



Znaczenie MRI w diagnostyce kardiologicznej

II KATEDRA KARDIOLOGII CM UMK

2015

Obrazowanie serca metodą CMR

- Podczas jednego badania CMR można uzyskać szczegółowe informacje o morfologii oraz czynności serca, zarówno w spoczynku, jak i w warunkach obciążenia, oraz na temat perfuzji i żywotności mięśnia sercowego.
- Metoda ta jest złotym standardem w ocenie masy, objętości i kurczliwości mięśnia sercowego.

Płaszczyzny obrazowania

- W badaniu serca metodą CMR główne płaszczyzny obrazowania są skośne w stosunku do siebie oraz w stosunku do aparatu, stąd nazwa: płaszczyzny podwójnie skośne. Obrazy uzyskuje się w osi krótkiej, osi długiej poziomej
- (w tzw. projekcji czterojamowej) oraz pionowej (w tzw. projekcji dwujamowej)
- Możliwe też są inne projekcje. Projekcja obrazująca drogę odpływu lewej komory jest użyteczna w ocenie części wstępującej aorty, a projekcja trzypojamowa uwidacznia zastawkę aortalną i mitralną.



Sekwencja kinematograficzna echa gradientowego (jasna krew), obraz w projekcji trójjamowej

Sekwencje obrazowania serca

Ocena czynności serca

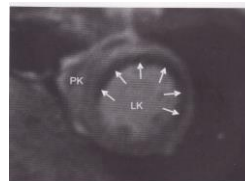
W ocenie czynności serca stosuje się sekwencje kinematograficzne echa gradientowego (tzw. jasna krew dająca silny sygnał MR) np. sekwencja echa gradientowego SSFP



Sekwencje obrazowania serca

Ocena perfuzji mięśnia sercowego

Ocenia się w sekwencjach echa gradientowego z zastosowaniem impulsów przygotowawczych, wykorzystujących zjawisko saturacji związanej z różnym czasem inwersji oraz zjawisko transferu magnetyzacji w celu poprawy kontrastu w obrazach T1 zależnych.



Ocena perfuzji mięśnia serca – obraz w osi krótkiej, sekwencja TurboFLASH, widoczne zmiany w obrębie ściany przedniej, bocznej oraz przedniej części przegrody międzykomórkowej (obszar znacznie osłabionego sygnału zaznaczony strzałkami).

Sekwencje obrazowania serca

Ocena żywotności mięśnia sercowego

Ocenę żywotności m. sercowego i obrazowanie strefy zawalu przeprowadza się z zastosowaniem sekwencji echa gradientowego inwersji i powrotu.



Ocena żywotności mięśnia sercowego -obraz w osi długiej, projekcja czterojamowa, widoczne późne wzmocnienie kontrastowe w segmencie przykoniuszkowym i koniuszku lewej komory 10 minut po podaniu gadołinu (zaznaczone strzałką).

Sekwencje obrazowania serca

Angiografia tętnic wieńcowych metodą MR

Wykorzystuje się szereg sekwencji w zależności od celu badania. Anomalie wieńcowe najlepiej ocenić w dwuwymiarowych sekwencjach echa gradientowego, natomiast techniki trójwymiarowe nadają się do oceny zwężeń. Akwizycję danych przeprowadza się podczas zatrzymania oddechu lub w trakcie swobodnego oddychania bez podania lub po podaniu środka kontrastowego.



