

Rezonans magnetyczny

ŁUKASZ MAŁEK, BARBARA MIŁOSZ-WIECZOREK

WSTĘP

Rezonans magnetyczny serca (CMR – cardiac magnetic resonance) jest nieinwazyjną metodą diagnostyki obrazowej coraz częściej wykorzystywaną na oddziałach kardiologicznych. Często wnosi on nowe informacje do procesu diagnostycznego, zmieniając rozpoznanie ostateczne lub postępowanie z chorym. Główną zaletą CMR jest możliwość określenia etiologii choroby dzięki ocenie charakteru włóknienia mięśnia sercowego. CMR stanowi obecnie jedną z najczęściej wykorzystywanych metod oceny:

- niedokrwienia mięśnia sercowego
- żywotności mięśnia sercowego
- wad wrodzonych serca
- kardiomiopatii
- zapalenia mięśnia sercowego
- guzów serca
- aorty
- pnia płucnego.

INFORMACJE PODSTAWOWE

ZASADA DZIAŁANIA URZĄDZENIA

Obrazy rezonansu magnetycznego powstają dzięki rejestracji sygnału emitowanego przez protony znajdujące się w polu magnetycznym o wysokim natężeniu pod wpływem wzbudzenia falami elektromagnetycznymi o częstotliwości radiowej. W czasie powrotu do stanu wyjściowego protony emitują energię, która ulega rejestracji. Organizm człowieka składa się w dużej mierze z wody zawierającej atomy wodoru, które zachowują się jak protony. Tworzenie obrazów rezonansu magnetycznego jest możliwe dzięki wykorzystaniu różnic w zawartości protonów w poszczególnych tkankach organizmu, co wpływa na emitowaną energię.

Przez długi czas, ze względu na ruchomość serca w czasie cyklu jego pracy oraz ruchy oddechowe klatki piersiowej i wynikające z nich artefakty, obrazowanie tych struktur pozostawało poza zasięgiem rezonansu magnetycznego. Postęp w tym zakresie dokonał się w latach 90. XX w. dzięki wprowadzeniu nowych skanerów o dużym natężeniu pola (1,5 T), przyspieszeniu procesu tworzenia obrazów, wprowadzeniu bramkowania rejestracji zapisem elektrokardiograficznym (EKG) oraz ograniczeniu wpływu ruchów oddechowych. Od tego momentu rola CMR jako nieinwazyjnej metody obrazowania zaczęła stopniowo wzrastać.

ZALETY CMR

Cechy CMR, dzięki którym stosowanie metody stało się powszechne, to:

- brak narażenia na promieniowanie jonizujące, co ma szczególne znaczenie w przypadku osób młodych i wobec konieczności okresowego powtarzania badań
- możliwość obrazowania serca w dowolnej płaszczyźnie przestrzennej niezależnie od uwarunkowań anatomicznych pacjenta (brak konieczności znalezienia dobrego okna akustycznego)

- duża powtarzalność opisów badań między poszczególnymi osobami, co ma znaczenie w monitorowaniu chorych
- dokładność w ocenie ilościowej objętości jam serca, czynności skurczowej prawej i lewej komory oraz masy mięśnia (złoty standard)
- możliwość charakterystyki tkanek dzięki wykorzystaniu różnych sekwencji obrazowania.

WYBÓR PROTOKOŁU CMR

W zależności od wskazań do przeprowadzenia badania należy wybrać odpowiedni protokół. Obejmuje on najczęściej:

- rejestrację obrazów statycznych pokazujących anatomię serca i dużych naczyń od niego odchodzących
- rejestrację obrazów dynamicznych w osi długiej (w projekcji dwu-, cztero-, trzycymowej)
- rejestrację obrazów dynamicznych w osi krótkiej (przekroje grubości kilku milimetrów od zastawek przedsionkowo-komorowych do koniuszka): obrazy te służą do oceny objętości końcoworozkurczowej i końcowoskurczowej, objętości wyrzutowej oraz frakcji wyrzutowej i masy mięśnia komór (ryc. 1)
- rejestrację obrazów z zastosowaniem dodatkowych sekwencji, w zależności od potrzeb.

Jedną z najważniejszych sekwencji wykorzystywanych w CMR jest późne wzmocnienie pokontrastowe (LGE – late gadolinium enhancement). Pacjentowi podaje się dożylnie gadolinowy środek kontrastowy, który jest substancją pozakomórkową podlegającą kinetyce napływu i wypłukiwania zależnej od ukrwienia tkanki. Zalega on w obszarach nieperfundowanych przez krew, identyfikując strefy trwałego uszkodzenia mięśnia – włóknienia/martwicy. Ocena LGE wykonuje się po 10-15 minutach od podania środka kontrastowego. Obecność i lokalizacja LGE umożliwiają diagnostykę różnicową przyczyn włóknienia mięśnia. Obszary podścieliste LGE są typowe dla etiologii niedokrwiennej uszkodzenia serca, a obszary śródmięśniowe i podnadszerebiowe dla przyczyn innych niż niedokrwienne, przy czym charakter tych obszarów może być również pomocny w diagnostyce różnicowej. Przykłady najczęściej obserwowanych typów LGE przedstawiono na rycinie 2.

