

Canon



SMI *Superb Micro-vascular Imaging*

Innowacyjna technologia obrazowania naczyń miąższowych.

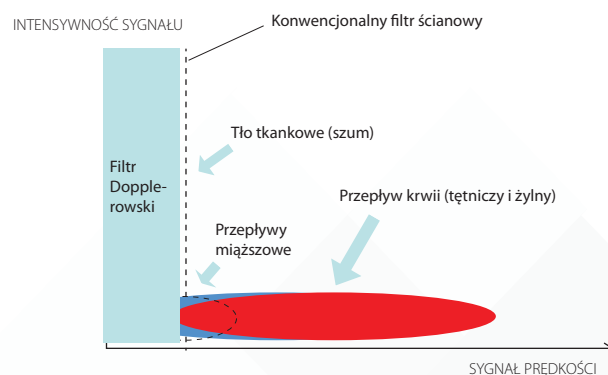
www.tms.com.pl

Superb Microvascular Imaging (SMI)

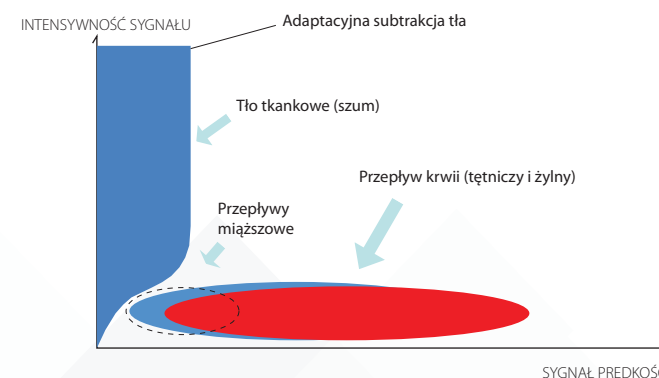
Opcja **dostępna wyłącznie w systemach ultrasonograficznych Canon**, stanowi znaczny jakościowy postęp w obrazowaniu naczyń krwionośnych, w szczególności tych najdrobniejszych i o najwolniejszym przepływie, na poziomie mięszowym. Efekt taki udało się uzyskać dzięki innowacyjnemu algorytmowi filtracji szumu w obrazie Dopplerowskim. Dotychczas stosowane techniki wizualizacji przepływów z konieczności stosują sztywne filtry zakłóceń, arbitralnie eliminujące najmniejsze prędkości. Bez tych filtrów obraz składałby się głównie z szumu. Filtracja, zastosowana w trybie SMI, selektywnie odsiewa sygnał ruchów o charakterze chaotycznym, pozostawiając tylko ruch uporządkowany.

Efekt, który na schemacie obrazowym można przedstawić następująco >

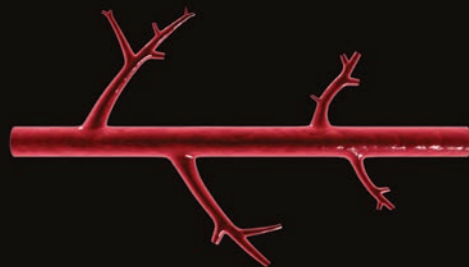
Konwencjonalne obrazowanie kolorowym Dopplerem



Superb Microvascular Imaging (SMI)



W rzeczywistości przekłada się na niesłychanie dokładne odwzorowanie mięszowego unaczynienia >



Niespotykana w innych trybach Dopplerowskich szybkość obrazowania

W porównywalnych warunkach, w których Doppler kolorowy Power, a także inne zaawansowane tryby obrazowania przepływów osiągają szybkość rzędu 15-20 klatek na sekundę, SMI obrazuje z prędkością 50-60 fps. Ma to oczywiste znaczenie w obrazowaniu przepływu mięszowego w obrębie zmian ogniskowych, kiedy widzimy płynnie wszystkie drobne naczynia na każdym etapie fali tętna – co więcej, cofając pętlę CINE widzimy znacznie więcej niż rejestruje nasze oko w czasie rzeczywistym. Mówiąc obrazowo – tradycyjne techniki działają tak, jakbyśmy widzieli czytany tekst co trzecią literę, w porównaniu do pełnego dostępu do jego treści w SMI. Bardzo duża szybkość odświeżania ma kapitalne znaczenie m.in. także w echokardiografii płodowej.