Sekwencje impulsów w obrazowaniu MR

Sekwencje impulsów	Cel Badania
sekwencja echa spinowego (ciemna krew)	Ocena morfologii serca
Sekwencja kinematograficzna echa gradientowego (jasna krew)	Ocena czynności serca
Sekwencja echa gradientowego z zastosowaniem tzw. impulsów przygotowawczych	Ocena perfuzji mięśnia sercowego
Sekwencja echa gradientowego inwersji i powrotu	Ocena żywotności mięśnia sercowego i strefy martwicy
Sekwencje kinematograficzne fazowo-kontrastowe	Ocena ilościowa przepływu

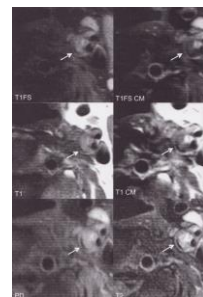
Ocena tętnic wieńcowych metodą MR

- Badanie naczyń wieńcowych metodą MR uwidacznia ich przebieg, światło i ścianę oraz umożliwia lokalizację zwężenia tętnic wieńcowych nadal ma niezadawalającą czułość i swoistość.
- Powodem jest mały kaliber, kręty przebieg, oraz ruch naczyń wieńcowych.
- W praktyce angiografię wieńcową metodą rezonansu magnetycznego można zastosować do oceny anomalii wieńcowych, choroby Kawaasakiego, oraz pomostów aortalno-wieńcowych.

Obrazowanie blaszki miażdżycowej

- Interesującą perspektywą jest obrazowanie i ocena morfologii blaszki miażdżycowej na podstawie różnic w obrazach T1 i T2 zależnych
- W chwili obecnej w sferze eksperymentów
- W obrazach T2 zależnych włókna kolagenu, elastyny i proteoglikany są widoczne w postaci jasnych obszarów, a obszary ciemne odpowiadają lipidom

Obrazowanie blaszki miażdżycowej



Badanie czynnościowe serca

- Do badania wykorzystuje się sekwencję echa gradientowego (met. jasnej krwi) lub sekwencji SSFP (charakteryzuje się doskonałą rozdzielczością przestrzenną i czasową oraz wysokim współczynnikiem sygnału do szumu)
- Ocena czynnościowa obejmuje ocenę frakcji wyrzutowej, objętości jam serca, objętości wyrzutowej oraz kurczliwości mięśnia sercowego.

Ocena zastawek

- Metoda kinematograficznego echa gradientowego
- Zwężenie lub niedomykalność jest przyczyną turbulentnego przepływu krwi, powodując zanik sygnału.
- Stopień niedomykalności ocenia się na podstawie kryteriów echokardiograficznych oraz objętości strumienia krwi (zasięg fali zwrotnej).
- Pomiar stopnia zwężenia zastawkowego jest bardziej powtarzalny niż w echokardiografii dwuwymiarowej.



Zastosowanie kardiologicznego rezonansu magnetycznego

- Ocena objętości, masy i kurczliwości lewej oraz i prawej komory serca (złoty standard)
- Ocena żywotności mięśnia sercowego
- Ocena perfuzji mięśnia sercowego
- Ocena wrodzonych wad serca i obliczanie wielkości przecieku
- Ocena nabytych wad serca
- Diagnostyka chorób osierdzia
- Ocena mas patologicznych
- Ocena kardiomiopatii o innej etiologii niż niedokrwienna (arytmogenna kardiomiopatia prawej komory, kardiomiopatia rozstrzeniowa, przerostowa, zapalenie mięśnia sercowego, sarkoidoza)

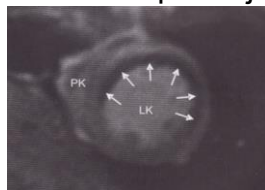
Badanie perfuzji mięśnia sercowego

Największą zaletą CMR jest doskonała rozdzielczość przestrzenna, umożliwiającą ocenę perfuzji tego samego segmentu mięśnia sercowego w poszczególnych warstwach.

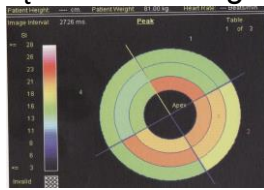
Analiza taka jest szczególnie przydatna u osób z arteriopatią przeszczepu serca, zespołem X lub po zabiegach rewaskularyzacji laserowej.

Intensywność sygnału zależy od stopnia ukrwienia mięśnia sercowego: segmenty prawidłowe są widoczne w postaci jasnych obszarów, a zaburzenia ukrwienia spowodowane zwężeniem naczyń wieńcowych lub upośledzeniem mikrokrążenia zmniejszoną intensywnością sygnału (obszar ciemniejszy).

