: Raizman, R., M. MacNeil, L. Rapp.

Cele badania

Ocena klinicznej przydatności włączenia technologii oceny SEM do procedury klinicznej oraz powiązanych interwencji podejmowanych na podstawie wyników SEM w zmniejszeniu częstości występowania odleżyn.

Metody

Badanie przeprowadzono w 2 fazach:

Faza 1 — Przeprowadzona od 4 kwietnia do 4 maja 2016 r.

Przeprowadzono standardową ocenę ryzyka, interwencje oraz pomiar SEM, ale wyniki SEM nie zostały wykorzystane do planowania interwencji.

Faza 2 — Przeprowadzona od 2 maja do 30 września 2016 r.

Postępowanie takie samo jak w fazie 1, z tym że wyniki SEM wraz z oceną ryzyka wykorzystano do opracowania planu odpowiednich interwencji i opieki.

Interpretacja wyników

Częstość występowania odleżyn znacząco spadła w fazie 2, gdy do wstępnej i bieżącej oceny włączono wyniki SEM.

W Fазie 1 pielęgniarki nie zmieniły strategii profilaktycznych i wskaźnik powikłań wewnątrzszpitalnych nie uległ zmianie.

Wprowadzenie technologii SEM nie miało znaczącego wpływu na czas trwania oceny, a interwencje prowadzono zgodnie ze standardowymi protokołami oceny ryzyka i oceny wzrokowej.

93% spadek częstości występowania odleżyn przypisano zastosowaniu technologii oceny SEM do planowania interwencji.

Najważniejsze wyniki

- Łącznie w 2 fazach oceniono 284 pacjentów hospitalizowanych na 3 oddziałach w okresie 7 miesięcy

Wyniki fazy 1

- Odleżyny wystąpiły u 12 na 89 pacjentów (4 stopnia 1, 6 stopnia 2, 1 stopnia 3 i 1 uszkodzenie tkanki głębokiej (DTI))

Wyniki fazy 2

- Odleżyny wystąpiły u 2 na 195 pacjentów (1 stopnia 1 i 1 stopnia 2)
- Wyniki wskazują na 93% spadek liczby odleżyn szpitalnych w porównaniu z fazą 1.



Czy nadszedł czas na ponowną ocenę nieuchronności odleżyn w końcowym okresie życia?⁶⁹

Czasopismo: International Journal of Palliative Nursing, 2 listopada 2021; 27(9):440-448. doi: 10.12968/ijpn.2021.27.9.440. PMID: 34846932

Autor: Raine, G.

Cele badania

Przeprowadzono pragmatyczne badanie mające na celu ocenę możliwości zapobiegania odleżynom w końcowym okresie życia pacjenta (SCALE — Skin Changes at Life's End) przy użyciu technologii SEM jako uzupełnienia rutynowej pielęgnacji w hospicjum z 22 łózkami.

Metodyka

U wszystkich pacjentów został wykonany pomiar skanerem przy przyjęciu do hospicjum, a następnie skanowanie wykonywano zgodnie z algorytmem placówki. Codzienny pomiar SEM został wprowadzony do istniejącego standardu pielęgnacji, aby wesprzeć personel placówki — przeszkolony w obsłudze skanera — w wykrywaniu rozwijających się odleżyn, które nie są jeszcze widoczne. Interwencje profilaktyczne podejmowano na podstawie oceny klinicznej opartej na skali Waterlow, wzrokowej i dotykowej kontroli skóry/tkanki oraz odczytów skanera SEM.

„Wszystkie pielęgniarki (100%) potwierdziły, że wynik (Δ) SEM $\geq 0,6$ był dla nich bodźcem do podjęcia dodatkowych działań pielęgnacyjnych wobec pacjenta”.

Wyniki

- Przed badaniem częstość występowania odleżyn w okolicach kości krzyżowej i pięty wynosiła 9%.
- W okresie 6-miesięcznego badania odleżyny stwierdzono u 7 ze 146 (4,8%) pacjentów, którzy wyrazili zgodę na udział, co oznacza spadek występowania odleżyn o 47% (95% CI:1,09, 8,47).
- Wszystkie pielęgniarki (100%) potwierdziły, że wynik (Δ) SEM $\geq 0,6$ był dla nich bodźcem do podjęcia dodatkowych działań pielęgnacyjnych wobec pacjenta.

Po zakończeniu badania skanery SEM zostały wdrożone w rutynową praktykę kliniczną na pełną skalę.

Dane z raportów o incydentach związanych z bezpieczeństwem pacjentów dokumentują stały spadek częstości występowania odleżyn po włączeniu skanera do rutynowej praktyki klinicznej.

Pielęgniarki odnotowały 69% spadek częstości występowania odleżyn w pierwszym roku po wdrożeniu badań poziomu SEM w rutynowej praktyce klinicznej — 15 miesięcy po zakończeniu badania.

Oszacowana post-hoc różnica pomiędzy danymi sprzed badania i danymi po badaniu przyniosła wynik w postaci statystycznie istotnej, bezwzględnej redukcji odleżyn o 6,26% w przedziale ufności 95% (95% CI: 3,18, 9,81, $p < 0,001$) po uzupełnieniu rutynowej praktyki klinicznej wyłącznie o pomiar SEM.

W okresie 6 miesięcy 2020 roku (drugi rok badania) wykazano spadek częstości występowania odleżyn o 100% przez kilka miesięcy.

Wdrożenie nowej metody profilaktyki odleżyn¹⁶

Czasopismo: Journal of Community Nursing; 34 (4)

Autorzy: Ore, N., T. Carver

Cele badania

Celem tego pilotażowego badania była ewaluacja wdrożenia technologii oceny SEM jako uzupełnienia standardowej procedury profilaktyki w 2 ośrodkach opieki w Wielkiej Brytanii.