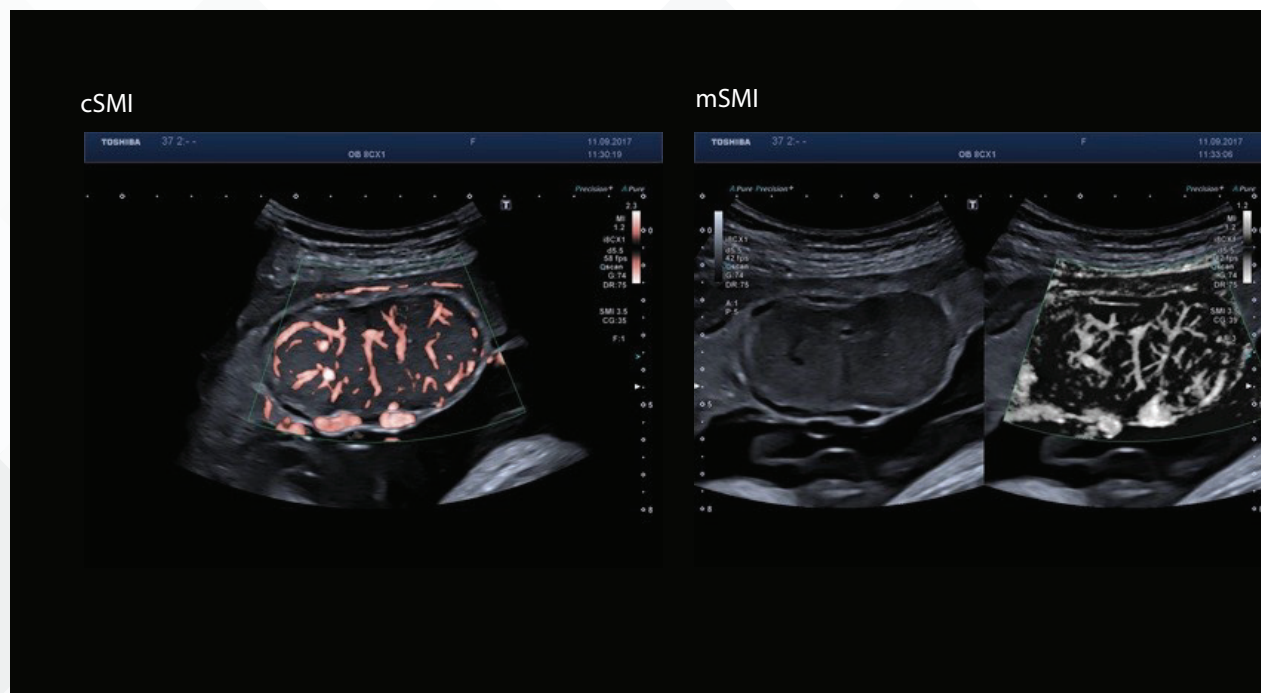
Odporność na artefakty ruchowe

Szczególna przydatność SMI zarówno w echokardiografii płodowej, jaki i w innych badaniach położniczych oraz w badaniach młodszych dzieci, wynika z jeszcze jednej zalety obrazowania SMI, znacznej odporności na artefakty ruchowe.

Obrazowanie SMI może mieć dwie różne prezentacje:

cSMI - wyświetlane, podobnie jak inne funkcje Dopplerowskie, w postaci kolorowego obrazu naczyń na tle tkanek w obrębie wybranego obszaru zainteresowania (ROI),

mSMI - w tym trybie w obrębie ROI Dopplerowskiego dokonywana jest supresja sygnału tkanek z pozostawieniem tylko obrazu przepływu; prezentację tę najczęściej stosuje się w podwójnym trybie ekranowym z pełnym obrazem B-mode na drugiej połowie ekranu.



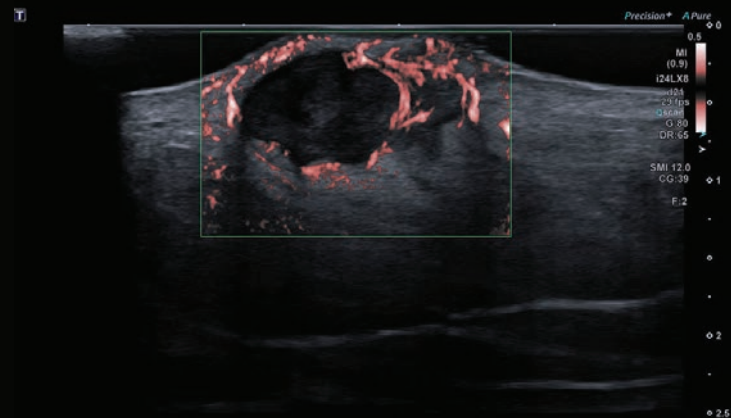
Zastosowania SMI

Zastosowania trybu SMI obejmują niemal wszystkie aplikacje kliniczne, korzystające z diagnostyki ultradźwiękowej.