Najczęstsze wskazania do badania CMR, wykorzystujące opisane powyżej zalety tej techniki, zostały opisane w części szczegółowej.

OGRANICZENIA BADANIA

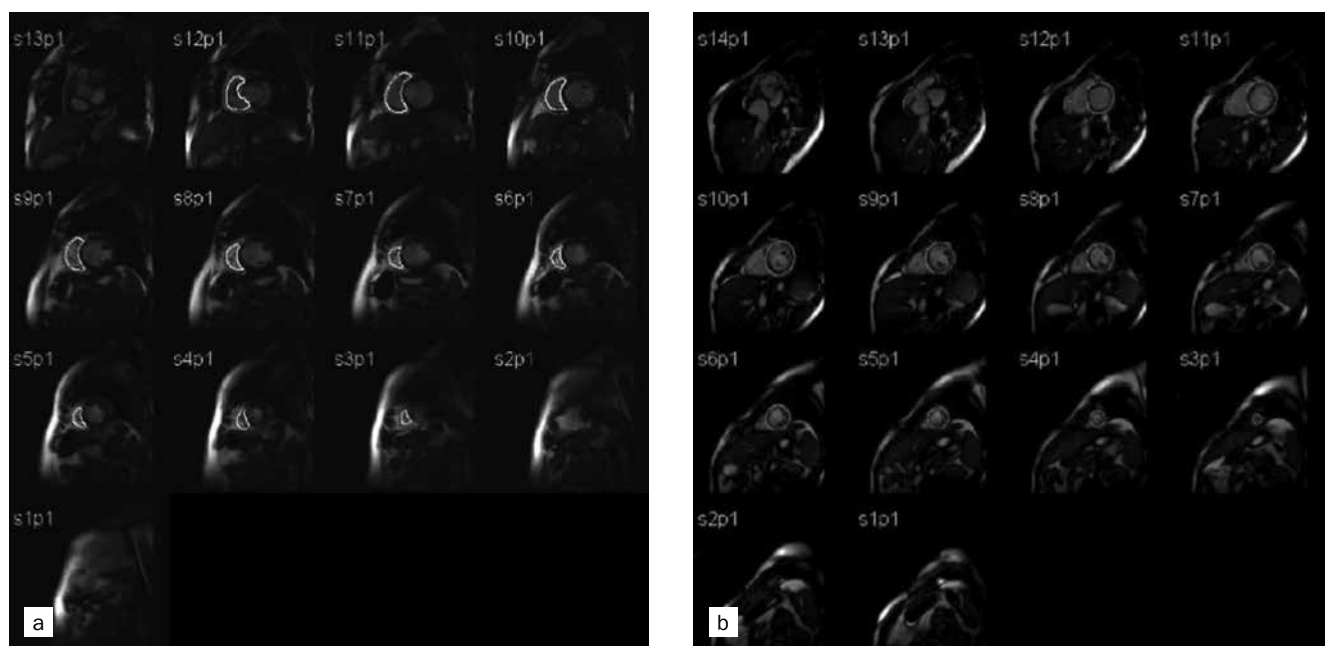
Główne wady metody CMR to:

- konieczność leżenia nieruchomo podczas całego czasu trwania badania, który w zależności od protokołu wynosi 30-60 minut: w konsekwencji CMR nie można wykonać u pacjentów niestabilnych hemodynamicznie lub takich, którzy mają trudności z pozostawaniem w pozycji leżącej
- brak możliwości używania urządzeń ferromagnetycznych w środowisku badania, co technicznie utrudnia obrazowanie chorych w trakcie leczenia wspomagającego układ oddechowy lub krążenia; w praktyce wyklucza to obrazowanie w większości stanów ostrych w kardiologii

