

KARDIOLOGIA

Kardiolog w otoczeniu nowych technologii o kolejnej rewolucji w diagnostyce i le

Nowe technologie w kardiologii pomagają skuteczniej diagnozować i leczyć pacjentów z chorobą wieńcową. Stosowanie sztucznej inteligencji pozwala na szybką analizę danych, z kolei systemy robotyczne umożliwiają dużo bardziej precyzyjną interwencję wewnątrznaczyniową, a w perspektywie również przeprowadzenie zdalnej operacji – przy dużo większym bezpieczeństwie pacjenta i lekarza operatora.

Choroba wieńcowa charakteryzuje się niedokrwieniem mięśnia sercowego, czego skutkiem jest niedostateczne zaopatrzenie serca w tlen. Wynika to z obecności zwężeń światła tętnic wieńcowych lub ich zamknięcia, spowodowanych w większości przypadków przez blaszki miażdżycowe. W krajach rozwiniętych jest to jedna z najczęściej występujących chorób układu krążenia. O nowych technologiach stosowanych w diagnostyce i leczeniu choroby wieńcowej rozmawiano podczas XXV Międzynarodowego Kongresu Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego.

Inwazyjny pomiar FFR – czy za chwilę zyska miano metody „tradycyjnej”?

Zgodnie z europejskimi wytycznymi dotyczącymi przewlekłych zespołów wieńcowych tomografia komputerowa (TK) tętnic wieńcowych jest podstawowym narzędziem diagnostyki chorych z podejrzeniem choroby wieńcowej. W ciągu ostatniej dekady pojawiło się kilka metod bazujących na tomografii, które służą również do funkcjonalnej oceny zmian w tętnicach wieńcowych, w tym tzw. TK-FFR, czyli nowa, nieinwazyjna metoda diagnostyki choroby wieńcowej, która opiera się na komputerowej symulacji procesów biologicznych.

Klasyczny pomiar FFR (*fractional flow reserve*) to badanie inwazyjne, polegające na wprowadzeniu sondy ciśnieniowej do tętnicy wieńcowej i pomiarze różnicy ciśnienia przed i za zwężeniem. – *Badanie to stanowi niezbędny element oceny zwężeń pośrednich, czyli pomiędzy 50 proc. a 90 proc., przed ewentualną rewaskularyzacją w przypadku braku wcześniejszej oceny niedokrwienia. Nieinwazyjna TK-FFR umożliwia symulację przepływów na podstawie rutynowych obrazów TK, co pozwala na ocenę gradientów ciśnienia w sposób nieinwazyjny. Po pozyskaniu danych obrazowych w czasie badania TK tętnic wieńcowych tworzony jest trójwymiarowy model anatomiczny, w którym symuluje się komputerowo zachowanie płynów i w efekcie uzyskuje się kolorowe mapy rozkładu ciśnienia* – tłumaczył dr hab. n. med. Mariusz Kruk.

W ten sposób można ocenić niedokrwienie spowodowane przez zwężenia w tętnicy wieńcowej i na tej podstawie kwalifikować



Fot. istockphoto

pacjenta do leczenia zachowawczego lub zabiegowego. Nie są już potrzebne dalsze badania, a rutynowa TK tętnic wieńcowych zamienia się w diagnostyczny *one-stop-shop*. Według badań klinicznych TK-FFR ma bardzo wysoką zgodność diagnostyczną z inwazyjnym pomiarem FFR.

Wynik TK-FFR a decyzje kliniczne

Jak wyjaśniał dr hab. Mariusz Kruk, wynik TK-FFR może wpływać na decyzje kliniczne. – *Wykazano, że zastosowanie TK-FFR w stosunku do ścieżki tradycyjnej zmniejsza liczbę chorych kierowanych na diagnostykę inwazyjną o ok. 60 proc. i prawie eliminuje pacjentów z prawidłowymi tętnicami poddanych inwazyjnej koronarografii. Dokładnie zastosowanie TK-FFR redukowało liczbę nieistotnych zwężeń rejestrowanych w czasie inwazyjnej koronarografii z 73 proc. do 12 proc. Wyżej wymienione wyniki wydają się potwierdzać również inne badanie oceniające przydatność TK-FFR w praktyce klinicznej, gdzie jej wynik zmodyfikował postępowanie terapeutyczne w stosunku do samej TK aż u 2/3 pacjentów* – mówił ekspert.