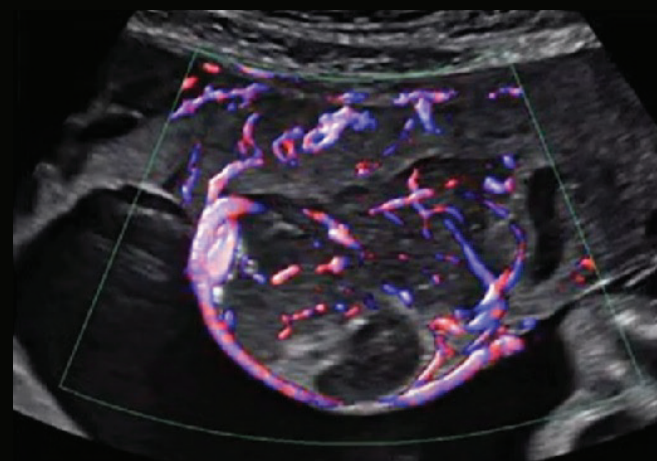
Szczególne miejsce technologia SMI zajmuje w:

- ✓ **Onkologii** – różnicowanie zmian złośliwych, łagodnych i stanów przednowotworowych, różnicowanie węzłów chłonnych.
- ✓ **Położnictwie** – uwidocznienie drobnych naczyń płodu i łożyska, echokardiografia płodowa, ocena ciała żółtego i pęcherzyków jajnikowych.
- ✓ **Ginekologii** – różnicowanie charakteru zmian morfologicznych w narządzie rodym, ocena czynnościowa wpływu czynników hormonalnych na jego perfuzję, diagnostyka endometriozy.
- ✓ **Ortopedii i rehabilitacji** – monitorowanie zmian pourazowych o charakterze ostrym i przewlekłym
- ✓ **Dermatologii** – badanie drobnych naczyń w zmianach skórnych.
- ✓ **Diagnostyce zmian zapalnych** w wielu dziedzinach medycyny, np. wzmożonej perfuzji w nieswoistych chorobach jelit.

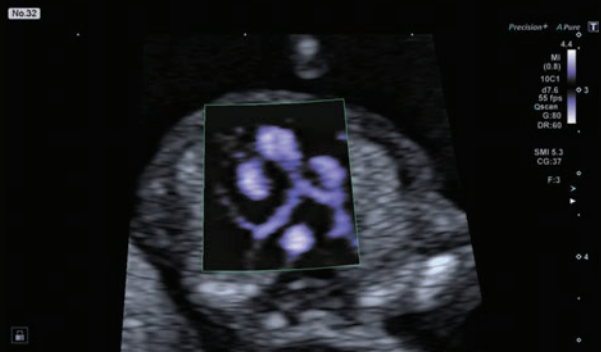
Podejmowane są też próby zastosowania SMI **w okulistyce** do badania przepływów w strukturach oczodołów i gałek ocznych.



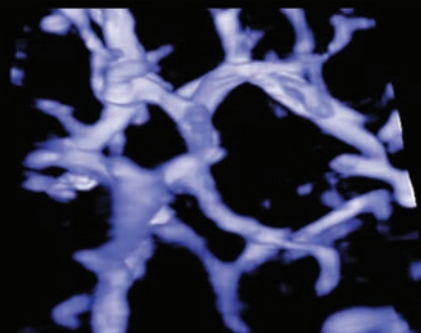
Odczyn zapalny skóry wokół ogniska zakażonego



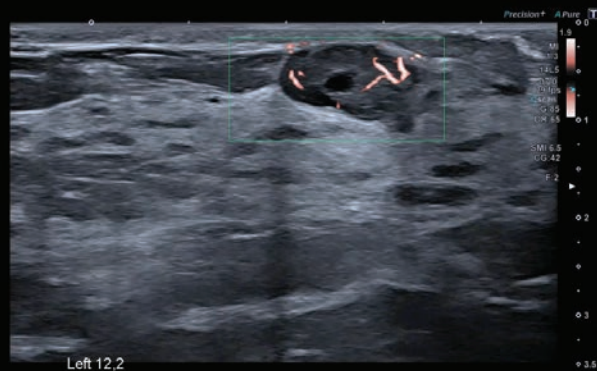
Naczyniak (chorioangioma) w łożysku



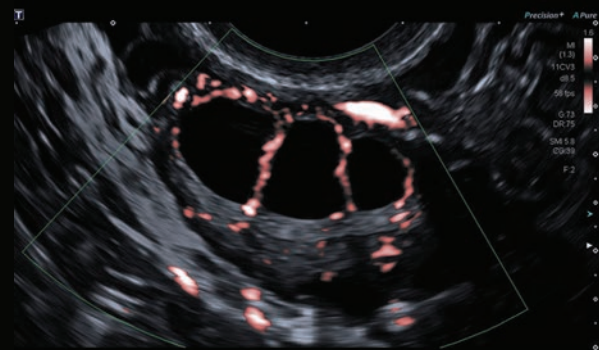
Obraz dużych naczyń w echokardiografii płodowej