Metody

- Dwie lokalne placówki opiekuńcze, 17 pacjentów objętych standardową opieką paliatywną i działaniami profilaktycznymi.
- **Kryteria włączenia:** Pacjenci z wynikiem 10-19 w skali Waterlow, u których można było przeprowadzić skanowanie przez 3 kolejne dni.
- **Kryteria wyłączenia:** Nie skanowano uszkodzonej skóry, a po pomiarze SEM udokumentowano wyniki wzrokowej oceny skóry.
- **Wyniki pomiarów:** Pacjentów, u których wynik SEM wyniósł $\geq 0,6$, uznano za pacjentów wysokiego ryzyka. Zintensyfikowano u nich działania profilaktyczne na podstawie drzewa decyzji klinicznych zgodnej ze standardem opieki.

Najważniejsze wyniki

- Wprowadzenie technologii oceny SEM do istniejącej procedury profilaktyki odleżyn doprowadziło do zmniejszenia częstości występowania odleżyn pozaszpitalnych (CAPI: community acquired PI) o 26,7% (spadek z 16,1% do 11,8%); u 88% (n=15) pacjentów nie doszło do rozwoju odleżyn.
- Ocena kliniczna na podstawie odczytu wartości SEM doprowadziła do zmiany decyzji klinicznej przez 82% (n=14/17) pielęgniarek.

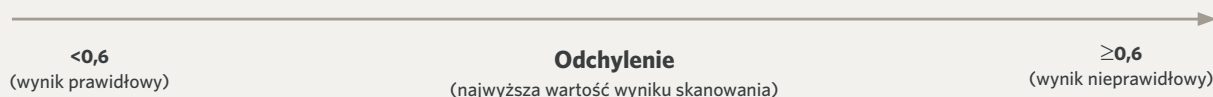
Interpretacja wyników

Wyniki badania pilotażowego podkreślają znaczenie kliniczne obiektywnych danych ze skanera SEM wspomagającego ocenę kliniczną w profilaktyce odleżyn pozaszpitalnych. Dane ze skanera SEM, w połączeniu z umiejętnościami i wiedzą kliniczną, ułatwiają podejmowanie decyzji, planowanie opieki i alokację zasobów.

Matryca skanera SEM

- Całościowa ocena stanu pacjenta
- Wdrożenie planu działania na podstawie czynników ryzyka
- Udokumentowanie wszystkich podjętych działań, w tym działań w celu zapobiegania uszkodzeniom skóry
- Ocena według skali Waterlow zgodnie ze wskazaniami
- Porady/wskazówki edukacyjne dla pacjenta

- Całościowa ocena stanu pacjenta
- Ocena częstości zmian pozycji/ruchu
- Sprawdzenie i w razie potrzeby dostosowanie wszystkich urządzeń odciążających
- Wdrożenie planu działania na podstawie czynników ryzyka
- Wdrożenie/ocena planu opieki
- Ocena według skali Waterlow zgodnie ze wskazaniami
- Porady/wskazówki edukacyjne dla pacjenta
- Ewentualna ocena przez organizację zajmującą się doradztwem w zakresie niepełnosprawności (CEDAS: Community Equipment and Disability Advice Services) pod kątem wsparcia sprzętowego/utrzymania pozycji siedzącej



Należy zawsze kierować się oceną kliniczną. Dostosować częstość skanowania w przypadku problemów klinicznych/pogorszenia stanu pacjenta.

Na podstawie: Ore, N., T. Carver (2020) Implementing a new approach to pressure ulcer prevention. Journal of Community Nursing 34⁴.

Ilustracja nr 11: Matryca decyzyjna skanera SEM wykorzystana przez Ore, N., T. Carver (2020)

Ocena uwodnienia podnaskórkowego jako uzupełnienie oceny wzrokowej w zmniejszeniu częstości występowania odleżyn⁷⁰

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

Autorzy: Ousey, K., J. Stephenson, J. Blackburn

Cele badania

Głównym celem tego badania była analiza statystyczna danych z programu redukcji odleżyn (PURP) w warunkach praktyki klinicznej w celu określenia skuteczności technologii oceny uwodnienia podnaskórkowego (SEM) jako uzupełnienia kontroli wzrokowej w celu zmniejszenia częstości występowania odleżyn niezależnie od standardowych procedur pielęgnacyjnych.

Metody

- Technologia skanowania SEM w ramach programu redukcji odleżyn (PURP) w warunkach praktyki klinicznej została wdrożona w 28 placówkach na całym świecie reprezentujących 12 różnych typów placówek.
- 28 instytucji było zarejestrowanych w 5 krajach: w Wielkiej Brytanii, Kanadzie, Belgii, Hiszpanii i Irlandii.
- Wszyscy pacjenci byli narażeni na ryzyko wystąpienia odleżyn.
- Dane dotyczące odleżyn zostały zebrane przed wdrożeniem programu PURP i po wdrożeniu tego programu.
- Dane zostały przeanalizowane przez niezależną grupę biostatystyków z Uniwersytetu w Huddersfield w Wielkiej Brytanii.
- Przeprowadzono metaanalizę na poziomie oddziału/placówki, aby oszacować wpływ wdrożenia programu PURP na spadek częstości występowania odleżyn przed wdrożeniem programu i po jego wdrożeniu.
- Przeprowadzono analizę wrażliwości w celu określenia wpływu poszczególnych oddziałów opieki/placówek na ogólne wyniki.