Wynik TK-FFR przewiduje również przebieg kliniczny. Dr hab. Mariusz Kruk przywołał interesujące wyniki 24-miesięcznej obserwacji (Norgaard BL et al. J Am Coll Cardiol 2018; 72 (18): 2123-34) prawie 4 tys. pacjentów z pośrednim zwężeniem w TK, badanych dodatkowo za pomocą TK-FFR. – *Badanie to wykazało, że wyniki odległe chorych z funkcjo-*

nalnie nieistotnym zwężeniem są zbliżone do wyników osób ze zwężeniami powyżej 30 proc., czyli nieistotnymi. Osoby z FFR dodatnim, czyli mniejszym lub równym 0,80, korzystały natomiast z leczenia inwazyjnego. W innym rejestrze TK-FFR powyżej 0,80 identyfikował osoby z bardzo niskim ryzykiem zdarzeń niepożądanych w czasie 3-miesięcznej obserwacji. To i poprzednie badania wskazują na wysoką wiarygodność TK-FFR w wykluczeniu znaczącego ryzyka sercowo-naczyniowego związanego z obecnością istotnych czynnościowo zwężeń – wyjaśniał.

Analiza TK-FFR pozwala również na trafną kwalifikację do leczenia zabiegowego w chorobie wielonaczyniowej. – *W badaniu SYNTAX 3 oceniono wpływ TK-FFR na kwalifikację chorych do leczenia operacyjnego lub przeszskórnej interwencji wieńcowej (percutaneous coronary intervention – PCI) w stosunku do TK u pacjentów z chorobą wielonaczyniową lub zwężeniem pnia lewej tętnicy wieńcowej. Punktacja SYNTAX Score i rekomendacje heart teamów dotyczące dalszego postępowania zmieniły się pod wpływem TK-FFR u 7 proc. chorych. U 12 proc. chorych zmieniono naczynie do rewaskularyzacji. Ponadto ocena czynnościowa spowodowała zmianę klasyfikacji choroby wielonaczyniowej na niższą: z 3 do 2, z 2 do 1 naczynia, u ponad 10 proc. chorych. Wskazuje to na wysoki potencjał TK-FFR do planowania optymalnego leczenia zabiegowego* – dodał dr hab. Mariusz Kruk.

Badanie TK-FFR może zapobiec niepotrzebnym inwazyjnym koronarografiom, a tym samym obniżyć koszty diagnostyki medycznej. – *Dane wskazują, że redukcja liczby inwazyjnych koronarografii przekłada się na oszczędności w wysokości ok. 4 tys. dolarów na pacjenta w warunkach amerykańskich, natomiast według Narodowego Instytutu Oceny Technologii Medycznych w Wielkiej Brytanii użycie TK-FFR w warunkach tamtejszego systemu oszczędza ok. 400 funtów na pacjenta diagnozowanego w kierunku choroby wieńcowej, co ma przynieść oszczędności rzędu 9 mln funtów rocznie* – mówił dr hab. Mariusz Kruk. Ekspert podkreśla jednak, że wdrożenie TK-FFR i integracja tej metody z rutynową praktyką kliniczną wymagają przewyższenia istotnych wyzwań systemowych, ponieważ jest to zmiana paradygmatu diagnostyki choroby wieńcowej. Z pewnością oprócz odpowiedniego finansowania konieczne jest zapewnienie szkoleń w zakresie wykonywania i interpretacji badania bazowego, czyli TK tętnic wieńcowych.

Ocena perfuzji mięśnia sercowego – dziś i jutro

Wytyczne ESC dotyczące rozpoznawania i leczenia przewlekłych zespołów wieńcowych z 2019 r. zalecają u pacjentów z podejrzeniem choroby niedokrwiennej serca wykonywanie w pierwszym etapie testów nieinwazyjnych, czy to TK, czy nieinwazyjnej diagnostyki obrazowej, w kierunku niedokrwienia mięśnia sercowego. Jedno z kluczowych miejsc w schemacie diagnostycznym pacjenta z objawami dławicowymi zajmuje ocena perfuzji, czyli przepływu krwi przez mięsień sercowy. Jak wyjaśnia dr hab. n. med. Mateusz Śpiewak, metoda ta ma również określone znaczenie u pacjentów bez objawów, u których lekarz podejrzewa istotność zwężeń w tętnicach wieńcowych.