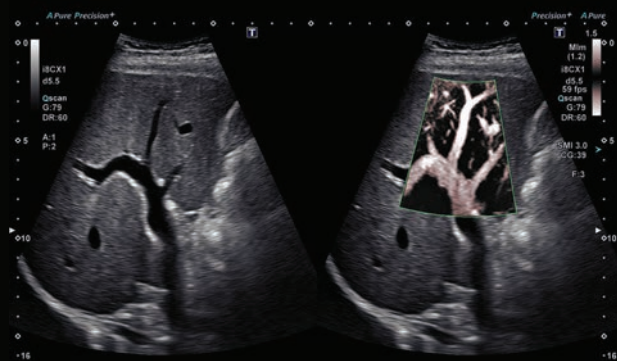
Obraz naczyń koła Willisa płodu w projekcji 3D SMI



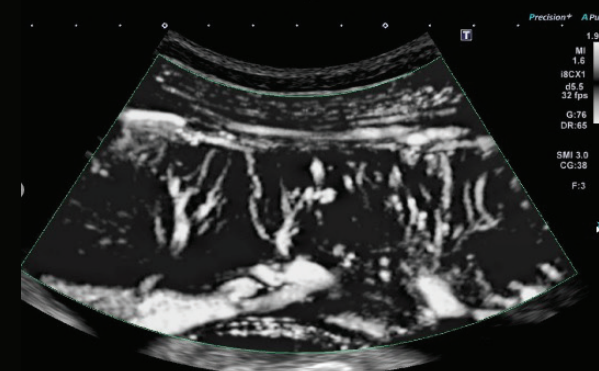
Unaczynienie mięszowe w guzie liściastym piersi



Unaczynienie ścian pęcherzyków jajnikowych



Elementy krążenia wrotnego wątroby w obrazie mSMI



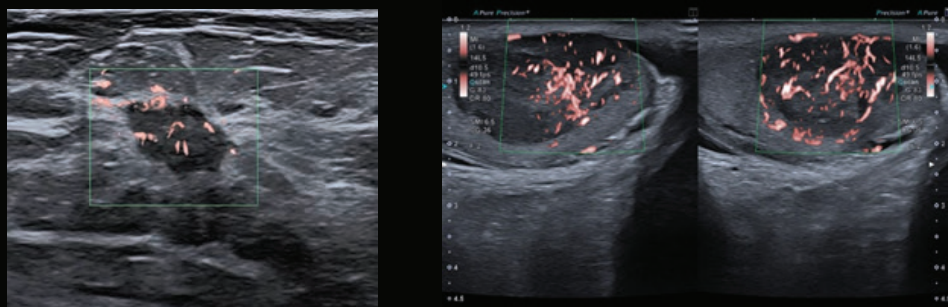
Unaczynienie łożyska z widocznymi elementami krążenia płodowego i matczynego

SMI w onkologii

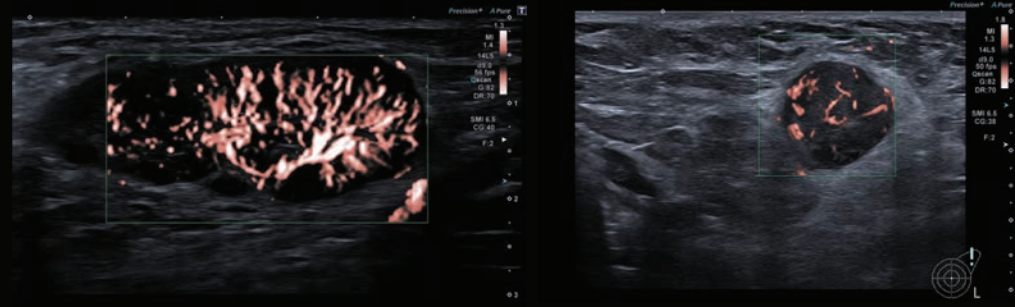
Jest rzeczą znaną, że rozwijające się w sposób mniej lub bardziej niekontrolowany nowotwory złośliwe mają ogromne zapotrzebowanie na tlen i składniki odżywcze. Tym tłumaczy się nowotworowa neoangiogeneza, czyli indukowane przez nowotwór tworzenie naczyń o budowie równie chaotycznej i nieprawidłowej jak same tkanki guza. Już od dawna obecność naczyń w obrębie badanych zmian była uważana za jedno z kryteriów podejrzenia złośliwości. Tym niemniej, patologiczne naczynia nowotworowe bywają nieraz trudniejsze do zaobserwowania od naczyń prawidłowych, ze względu na mniejszą prędkość nurtu krwi i chaotyczny, wielokierunkowy wzorec przepływu. Tym cechom wychodzi naprzeciw właśnie SMI. Po pierwsze, pozwala na **zarejestrowanie najbardziej powolnych przepływów**, z konieczności wygaszanych przez filtry zakłóceń, stosowane w pozostałych metodach. Po drugie, **w wyniku niezwyklej szybkości obrazowania, rejestruje przepływ przez cały cykl fali tętna**, a nie tylko w niektórych jego momentach, pozwalając na lepszą, bardziej płynną ocenę kształtu naczyń, ich stosunku do granic guzka itp.