„Wprowadzenie takiego podejścia do strategicznego leczenia i pielęgnacji odleżyn może umożliwić personelowi medycznemu rozpoznanie rozwijających się uszkodzeń tkanki, zanim staną się one widoczne na skórze pacjenta, i zastosowanie odpowiednich, wczesnych interwencji w celu ograniczenia szkodliwego wpływu odleżyn na pacjentów przebywających pod ich opieką”.⁶⁹

Najważniejsze wyniki

- Spadek częstości występowania odleżyn został osiągnięty we wszystkich 28 placówkach bez konieczności nowych interwencji i zatrudniania nowych pracowników.
- W sześciu (6) placówkach uzyskano statystycznie istotny spadek częstości występowania odleżyn po wdrożeniu programu PURP ($p < 0,05$).
- W 19 placówkach uzyskano 100% spadek częstości występowania odleżyn.
- **Metaanaliza** ujawniła:
- Statystycznie istotny **3-krotny spadek częstości występowania odleżyn** po wdrożeniu technologii oceny SEM:
 - Ogólne ryzyko względne (RR) = 0,38 (95% CI od 0,26 do 0,56, $p < 0,01$), **co oznacza, że ryzyko wystąpienia odleżyn po wdrożeniu programu PURP jest zredukowane do jednej trzeciej ryzyka przed wdrożeniem tej procedury.**
 - Analiza wrażliwości danych nie wykazała, aby jakikolwiek indywidualny parametr wywarł nadmierny wpływ na wyniki — uniwersalna częstość występowania odleżyn zmniejsza się niezależnie od warunków opieki.

Interpretacja wyników

W tym opracowaniu opisano ważne zagadnienie przydatności technologii oceny SEM w codziennej profilaktyce odleżyn w warunkach klinicznych. W połączeniu z danymi z innych publikacji^{15,68} opracowanie to wprowadza technologię oceny SEM jako ważne narzędzie do:

- Uzyskania powtarzalnego spadku częstości występowania odleżyn przy minimalnych zmianach w istniejących procedurach opiekuńczych.
- Zastosowania we wszystkich typach ośrodków opiekuńczych.

Nie stwierdzono potrzeby podejmowania nowych interwencji ani wydłużenia czasu trwania procedur.

Ocena uwodnienia podnaskórkowego jako wskazówka do podjęcia działań klinicznych w leczeniu odleżyn u zagrożonych pacjentów szpitalnych⁷¹

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

Autorzy: Ousey, K., J. Stephenson, J. Blackburn

Cele badania

Celem tego badania była analiza wpływu programu redukcji odleżyn (PURP) na pacjenta w warunkach praktyki klinicznej w celu określenia przydatności technologii oceny SEM jako narzędzia diagnostycznego w profilaktyce odleżyn u zagrożonych pacjentów. Zgromadzone dane umożliwiają analizę relacji pomiędzy wskazówkami delta SEM a reakcjami personelu pielęgniarskiego w zakresie istotnym z perspektywy pacjenta, w tym wskazania Δ SEM dla określonych obszarów ciała, zaczerwienienia skóry i zrealizowane interwencje.

Niniejsza publikacja jest drugim artykułem autorstwa profesora Karena Ouseya z Uniwersytetu w Huddersfield.

Metody

- Skanowanie SEM w ramach programu PURP realizowanego w warunkach praktyki klinicznej zostało wdrożone w 28 placówkach na całym świecie reprezentujących 12 różnych typów placówek.
- Prawidłowe dane do analizy z perspektywy pacjenta uzyskano z 25 placówek w 4 krajach: Wielkiej Brytanii, Belgii, Hiszpanii i Irlandii.
- Wszyscy pacjenci byli narażeni na ryzyko wystąpienia odleżyn.
- Dane zostały przeanalizowane przez niezależną grupę biostatystyków z Uniwersytetu w Huddersfield w Wlk. Brytanii.
- Wartość SEM została pogrupowana w dwie kohorty: „zaczerwienienie” utworzoną na podstawie wzrokowej oceny skóry (VSA) i „brak zaczerwienienia”.
- Wartość SEM $\geq 0,6$ została uznana za wskazówkę do podjęcia działań klinicznych lub pielęgnacyjnych.
- Dokładność diagnostyczną technologii (krzywe czułości i swoistości) obliczono na podstawie „zaczerwienienia skóry” jako wzorcowego testu referencyjnego.

Wyniki

- Łącznie przeprowadzono 15 574 badania („przypadki”) na 1995 pacjentach.
- Wartość SEM $\Delta \geq 0,6$, czyli tzw. wskazówka do działania, dotyczyła 83,9% (13 071/15 574) pacjentów.

Wynikowe czynności kliniczne / pielęgnacyjne

- Czynności pielęgnacyjne zostały zgłoszone w 35,3% przypadków (5494/15 574).
- 90% (4944/5494) zgłoszonych czynności pielęgnacyjnych było reakcją na wynik SEM ($\geq 0,6$).
- W przypadku braku wskazówek, w 78% przypadków nie podjęto żadnych czynności pielęgnacyjnych (1953/2503)

Wyniki analizy w przypadkach bez zaczerwienienia skóry (10 203 przypadki):

- Wartość SEM $\geq 0,6$ uzyskano w 79,8% przypadków (8141/10 203).
- Spośród 3265 przypadków, w których zarejestrowano wykonanie czynności pielęgnacyjnych, 86,6% było efektem wyniku SEM.

Wielopoziomowy model analizy

- Prawdopodobieństwo wykonania czynności pielęgnacyjnej po otrzymaniu wyniku SEM $\geq 0,6$ było dwukrotnie większe niż w przypadku braku takiej wskazówki (stosunek prawdopodobieństwa OR = 1,99).
- Prawdopodobieństwo wykonania czynności lub podjęcia interwencji przez personel pielęgnacyjny jest dwukrotnie większe dla pacjenta z podwyższonym wynikiem SEM. Był to wynik istotny statystycznie ($p < 0,001$).