Badanie perfuzji mięśnia sercowego



Ocena perfuzji mięśnia serca – obraz w osi krótkiej, sekwencja TurboFLASH, widoczne zmiany w obrębie ściany przedniej, bocznej oraz przedniej części przegrody międzykomorowej (obszar znacznie osłabionego sygnału zaznaczony strzałkami).



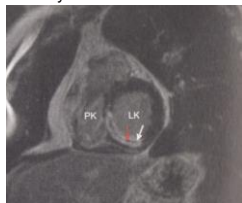
Badanie perfuzji mięśnia sercowego metodą pierwszego przejścia gadolinu.

Badanie żywotności mięśnia sercowego

- Podobnie jak w badaniu echokardiograficznym badanie metodą CMR wykonuje się po podaniu dobutaminy w małych dawkach.
- Podanie środka cieniującego pozwala określić, czy obszary hipokinezy lub akinezy wykazują cechy zbliźnowacenia, ogłuszenia czy też hibernacji.
- Mocną stroną badania CMR techniką późnego wzmocnienia jest również zdolność rozróżnienia tkanki ze zmianami odwracalnymi od tkanki martwej w obrębie tego samego segmentu
- Jest cennym narzędziem w obrazowaniu strefy zawału i prognozowania powrotu kurczliwości po zabiegu zewaskularyzacji.

Badanie żywotności mięśnia sercowego

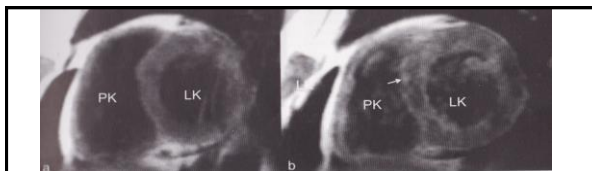
- W obszarze objętym zawałem obserwuje się większy wychwył oraz zaleganie środka cieniującego niż w tkance z odwracalnymi zmianami.
- By uzyskać lepsze wzmocnienie strefy objętej zawałem, sekwencje echa gradientowego wykonuje się z wykorzystaniem impulsu przygotowawczego inwersji i powrotu.
- Prawidłowy mięsień sercowy jest bardzo ciemny, pęła krwi w lewej komorze daje obraz pośredni, natomiast w strefie martwicy sygnał ma największą intensywność.



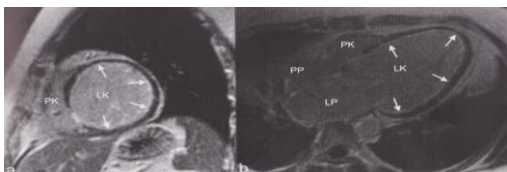
Badanie wykonane 3 dni po zawałe: późne kontrastowanie w ścianie dolnoprzegrodowej (strzałka biała) z widocznym brakiem przepływu (obszar no-reflow – strzałka czerwona).

Choroba niedokrwienna serca

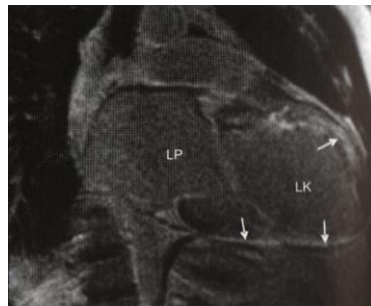
- Oceny martwicy mięśnia sercowego dokonuje się po dożylnym podaniu środka kontrastowego.
- W zdrowym mięśniu środek cieniujący (gadolin) nie wnika do komórek.
- W przypadku śmierci kardiomiocytów następuje przerwanie ciągłości błony komórkowej, co umożliwia wnikanie środka do uszkodzonych komórek i wzmacnia kontrastowanie.
- Wzrost wzmocnienia po podaniu środka kontrastującego obejmujący ponad 50% grubości ściany wskazuje na zmniejszone prawdopodobieństwo poprawy kurczliwości mięśnia sercowego po rewaskularyzacji.
- Obrazowanie opóźnionego kontrastowania wykonuje się w przedziale 10-30 minut po podaniu środka cieniującego.
- Wzrost wzmocnienia w późnej fazie kontrastowania występuje również w: sarkoidozie serca, kardiomiopatii rozstrzeniowej i przerostowej, w zapaleniu mięśnia sercowego, amyloidozie oraz arytmogennej kardiomiopatii prawej komory. W przeciwieństwie do zawału wzmocnienie obserwuje się w środkowej części ściany, w warstwie nasierdziejowej lub całym wsierdzu.