Zaskakujące efekty, potwierdzające szczególną zdolność SMI do uwidaczniania naczyń patologicznych uzyskano w badaniach, w których porównywano widoczność naczyń w guzkach piersi, badanych różnymi technikami Dopplerowskimi, w kontekście ostatecznego rozpoznania histopatologicznego. Okazuje się, że o ile w zmianach łagodnych, techniki tradycyjne wykrywały zazwyczaj podobną liczbę naczyń co SMI, o tyle **w przypadku zmian złośliwych liczba naczyń, uwidacznianych w SMI, była znacząco wyższa od widocznych innymi metodami**. W badaniach tych brano pod uwagę również kształt naczyń, także wyraźnie łatwiejszy do oceny z zastosowaniem SMI.

SMI jest to więc nie tylko innowacja ilościowa, zwiększająca czułość, ale i jakościowa, pozwalająca na dodatkowe różnicowanie struktur na podstawie charakteru uwidocznionego unaczynienia. Bardzo dobrze jest to widoczne w przypadku zmienionych węzłów chłonnych, w których wzorec unaczynienia ma istotne znaczenie dla różnicowania zmian odczynowych od przerzutowych:

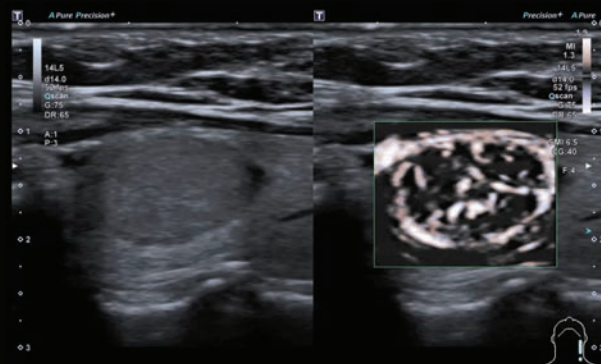


Chaotyczne unaczynienie w obrębie raka przewodowego piersi (L) i guza jądra (P)

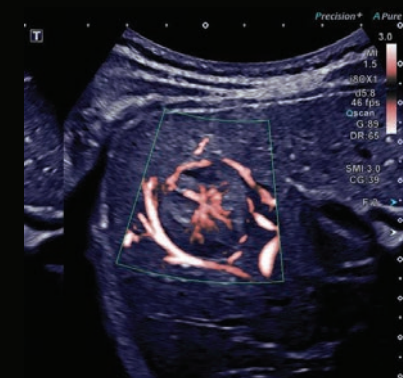


Węzeł chłonny odczynowy z obfitym unaczynieniem od wnęki (L) i przerzutowy z chaotycznym układem naczyń (P)

SMI pozwala też wychwycić zmiany łagodne o charakterystycznym wzorcu unaczynienia – do takich należą łagodne guzki tarczycy, jak też np. ogniska łagodnego przerostu guzkowego mięszu wątroby (FNH), o charakterystycznym wzorcu unaczynienia typu koła szprychowego:

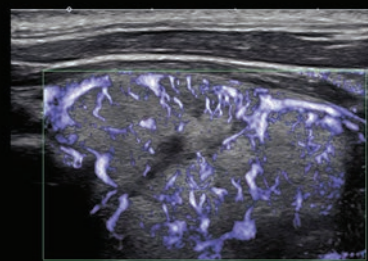
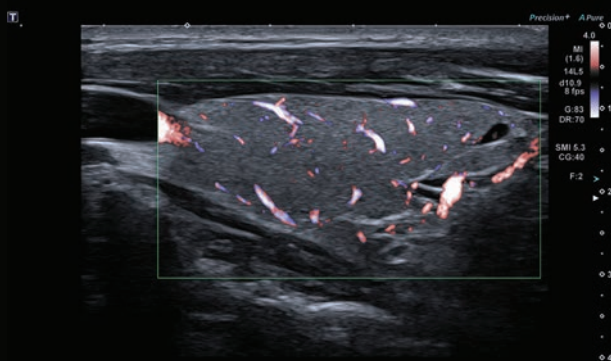


Unaczynienie guzka w tarczycy



Zmiana typu FNH w wątrobie (P)

Zdarzają się przypadki, w których **SMI jest jedynym narzędziem pozwalającym na wykrycie izoechogenicznych guzków śródmięszowych**, np. w tarczycy, trzustce, nerkach itp. Możliwość precyzyjnego mapowania unaczynienia mięszowego pozwala też np. na ocenę stanu nerki przeszczepionej.