Analiza czułości i swoistości

- Do celów analizy przyjęto zaczerwienienie skóry jako złoty standard referencyjny.
- Dokładność diagnostyczna pomiarów SEM (krzywa AUC) wahała się od 62,5% do 66,0% i była statystycznie istotna ($p < 0,001$). Przekracza to dokładność diagnostyczną oceny klinicznej.
- Te wyniki są zgodne z Okonkwo et al. gdzie udokumentowano AUC na poziomie 67,1% (95% CI: 60,0–74,6%, $p < 0,001$).

Analiza prawdopodobieństwa

- W przypadku braku zaczerwienienia skóry wynik SEM zwiększa prawdopodobieństwo wykonania czynności pielęgnacyjnej o 64,9%.
- W przypadku zaobserwowania zaczerwienienia skóry wynik SEM zwiększa prawdopodobieństwo wykonania czynności pielęgnacyjnej o 48,8%.

Interpretacja wyników

Badanie to pokazuje, że wynik SEM $\geq 0,6$ umożliwia personelowi pielęgnarskiemu obiektywne działanie w przypadku zagrożonych obszarów ciała. Analiza wyników w przypadkach bez zaczerwienienia skóry pokazuje przydatność działania urządzenia. Są to przypadki, w których obecny standard opieki (SOC) i narzędzia do oceny ryzyka (RAT) zostałyby pominięte i najprawdopodobniej doprowadziły do rozwoju odleżyn. Urządzenie zidentyfikowało tych pacjentów z wysokim ryzykiem wystąpienia odleżyn i umożliwiło personelowi pielęgnarskiemu podjęcie działań w przypadku zagrożonych obszarów ciała — bezpośrednia reakcja na wynik SEM.

Dokładność diagnostyczna technologii oceny SEM w warunkach praktyki klinicznej jest bardzo solidna i zbliżona do wyników uzyskanych w formalnych, kontrolowanych badaniach klinicznych. To pokazuje solidność technologii i jej przydatność kliniczną w procedurach zapobiegania odleżynom. Technologia oceny SEM wskazuje na ryzyko wcześniej niż zaczerwienienie skóry lub diagnoza VSA, co stwierdzono w przypadkach, w których nie zaobserwowano zaczerwienienia skóry (prawdopodobieństwo 64,9%). Wyniki te wskazują na potrzebę obiektywnego narzędzia, które pomoże personelowi pielęgnarskiemu w podejmowaniu interwencji w odpowiednim czasie. Nawet w przypadku zaobserwowania zaczerwienienia skóry personel pielęgnarski często reaguje na wyniki pomiaru SEM. Dlatego pomiar SEM można uznać za bardziej obiektywny i bardziej wiarygodny w przypadku wczesnych interwencji.



Ocena wpływu stosowania technologii skanowania uwodnienia podnaskórkowego na częstość występowania odleżyn szpitalnych w brytyjskim NHS Acute Trust⁷²

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

Autorzy: Nightingale, P., L. Musa

Cele badania

Pomiar wpływu dodania technologii skanowania na dominujący standard opieki w przypadku wystąpienia odleżyn szpitalnych kategorii 2-4.

Metoda

Zastosowano formalny, powtarzalny i pragmatyczny schemat (badanie ramowe opracowane w celu odzwierciedlenia rutynowej praktyki klinicznej i pielęgnacyjnej) w celu określenia:

1. Wpływu na zgłaszaną częstość występowania odleżyn
2. Doświadczenia personelu medycznego — zmiany w podejmowaniu decyzji i interwencje podyktowane wynikami SEM
3. Wpływu na ekonomikę zdrowia

Wybrane obszary kliniczne (niska mobilność i populacja pacjentów zagrożonych odleżynami) obejmują:

- Dwa (2) oddziały urazowe ortopedyczne (oddział A i D)
- Jeden (1) oddział medyczny (oddział B)
- 697 pacjentów zakwalifikowano w okresie 6 miesięcy (od lutego do września 2019 r.)
- Nadzór nad placówką pełnił asystent ochrony zdrowia (niewykwalifikowany personel pomocniczy)
- Pacjenci byli skanowani codziennie przez co najmniej 3 dni
- Badanie miało 3-fazowy przebieg: przygotowanie, 6-miesięczny program PURP, zakończenie programu
- Nie wprowadzono żadnych innych zmian w standardowej procedurze profilaktyki odleżyn (SOC) poza technologią oceny SEM

Kryteria włączenia

- Pacjenci z wynikiem >10 w skali Waterlow
- Nieuszkodzona skóra pięt/kości krzyżowej
- Możliwość skanowania przez co najmniej 3 kolejne dni
- 18 lat lub więcej
- Stan umożliwiający ustne wyrażenie zgody

Kryteria wyłączenia

- Pacjenci z wynikiem <10 w skali Waterlow
- Pacjenci z przeciwwskazaniem do użycia urządzenia

Interwencje były zrealizowane zgodnie z oceną kliniczną, wynikami w skali Waterlow, wynikami oceny wzrokowej skóry (VSA) i odczytami skanera SEM. Jeśli nie było widoczne żadne uszkodzenie, ale wynik SEM na nie wskazywały, zastosowano interwencje.

Wyniki

We wszystkich 4 oddziałach częstość występowania przed projektem 1,48% - częstość występowania po projekcie 0,29% = ogólny spadek o 81% ($p=0,011$ w przedziale ufności CI 95%: 0,38-1,77).

- 16 151 pomiarów.
- >0,6 zarejestrowano w 58% przypadków ($n=9356$), z czego w 74% ($n=6966$) nie odnotowano widocznych zmian koloru skóry.
- 42% pomiarów <0,6; z czego tylko w 6% ($n=909$) odnotowano widoczne zmiany koloru skóry.
- 100% wszystkich pracowników stwierdziło, że skaner SEM jest łatwy w użyciu.
- u 83% pacjentów — na decyzję kliniczną wpływały wyniki pomiarów skanerem.
- Skanowanie było szybkie i łatwe (<5 min).