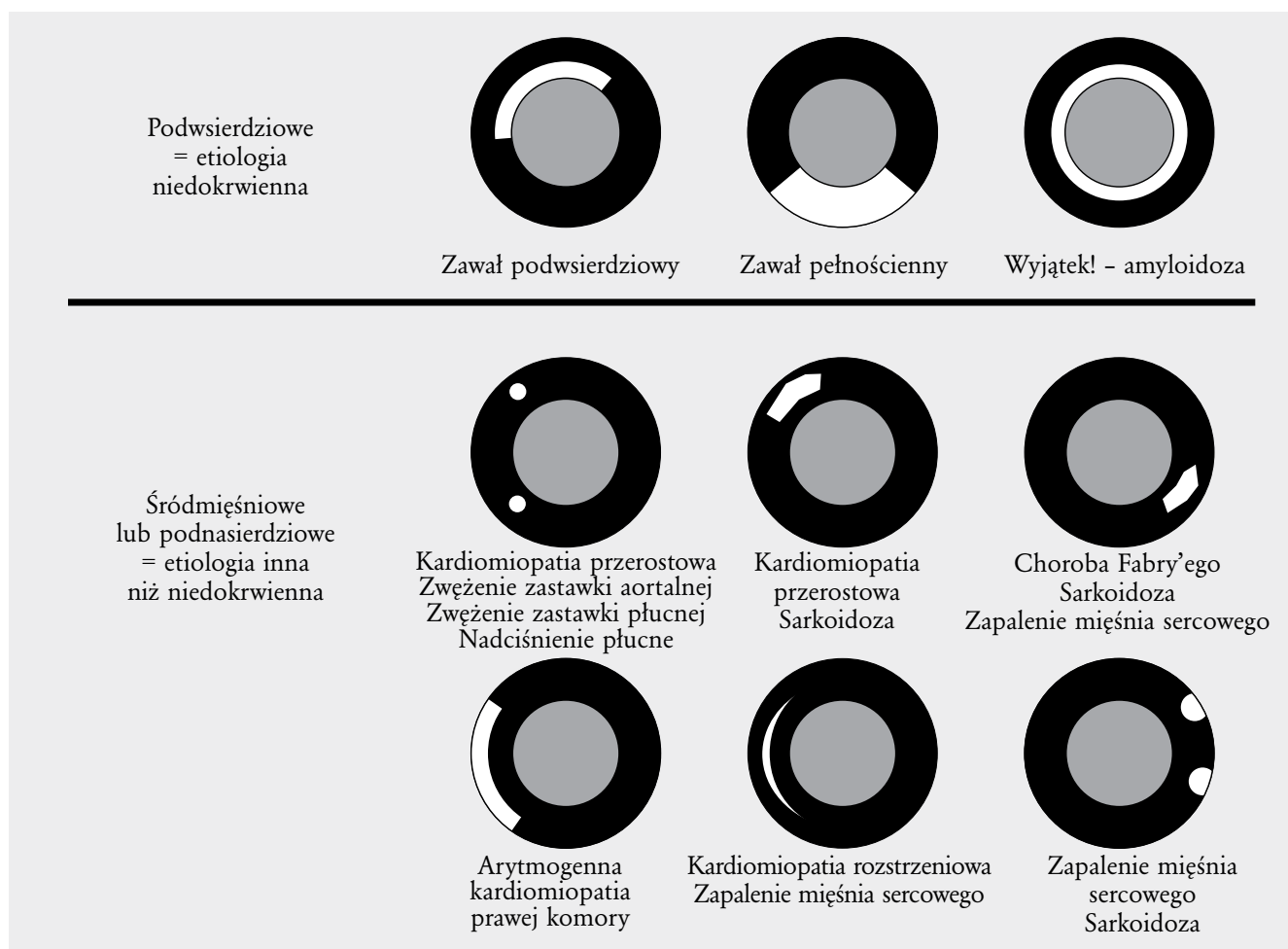
- obniżenie jakości obrazu w wyniku wpływu niemiernowej pracy serca oraz braku współpracy oddechowej pacjenta spowodowanego niewydolnością oddechową: analizie poddawanych jest kilka cykli pracy serca i w przypadku braku powtarzalności między nimi powstają artefakty ruchowe.

U kilku procent chorych badanie może być trudne do przeprowadzenia z uwagi na klaustrofobię. Jej wpływ można ograniczyć, podając przed badaniem leki anksjolityczne.

Badanie jest przeciwwskazane w I trymestrze ciąży, a w kolejnych można je wykonać jedynie w przypadku wyraźnych wskazań i bez podawania środka kontrastowego. Kobiety



Rycina 1. Obrysowanie konturów wsierdza i niasierdza komory lewej (a) i prawej (b) w poszczególnych przekrojach w osi krótkiej serca od jego podstawy do koniuszka w fazie końcoworozkurczowej (przedstawionej na ryc. a i b) oraz analogicznie w fazie końcowoskurczowej umożliwia dokładną ocenę objętości i czynności skurczowej oraz masy komór



Rycina 2. Najczęstsze typy późnego wzmocnienia pokontrastowego (LGE) i mogące im odpowiadać jednostki chorobowe