SMI w ocenie ognisk zapalnych i pourazowych

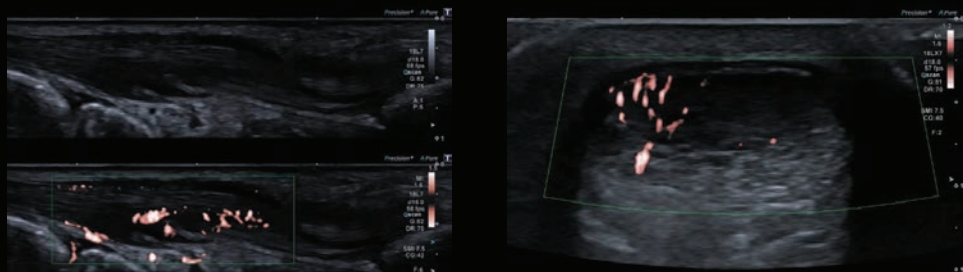
Wzmoczone unaczynienie występuje nie tylko w zmianach nowotworowych, ale także w ogniskach zapalnych i pourazowych. W tym kontekście **SMI jest wysoko cenionym przez ortopedów** narzędziem oceny zmian w układzie narządu ruchu – zarówno do wstępnej oceny zmian w wyniku ostrych lub przewlekłych urazów, jak i do ich dalszego monitorowania.

Zdolność SMI do wykrywania wzmoczonego unaczynienia w zmianach zapalnych w połączeniu z odpornością na artefakty ruchowe znajduje zastosowanie **w diagnostyce chorób jelit**, w tym w przewlekłych zapaleniach nieswoistych:

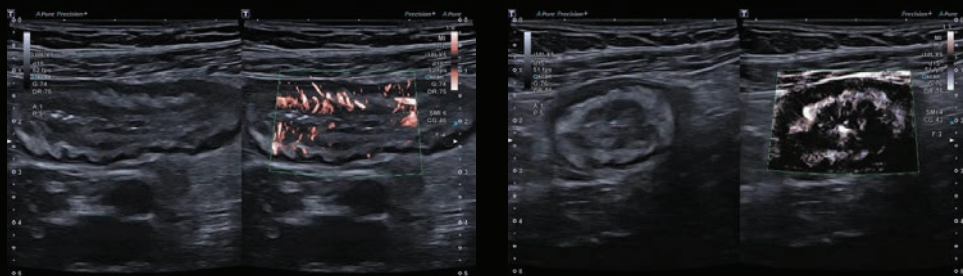
SMI w specyficznych stanach fizjologicznych lub ich zaburzeniach

Obok zmian zapalnych, wzmoczone unaczynienie jest obserwowane również w specyficznych stanach fizjologicznych lub ich zaburzeniach. Dotyczy to np. zmian unaczynienia endometrium, zależnych od czynników hormonalnych. Pozwala to zarówno na monitorowanie faz prawidłowego cyklu, jak i na śledzenie zaburzeń hormonalnych, wpływających na zmiany przepływu, a także na identyfikację ognisk endometriozy w fazie lutealnej. Umożliwia także ocenę aktywności pęcherzyków jajnikowych oraz ciała żółtego w diagnostyce płodności i procedurach wspomaganego rozrodu.

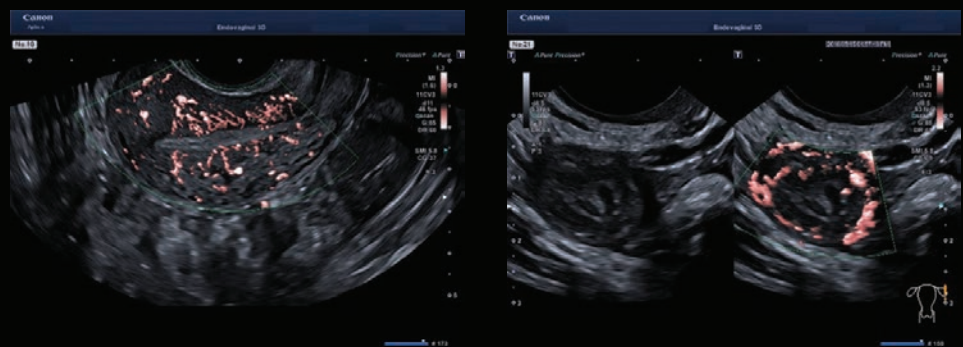
Unaczynienie ścięgien w tendinopatiach



SMI w chorobie Crohna



Wzmoczone unaczynienie endometrium (L), perfuzja ciała żółtego (P)



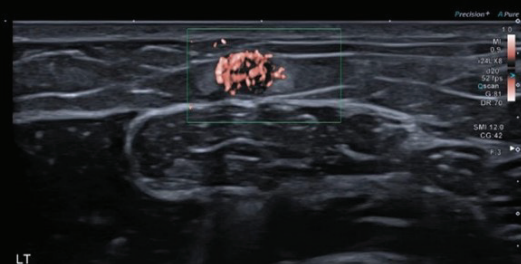
SMI w badaniach najdrobniejszych struktur naczyniowych np. w dermatologii

Jest zrozumiałe, że im drobniejsze struktury naczyniowe, tym bardziej przydatna jest wysoka rozdzielczość badania SMI. Stwarza ona zupełnie nowe perspektywy zaawansowanej diagnostyki w dziedzinach, w których stosuje się ultrasonografię wysokich częstotliwości i wysokiej rozdzielczości, w tym w dermatologii i okulistyce. Równocześnie, znakomita rozdzielczość SMI pozwala na identyfikację bardzo drobnych struktur tkankowych na podstawie obecności naczyń w ich obrębie w każdym badaniu, w tym w niskoczęstotliwościowych badaniach jamy brzusznej.