Efekt Hawthorne: Projekt badania oraz dotychczasowe ukierunkowanie szpitala na profilaktykę odleżyn, w tym fakt, że personel był już przeszkolony i koncentrował się na profilaktyce odleżyn przez ponad rok, sugeruje, że zaburzający efekt Hawthorne dla tego badania jest minimalny.

Profil kliniczny skanera SEM – modernizacja procedur przeciwoodleżynowych z wykorzystaniem pomiaru uwodnienia podnaskórkowego (SEM) ¹⁶

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

Autorzy: Bryant, R.A., Z.E. Moore, V. Iyer

Cele badania

Główne: Kompleksowy przegląd technologii oceny SEM z perspektywy urządzenia, bezpieczeństwa i skuteczności.

Dodatkowe: Propagowanie efektów wprowadzenia technologii oceny SEM do rutynowej praktyki klinicznej.

Metody

- 34 placówki — 31 oddziałów opieki szpitalnej (AC), 1 oddział opieki hospicyjnej (HC) i 2 oddziały opieki pozaszpitalnej (CC) w 4 krajach.
- Kohorta 2439 pacjentów.
- Skanowanie okolicy pięt i kości krzyżowej w uzupełnieniu lokalnych procedur profilaktyki pacjentów zagrożonych powstawaniem odleżyn.

Interpretacja wyników

Zastosowanie technologii oceny SEM na 31 oddziałach opieki szpitalnej doprowadziło do średniej ważonej redukcji częstości odleżyn szpitalnych (HAPI) o 90,5% dzięki skutecznej opiece nad pacjentami zagrożonymi powstaniem odleżyn. Lekarze wdrożyli technologię oceny SEM do miejscowych procedur zapobiegania odleżynom, dodając tę technologię jako ich uzupełnienie.

Z punktu widzenia danych klinicznych **technologia oceny SEM wykorzystana w tym wieloośrodkowym badaniu zwiększa niezawodność i obiektywność w przypadku złożonej, ale niezbędnej procedury oceny stanu skóry i oceny ryzyka.**

Jest to narzędzie, które można zastosować w momencie przyjęcia pacjenta na oddział w celu precyzyjnego określenia ryzyka rozwoju odleżyn szpitalnych, niezbędne do analizy przyczyn odleżyn i monitorowania wartości inicjatyw dotyczących jakości.

Co najważniejsze, przy niewielkiej inwestycji w szkolenie personelu, analizę SEM można szybko i łatwo zintegrować z istniejącymi procedurami opieki, a opiekunowie mogą z niej korzystać, aby w czasie rzeczywistym oceniać integralność tkanek.

Wyniki

- Dane dotyczące interwencji zebrane dla 1830 pacjentów w 27 ośrodkach opieki szpitalnej.
- Redukcja ryzyka odleżyn szpitalnych (HAPI) o 90,5% (średnia ważona).
- 74% placówek zgłosiło 0% nowych odleżyn szpitalnych w trakcie trwania badania.
- U 72% pacjentów przeprowadzono dodatkowe interwencje na podstawie obiektywnych danych dostarczonych przez urządzenie.
- Wyniki pomiaru skanerem SEM miały wpływ na decyzje kliniczne w 69% przypadków.
- W grupie pacjentów hospicjum uzyskano obniżenie częstości występowania odleżyn o 47%.
- 27% przypadków spadku HAPI odnotowano w warunkach CC.
- W drugim oddziale opieki pozaszpitalnej odnotowano 100% spadek CAPI — te dane były prezentowane oddzielnie na EWMA 2020.

Badania w zakresie ekonomiki zdrowia

Poniższe 2 badania z zakresu ekonomiki i skuteczności ochrony zdrowia (HEOR) wskazują, że „wdrożenie technologii oceny SEM do praktyki klinicznej z dużym prawdopodobieństwem prowadzi do znacznych korzyści finansowych i obniżenia kosztów”.¹⁸

Modelowanie kosztów i korzyści związanych z technologią wczesnego wykrywania odleżyn¹⁸

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

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

Cele badania

Ustalenie na podstawie modelu prawdopodobieństwa ekonomicznych zalet dołączenia technologii oceny SEM do standardowej (wzrokowej) procedury oceny stanu skóry w profilaktyce odleżyn.

Model probabilistyczny (prawdopodobieństwa) to mapa graficzna i matematyczna reprezentacja wszystkich możliwych wyników szeregu powiązanych wyborów w danym procesie, np. schemacie opieki. Mapa ocenia możliwe wzajemne skutki podejmowanych działań na podstawie punktów kontrolnych i w oparciu o prawdopodobieństwo, że działania te zostaną podjęte w rzeczywistych warunkach. W każdym punkcie kontrolnym następuje podział na dalsze możliwości, pojawiają się kolejne odgałęzienia i węzły, co nazywamy drzewem decyzyjnym.

Metody

- Drzewa decyzyjne wykorzystano do modelowania korzyści finansowych wynikających z zastosowania technologii oceny SEM w strategii zapobiegania odleżynom poprzez zwiększenie prawdopodobieństwa wczesnego wykrycia odleżyn szpitalnych, co pozwala na przyjęcie wcześniejszych, ukierunkowanych założeń.
- Prawdopodobieństwo wykrycia i leczenia odleżyn wymagało zastosowania 2 różnych drzew decyzyjnych:
 - Dla aktualnego standardu opieki.
 - Dla technologii oceny SEM jako uzupełnienia standardu opieki.
- Drzewo decyzyjne było takie samo w obu analizach, różnice obejmowały tylko prawdopodobieństwo i koszty wykrywania w odpowiednich węzłach.
- Przeprowadzono modelowanie dwóch alternatywnych scenariuszy doraźnej opieki szpitalnej z niższym (1,6%) i wyższym (6,3%) współczynnikiem częstości odleżyn szpitalnych, przyjmując ostrożne założenia i parametry wejściowe określone w literaturze.