Sekwencja echa spinowego , obraz T1-zależny w osi krótkiej: a) przed dożylnym podaniem gadolinu; b) po podaniu u pacjenta z sarkoidozą – widoczne wzmocnienie kontrastowe w obrębie przegrody międzykomorowej (zaznaczono strzałką).



Późne wzmocnienie kontrastowe: a) obraz w osi krótkiej; b) w osi długiej projekcji czterojamowej; zwłóknienie wsierdzia – zespół Churga – Strauss) zaznaczono strzałkami).



Obraz w osi długiej projekcji dwujamowej, opóźnione wzmocnienie mięśnia sercowego (zaznaczone strzałkami) – widoczne rozsiane zwłóknienia pozapalne.

Masy patologiczne

- Możliwość uzyskania szczegółowych informacji na temat lokalizacji, ruchomości i relacji masy patologicznej do innych struktur, niezależnie od obecności okna akustycznego, koniecznego do badania echokardiograficznego.
- Duża czułość i swoistość diagnostyczna, wysoka rozdzielczość przestrzenna, wysoki kontrast oraz możliwość obrazowania wielopłaszczyznowego umożliwia ocenę naciekania mięśnia przez guz, a w szczególności różnicowanie skrzepliny z guzem.
- W sekwencji echa spinowego skrzeplina i guz dają sygnał o pośredniej intensywności, a w sekwencji echa gradientowego skrzeplina charakteryzuje się niższą intensywnością sygnału.

Zapalenie mięśnia sercowego

- Sekwencja echa spinowego w obrazach T2 zależnych pozwala wykazać obecność obrzęku; sekwencja echa spinowego w obrazach T1 zależnych przed podaniem i po podaniu środka cieniującego umożliwia uwidocznienie zwiększonej przestrzeni śródmiąższowej, natomiast późne wzmocnienie kontrastowania identyfikuje obszary martwicy.
- CMR umożliwia odróżnienie uszkodzenia odwracalnego od nieodwracalnego i w pewnym stopniu pozwala określić ostrość stanu zapalnego.

Zalety i wady CRM

- **Zalety :**
- Nieinwazyjne
- Powtarzalne
- Dokładne
- Brak promieniowania jonizującego
- Brak konieczności stosowania nefrotoksycznych środków cieniujących

- **Wady**
- Wysoki koszt
- Mała dostępność

Przeciwwskazania do CRM

- Wszczepiony stymulator serca lub kardiowerter stymulator
- Wszczepiony neurostymulator, implant ślimakowy, klipsy naczyniowe
- Klaustrofobia
- Cięża (zależy od stosunku ryzyka i korzyści)
- Zapalenie wsierdzia

Wszczepione elementy metalowe a wykonanie MR

Implanty z metalu, np. zastawki serca, stenty wieńcowe czy druty do zamykania mostka, są przyczyną artefaktów lecz nie stwarzają zagrożenia dla zdrowia w aparatach 1,5 T a nawet 3 T. Za bezwzględne przeciwwskazanie do stosowania MR uważa się wszczepienie kardiostymulatora lub ICD, głównie dlatego że statyczne pole magnetyczne, pole elektromagnetyczne prądu o częstotliwości radiowej oraz zmieniający się gradient pola magnetycznego zakłócają działanie tych urządzeń

Zdjęcia:

Google - Grafika