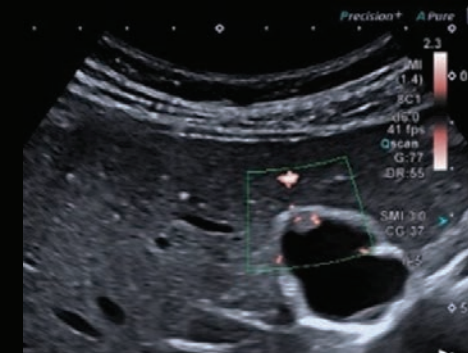
SMI w badaniach z użyciem środka kontrastowego

Warto też dodać, że tryb SMI bywa często wykorzystywany w badaniach z użyciem środka kontrastowego – pozwala to na uwidocznienie najdrobniejszych naczyń z całkowicie nieosiągalną dotąd czułością. Ma to szczególne znaczenie tam, gdzie o rozpoznaniu decyduje nie tylko intensywność i przebieg wzmocnienia, ale także specyficzny wzorec przebiegu naczyń w mięszu.

Unaczynienie drobnej zmiany podskórnej – obrazowanie głowicą 24 MHz.



Obecność przepływu w przyściennym guzku pęcherzyka żółciowego potwierdza rozpoznanie polipa.



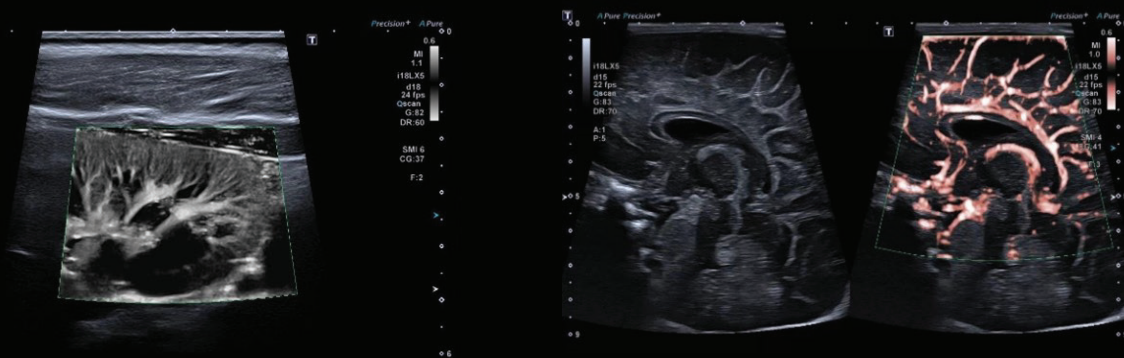
Kadr z badania kontrastowego z równoległym obrazowaniem SMI



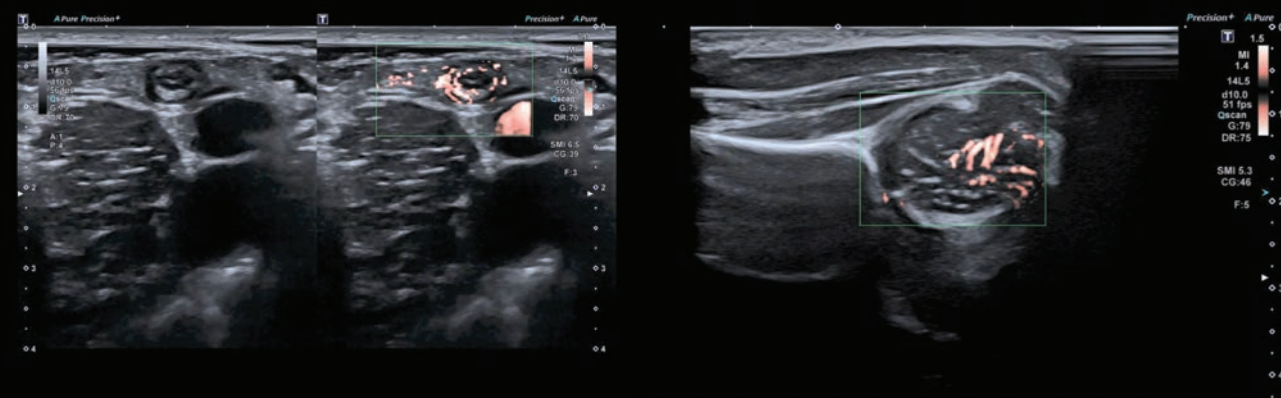
SMI w badaniach małych dzieci

SMI jest świetną metodą w badaniu małych dzieci – z jednej strony ze względu na zwiększoną rozdzielczość obrazu,
– z drugiej na dużą odporność na artefakty ruchowe u pacjenta nie współpracującego.