Najważniejsze wyniki

- Wdrożenie technologii oceny SEM do bieżącego schematu opieki obejmującego wzrokową ocenę skóry z dużym prawdopodobieństwem doprowadzi do znacznych korzyści finansowych i obniżenia kosztów. Dla typowego zespołu opieki zdrowotnej NHS obsługującego około 41 tysięcy przyjęć rocznie szacowane całkowite oszczędności związane z wdrożeniem skanera wyniosłyby 0,6-3,3 mln GBP (funtów) rocznie. Koszty te obejmują:
 1. Wykrywanie i leczenie niewidocznych uszkodzeń tkanek (stadium poprzedzające odleżyny pierwszego stopnia, niemożliwe do wykrycia bez oceny SEM).
 2. Wyższą wykrywalność odleżyn szpitalnych pierwszego stopnia niż bez skanera SEM, a tym samym zapobieganie potencjalnym odleżynom szpitalnym stopnia 2 do 4.
 3. Unikanie niepotrzebnych interwencji u pacjentów bez odleżyn szpitalnych dzięki większej pewności lekarzy w ich wykluczaniu na podstawie odczytów skanera SEM.

Interpretacja wyników

Modelowanie probabilistyczne wykazało, że technologia oceny SEM stosowana jako uzupełnienie standardu opieki może przynieść znaczne korzyści finansowe i ograniczenie kosztów. Szacowane oszczędności wahały się od 0,3 mln do 3,3 mln GBP (funtów) rocznie.

Opłacalność skanowania uwodnienia podnaskórkowego w celu oceny ryzyka wystąpienia odleżyn w amerykańskich systemach zdrowotnych⁶

Czasopismo: Journal of Patient Safety and Risk management (2020) 0 (0): 1-9

Autorzy: Padula, W., S. Malaviya., E. Hu, S. Creehan, B. Delmore, J.C. Tierce

Cele badania

Ocena opłacalności zastosowania technologii oceny SEM w porównaniu z istniejącymi wytycznymi dotyczącymi odleżyn szpitalnych (HAPI: hospital acquired pressure injury) opracowanymi w oparciu o ocenę ryzyka.

Metody

- Opracowano model kohorty Markowa do analizy opłacalności skanerów SEM w porównaniu z istniejącymi wytycznymi profilaktycznymi. Porównania dokonano na podstawie danych z aktualnych badań klinicznych dotyczących sektora opieki zdrowotnej w USA obejmującego placówki opieki szpitalnej, dorażnej rehabilitacji i placówki opiekuńcze.

Najważniejsze wyniki

- Wprowadzenie skanerów SEM przyniosło oszczędności rzędu 4054 USD na pacjenta i wydłużyło jego życie skorygowane pod względem jakości (QALY) o 0,35 roku.
- Na każde 1000 przyjęć w placówkach dorażnej opieki wysokiego ryzyka, skanowanie uwodnienia podnaskórkowego może zapobiec około siedmiu zgonom związanym z odleżynami szpitalnymi i zmniejszyć liczbę ponownych hospitalizacji z powodu odleżyn o około 206 łóżkodni.

Interpretacja wyników

Skanery SEM to opłacalny, dodatkowy element protokołu profilaktyki odleżyn. Technologie takie jak skaner SEM oferują placówkom opieki zdrowotnej obiektywne metody oceny ryzyka.

- „Skanery SEM to opłacalny sposób dokumentowania ryzyka wystąpienia odleżyn”.⁶
- „Ta technologia pozwala uniknąć wysokich kosztów leczenia większości odleżyn w placówkach opieki zdrowotnej i umożliwia zwrot z inwestycji (ROI: Return On Investment) w niecały rok”.⁶

„Skanery SEM są bardziej skuteczną strategią w porównaniu ze standardowym schematem opieki, gdyż umożliwiają obniżenie kosztów i zwiększenie wskaźnika QALY”.⁶

„Ta technologia pozwala uniknąć wysokich kosztów leczenia większości odleżyn w placówkach opieki zdrowotnej i umożliwia zwrot z inwestycji (ROI) w niecały rok”.⁶



Podsumowanie

Wykazano skuteczność technologii oceny SEM jako narzędzia wspierającego zapobieganie odleżynom stosowanego łącznie ze standardowym schematem opieki. Podstawy naukowe, bezpieczeństwo, skuteczność i przydatność kliniczna technologii skanowania SEM są obecnie dobrze udokumentowane.

Technologia oceny SEM umożliwia wczesne podjęcie działań klinicznych w celu lepszej profilaktyki odleżyn.

Ponadto jej integracja ze standardowym schematem opieki wykazana w dużym, klinicznym programie obejmującym ponad 2400 pacjentów (do listopada 2020 r.), umożliwiła obniżenie częstości odleżyn szpitalnych o średnio 90,5% w warunkach opieki szpitalnej.

Model ekonomiczny wykorzystujący dane dotyczące redukcji odleżyn jako dane wejściowe oraz dane do przyjęcia założeń wskazuje, że włączenie skanera SEM do standardowego schematu opieki w profilaktyce odleżyn jest bardziej korzystnym działaniem w porównaniu ze standardowym schematem opieki i może prowadzić do wydłużenia długości życia skorygowanej o jakość (QALY).