– *Dziś ocena istotności zwężeń w tętnicach wieńcowych to głównie testy diagnostyczne w kierunku niedokrwienia. Preferujemy badania obrazowe, dużo mniejsza jest rola elektrokardiograficznego testu wysiłkowego. Inwazyjne badania obciążeniowe zalecane są u pacjentów z dosyć wysokim prawdopodobieństwem obecności istotnych*

logii. Czy w 2021 r. możemy już mówić o czeniu choroby wieńcowej?

Katarzyna Wysocka

”



dr hab. Mariusz Kruk:
Zastosowanie TK-FFR
redukowało liczbę
nieistotnych zwężeń

rejestrowanych w czasie inwazyjnej
koronarografii z 73 proc. do 12 proc.

zwężeń w tętnicach wieńcowych. Nieinwazyjne badania w kierunku niedokrwienia powinniśmy rozważyć preferencyjnie zwłaszcza w sytuacji, gdy prawdopodobna jest rewaskularyzacja, gdyż to badanie informuje nas nie tylko o tym, czy pacjent ma niedokrwienie, lecz także jak duże. Nieinwazyjne badania w kierunku niedokrwienia powinny być preferowane również wówczas, gdy potrzebna jest ocena żywotności mięśnia sercowego – mówił dr hab. Mateusz Śpiewak.

Ekspert wyjaśnił, że obecnie w ocenie perfuzji zdecydowanie dominuje scyntygrafia perfuzyjna, coraz powszechniej stosowany jest rezonans magnetyczny, rzadziej obciążeniowe badanie echograficzne, dużo rzadziej natomiast wykorzystywane są badania PET i TK z oceną perfuzji. Podkreślił jednak, że czasy się zmieniają. Perfuzja jutro to nie tylko scyntygrafia perfuzyjna. Zdaniem eksperta istotnie wzrosnie również rola tomografii komputerowej, gdyż coraz częściej stosowane są skanery nowej generacji i przybywa danych dotyczących przydatności tej metody u pacjentów z przewlekłymi zespołami wieńcowymi.

– Tym, co się dzieje już dziś, a niewątpliwie spotka w przyszłości, jest perfuzja w badaniu TK. Ogromną zaletą tej metody jest otrzymywanie trójwymiarowej bryły z oceną perfuzji. Nie wykonujemy trzech przekrojów, tylko skanujemy całe miokardium. Dzięki temu jesteśmy w stanie bardzo dobrze zobrazować niedokrwienie i z bardzo wysoką precyzją oszacować jego procent – powiedział dr hab. Mateusz Śpiewak.

Zdecydowanie będzie również rosła rola rezonansu magnetycznego wspomaganego dodatkowymi narzędziami, które z jeszcze większą precyzją poinformują lekarza o stop-

”



dr hab. Mateusz Śpiewak:
Już teraz dzięki nowym
narzędziom można
przeprowadzić m.in.

analizę wzrostu intensywności sygnału
w wybranych segmentach komór
i na tej podstawie wykreślić krzywe
intensywności sygnału w danych
rejonach

niu niedokrwienia i jego istotności. – Już teraz dzięki nowym narzędziom można przeprowadzić m.in. analizę wzrostu intensywności sygnału w wybranych segmentach komór i na tej podstawie wykreślić krzywe intensywności sygnału w danych rejonach – podkreślał dr hab. Mateusz Śpiewak. – Można będzie również oceniać perfuzję metodą w pełni ilościową: od generowania map w przekrojach osi krótkiej po ich właściwą, automatyczną segmentację i wreszcie przedstawienie mapy niedokrwienia czy mapy perfuzji w jednostkach w pełni ilościowych, w mililitrach na minutę na gram tkanki. Narzędzie umożliwia również ocenę stosunku przepływu, ocenę perfuzji w warstwach podśierdziowych i podnasierdziowych, gdzie w segmentach niedokrwionych widoczny będzie gradient zaburzeń perfuzji w tych rejonach – tłumaczył.