Widać to na obrazach, przedstawiających
nerkę małego dziecka i naczynia mózgowe
w badaniu przezczaszkowym,

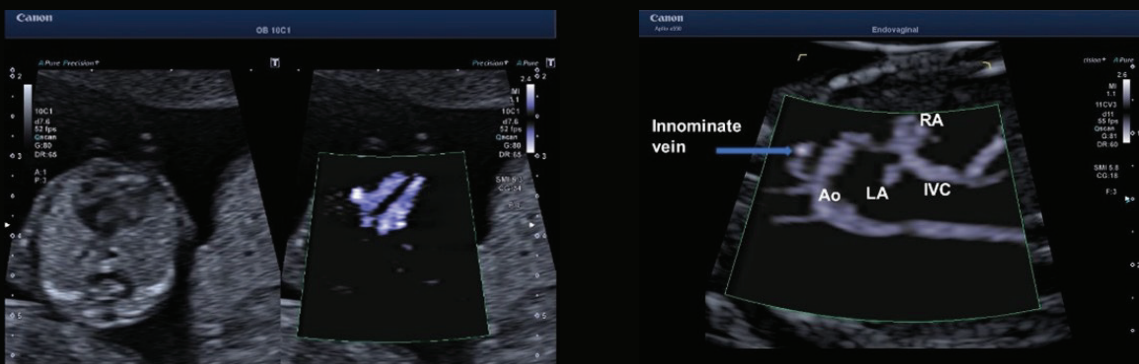


a także w badaniu zapalenia wyrostka
robaczkowego oraz unikalnym obrazie
unaczynienia główki kości udowej
niemowlęcia:



SMI w położnictwie

Innym przykładem jakościowego postępu w diagnostyce, osiągniętego dzięki SMI jest echokardiografia płodowa, zarówno w I, jak i II trymestrze. Tutaj szybkość obrazowania ma znaczenie szczególne. Przy czynności serca rzędu 160/min, na pojedynczy cykl sercowy płodu przypada 5-7 klatek Dopplera kolorowego, obrazującego z prędkością kilkunastu klatek na sekundę, a ponad 20 klatek obrazu w trybie SMI o szybkości ok. 60 fps. Zwiększenie łatwości i dokładności badania w tych warunkach jest oczywiste, czego zresztą dowodzą przeprowadzone eksperymenty.



Obraz z echokardiografii płodowej z uwidocznieniem ciągłości przegrody (L), układ wielkich naczyń w okolicy serca (P)



Aorta i naczynia nerkowe płodu (L), obraz 3D naczyń łożyska (P)

W badaniach empirycznych stwierdzono, że większość najistotniejszych dla oceny serca płodu struktur udaje się miarodajnie uwidocznić w 96% przy zastosowaniu SMI w porównaniu do 81% dla kolorowego Dopplera, w tym dla drogi odpływu lewej komory wartości te wynoszą 94 vs 70%, a dla tętnicy płucnej 91 vs 65%.

(wg. Jader Cruz: Using of SMI for fetal heart during first and second trimester, wykład na ISUOG 2019).

Oczywiście, SMI świetnie służy do oceny innych naczyń płodu, zwłaszcza w I trymestrze, kiedy struktury te bywają zbyt drobne, krążenie zbyt szybkie do miarodajnej oceny tradycyjnym Dopplerem, a pacjent nie rzadko wykonuje ruchy, na które nie mamy żadnego wpływu.

Innym zastosowaniem SMI w badaniach położniczych jest ocena łożyska, jego stopnia dojrzałości, ewentualnych ubytków unaczynienia na tle różnych patologii itp., jak również zmian patologicznych np. naczynek łożyskowych. Bardzo wysoka szybkość odświeżania obrazu pozwala na zróżnicowanie i odrębną ocenę elementów krążenia matczyngo i płodowego, przy jednoczesnej wysokiej rozdzielczości przestrzennej obrazu.

Aplio i-series



SMI | Standard

Aplio a-series



SMI | Opcja

Xario 200G



SMI | Opcja

Wyłączny autoryzowany dystrybutor Canon Medical Systems na terenie Polski.



Canon
CANON MEDICAL SYSTEMS
OFFICIAL DISTRIBUTOR

TMS Sp. z o.o.

ul. Wiertnicza 84, 02-952 Warszawa | tel. +48 22 858 28 19/20 | tms@tms.com.pl | www.tms.com.pl |