1. Vowden, K.R., P. Vowden. 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, J.C., P.L. Reed, J.D. Bonner, D.K. Haggerty, D.G. Hale. Incidence of hospital-acquired pressure ulcers—a population based cohort study. *Int Wound Journal* 2016; 13: 809-820
3. Graves, N., H. Zheng. 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., J. Posnett, A. Walker (2012). The cost of pressure ulcers in the United Kingdom. *Journal of Wound Care*; 21 (6): 261-266.
5. Brem, H., J. Maggi, D. Nierman et al. High cost of stage IV pressure ulcers. *Am. J. surg.* 2010; 200: 473-477
6. Padula, W.V., S. Malaviya, E. Hu, S. Creehan, B. Delmore, J.C. Tierce (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:10.1177/2516043520914215Add in new reference
7. AHRQ. Never Events. 2017. <https://psnet.ahrq.gov/primer/3/never-events>. Dostęp: sierpień 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*, tom 13
11. Moore, Z.E.H., D. Patton. 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. i D. Dowding (2014) Nurses' pressure ulcer related judgements and decisions in clinical practice: A systematic review. *Int J Nurs*. 51 (12): 1667-85
13. Ross, G., A. Gefen (2019). Assessment of sub-epidermal moisture by direct measurement of tissue biocapacitance. *Medical Engineering and Physics*. Tom 73: 92-99
14. Smith, G. (2019) Improved clinical outcomes in pressure ulcer prevention using the SEM scanner. *Journal of Wound Care*. Tom 23 (5)
15. Raizman, R., M. MacNeil, Rappi (2018). Wykorzystanie technologii opartej na sensorach w zapobieganiu odleżynom: A clinical comparison. *Int Wound Journal*. <https://doi.org/10.1111/iwj.12974>
16. Ore, N., T. Carver (2020) Implementing a new approach to pressure ulcer prevention. *Journal of Community Nursing*, 34, 4
17. Bryant, R.A., Z.E. Moore, V. Iyer. Clinical profile of the SEM Scanner — Modernizing pressure injury care pathways using Sub-Epidermal Moisture (SEM) scanning. *Expert Rev Med Devices*. Wrz 2021;18(9):833-847. doi: 10.1080/17434440.2021.1960505. Epub 3 września 2021 PMID: 34338565
18. Gefen, A., J. Kolsi, S. Grainger, M. Burns (2020) Modelling the cost benefits arising from technology-aided early detection of pressure ulcers. *Wounds International*. Tom 11 (1): 22-29
19. Moore, Z.E.H., S. Cowman. Risk assessment tools for the prevention of pressure ulcers. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, Issue 2. Art.No:CD006471
20. O'Tuathail, C., R. Taqi. Evaluation of three commonly used pressure ulcer risk assessment scales. *Br J Nurs*. 2011; 20 (6): S27-8, S30, S32 Passi
21. Santamaria, N., J. McCann, S. O'Keefe, S. Rakis, S. Sage, H. Tudor, NG AW, F. Morrow. 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., G. Nakagami, J. Sugama, M. Tachi, Y. Matsuyama, Y. Miyachi, T. Nagase, Y. Takemura, H. Sanada. 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, L.H., R.L. Griffin, T. Swain, J.D. Kerby. Validity of the Braden scale in grading pressure ulcers in trauma and burn patients. *J Surg Res*. 2017; 219: 151-157
24. Chen, H.L., Y.J. Cao, J. Wang, B.S. Huai. 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, P.L., F.P. Garcia-Fernandez, I.M. Lopez-Medina, C. Alvarez-Nieto. Risk assessment scales for pressure ulcer prevention: a systematic review. *J Adv Nurs*. 2006; 54 (1): 94-110
27. Kottner, J., T. Dassen. 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., L. Goldstone, D. Kelly, J. Gammon, Examining the validity of pressure ulcer risk assessment scales: a replication study. *Int J Nurs Stud*. 2004; 41 (3) 331-9
29. Walsh, B., L. Dempsey. Investigating the reliability and validity of the Waterlow risk assessment scale: a literature review. *Clin Nurse Res*. 2011; 20 (2): 197-208

30. Ranzani, O.T., E.S. Simpson, A.M. Japiassu, D.T. Noritomi, 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, D.R. Issues and dilemmas in managing pressure ulcers. *J Gerontol Med Sci*, 2001; 56: 238-340
32. Magnan, M.A., J. Maklebust. 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., P. Fulbrook, S. Miles. Prescription of pressure injury prevention interventions following risk assessment: A exploratory descriptive study. *Int Wound J.* 2018;15 (6): 985-992
34. Padula, W.V., M.K. Mishra, M.B. Makic, P.W. Sullivan. Improving the quality of pressure ulcer care with prevention a cost effectiveness analysis. *Med Care.* 2011; 49 (4): 385-92
35. Padula, W.V., P.J. Pronovost, M.B.F. Makic, H.L. Wald, D. Moran, M.K. Mishra, D.O. Meltzer. Value of hospital resources for effective pressure injury prevention: a cost effectiveness analysis. *BMJ Qual Saf.* luty 2019;28 (2): 132-141
36. Brienza, D., S. Antokal, L. Herbe, S. Logan, J. Maguire, J. Van Ranst, A. Siddiqui. Friction-induced skin injuries-are they pressure ulcers? An updated NPUAP whaitepaper. *J Wound Ostomy Continence Nurs* 2015; 42: 62-4
37. Stekelenburg, A., G.J. Strijkers, H. Parusel, D.L. Bader, K. Nicolay, C.W. Oomens. 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, K.K., A. Stekelenburg, S. Loerakker, G.J. Strijkers, D.L. Bader, K. Nicolay, F.P. Baaijens, C.W. Oomens. Compression-induced damage and internal tissue strains are related. *J Biomech* 2008; 41: 3399-404
39. Gefen, A. (2020). Skaner SEM we wczesnym wykrywaniu odleżyn: Przegląd technologii. *Wounds International*. Tom 11 nr 3: ss. 22-30. Rycina zmieniona za zgodą 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, H.L., T. Ohura, K. Harding. International review. Pressure ulcer prevention: Pressure, Shear, Friction and microclimate in context. A consensus document. Londyn: Wounds International; 2010
42. Ohura, T., M. Takahashi, N. Ohura. 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., D. Gawlitta, D.L. Bader, C.W. Oomens. Deep tissue injury: how deep is our understanding? *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89: 1410-3
44. Oomens, C.W., D.L. Bader, S. Loerakker, Baaijens. Pressure induced deep tissue injury explained. *Ann Bioned Eng* 2015; 43: 297-305
45. Agam, L., A. Gefen. 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. Section 2: The Aetiology of Pressure Injuries – Contributors to cell damage and tissue necrosis in pressure injuries, ss. 22-23
47. Schultz, G.S., J.M. Davidson, R.S. Kirsner, P. Bornstein, I.M. Herman. Dynamic reciprocity in the wound microenvironment. *Wound Reapir Regen.* 2011; 19: 134-148
48. Nwomeh, B.C., D.R. Yager, I.K. Cohen. Physiology of the chronic wound. *Clin Plast Surg* 1998; 25: 341-356
49. Rogers, A.A., S. Burnett, J.C. Moore, P.G. Shakespeare, W.Y. Chen. 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, M.D., B. Nedjai, T. Hurst, D.J. Pennington Cytokines and chemokines: at the crossroads of cell signalling and inflammatory disease. *Biochem, Biophys Acta.* 20114; 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., D. Patton, S.L. Rhodes, T. O'connor. 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. Sekcja 5: Skin and Tissue Assessment. Recommendation 2.6 Conducting Skin and Tissue Assessment. Strona 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. Sekcja 5: Skin and Tissue Assessment. Recommendation 2.6 Conducting Skin and Tissue Assessment. Strona 79
55. Martinsen, O., S. Grimnes. Bioimpedance and bioelectricity basics. Oxford: Elsevier Academic Press, 2011

56. Peko, L., A. Gefen (2020). Sensitivity and laboratory performances of a second generation sub-epidermal moisture measurement device. *IWJ*: 1-6
57. Bates-Jensen, B.M., H.E. McCreath, V. Pongquan, N.C. Apeles. Sub-epidermal moisture differentiates erythema and stage II pressure ulcers in nursing home residents. *Wound Repair Regen.* 2008; 16 (2): 189-97
58. Bates-Jensen, B.M., H.E. McCreath, V. Pongquan. 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., B.M. Bates-Jensen, S. Chun, R. Parachuri, A.S. Chin, H. McCreath. 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, J.J., H.N. Mayrovitz. 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, B.M., H.E. McCreath, G. Nakagami, A. Patlan. Sub-epidermal moisture detection heel pressure injury: the pressure ulcer detection study outcomes. *Int Wound J.* 2018; 15 (2): 297-309
62. Bates Jensen, B.M., H.E. McCreath, G. Nakagami, A. Patlan. 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, B.M., H.E. McCreath, V. Pongquan, N.C. Apeles. Subepidermal moisture differentiates erythema and stage I pressure ulcers in nursing home residents. *Wound Repair Regen* 2008; 16 (2): 189-97
64. Moore, Z., D. Patton, S.L. Rhodes, T. O'Connor. 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., S. Gershon. 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., R. Bryant, J. Milne et al. A blinded clinical study using a subepidermal moisture bioimpedance measurement device for early detection of pressure injuries. *Wound Repair & Reg* 2020;1-11. <https://doi.org/10.1111/wrr.12790>
67. Gershon, S., H. Okonkwo. Evaluating the sensitivity, specificity and clinical utility of algorithms of spatial variation in Sub-Epidermal Moisture (SEM) for the diagnosis of deep and early staged pressure induced tissue damage. *Journal of Wound Care.* Tom 30 (1): 41-53
68. O'Brien, G., Z. Moore, D. Patton, T. O'Connor (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). Czy nadszedł czas na ponowną ocenę nieuchronności odleżyn w końcowym okresie życia? *Int J Palliat Nurs.* 2 listopada 2021; 27(9): 440-448. doi: 10.12968/ijpn.2021.27.9.440. PMID: 34846932
70. Ousey, K., J. Stephenson, J. Blackburn (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., J. Stephenson, J. Blackburn (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

Prawa autorskie, znaki towarowe i logotypy są własnością intelektualną firmy Bruin Biometrics LLC, co obejmuje również poniższe: Nie wolno używać ani powielać chronionych prawem autorskim materiałów dotyczących Provizio® SEM Scanner i SEM Scanner® Bruin Biometrics LLCs bez pisemnej zgody Bruin Biometrics LLCs.

© Arjo, 2022

W Arjo wierzymy, że wspieranie mobilności w opiece zdrowotnej ma zasadnicze znaczenie dla jakości tej opieki. Nasze produkty i rozwiązania umożliwiają godną i bezpieczną opiekę nad pacjentami, dbanie o higienę osobistą, dezynfekcję, diagnostykę oraz skuteczne zapobieganie odleżynom i żyłnej chorobie zakrzepowo-zatorowej. Dzięki ponad 6500 naszych pracowników na całym świecie i 65-letniemu doświadczeniu w realizowaniu potrzeb pacjentów i pracowników ochrony zdrowia dążymy do osiągnięcia lepszych wyników w pracy z osobami o ograniczonej sprawności ruchowej.

Arjo AB · Hans Michelsensgatan 10 · 211 20 Malmö · Sweden · +46 10 335 4500
Arjo Dział Sprzedaży · ul. Salsy 2 · 02-823 Warszawa · Polska · +48 691 36 56 30

www.arjo.pl