Zdaniem dr. hab. Mateusza Śpiewaka tym, co można krytykować w badaniu rezonansu magnetycznego, jest fakt, że ocena perfuzji dokonywana jest w zbiorze trzech przekrojów osi krótkiej lewej komory: warstwie podstawnej, środkowej i koniuszkowej. – Nie mamy możliwości zarejestrowania trójwymiarowej bryły i generowania przekrojów w dowolnej płaszczyźnie anatomicznej, chociażby w osi długiej, czy też sprawdzenia, co się dzieje między tymi warstwami. Otrzymujemy jedynie te trzy przekroje, co wynika z możliwości technicznych skanera. Możliwości te jednak również się zmieniają i być może za jakiś czas pojawi się technologia, która pozwoli na ocenę w badaniu rezonansu magnetycznego większego zakresu miokardium – mówił.

Rozwój obrazowania RTG na przestrzeni lat

Eksperti podkreślają, że w ostatnich latach bardzo rozwinęła się diagnostyka obrazowa,

”



prof. Dariusz Dudek:
Naszym projektem na
najbliższe 2 lata jest
przygotowanie protokołów

do wykonywania zabiegów na odległość,
co pozwoli obsługiwać regiony, w których
brakuje doświadczonych operatorów

a techniki obrazowe coraz częściej są wykorzystywane w leczeniu strukturalnych chorób serca. Obecnie w diagnostyce stosowane są TK, echokardiografia przezklatkowa w standardzie 2D i 3D, echokardiografia przezprzełykowa i rezonans magnetyczny serca. Do planowania zabiegów coraz powszechniej wykorzystywane są techniki echokardiografii 3D, wolumetryczny rendering czy rekonstrukcja trójwymiarowa. Dlatego zdaniem prof. dr. hab. n. med. Dariusza Dudeka heart teamy powinny się poszerzyć o inżynierów biomedycznych, niezbędnych do przetwarzania i oceny obrazów zaawansowanych technicznie.

Rewolucja robotyczna w kardiologii zabiegowej

Zdaniem eksperta przy planowaniu zabiegów i w ich trakcie coraz częściej wykorzystywane będą techniki sztucznej inteligencji i rozszerzonej rzeczywistości, a także manipulatory robotyczne. – W marcu 2021 r. w Centrum Kardiologii Inwazyjnej, Elektroterapii i Angiologii w Nowym Sączu wykonaliśmy pierwszy w Europie Środkowo-Wschodniej zabieg udrażniania naczyń wieńcowych z użyciem systemu Corindus CorPath GRX, czyli systemu drugiej generacji manipulatora robotycznego – mówił prof. Dariusz Dudek.

Na całym świecie działa obecnie nieco ponad 100 takich urządzeń. System Corindus CorPath GRX wspiera kardiologów w zabiegach PCI poszerzających zwężone naczynia krwionośne m.in. poprzez usuwanie blaszki miażdżycowej lub zatorów doprowadzających do niedokrwienia, a także w implantacji stentów. Wprowadzenie tego systemu do ośrodka w Nowym Sączu poprzedziła wizyta polskich kardiologów w Belgii.

Na zrobotyzowaną pracownię kardiologii interwencyjnej składa się kilka elementów.

Pierwszym jest robot interwencyjny, czyli jednostka pracująca bezpośrednio przy stole zabiegowym, wyposażona w jednorazowe, sterylne kasety, które w połączeniu z napędem pozwalają w tym samym czasie niezależnie manipulować trzema narzędziami, np. przewodnikiem, balonem i stentem. Kolejnym elementem jest angiograf umożliwiający obrazowanie naczyń i wykonywanie zabiegów pod kontrolą obrazową. Robotem można sterować za pośrednictwem kokpitu operatora za pomocą joysticków i ekranu dotykowego.

– Ramię znajduje się bezpośrednio przy pacjencie, co pozwala na dostęp do cewnika prowadzącego założonego z tętnicy udowej lub promieniowej. To, co jest bardzo istotne i stanowi wielką nowość, to fakt, że zabiegi z wykorzystaniem robota możemy przeprowadzać bez fartucha ołowiowego – podkreślał prof. Dariusz Dudek. Zastosowanie robota pozwala na przeprowadzanie zabiegu ze stanowiska osłoniętego od promieniowania lub nawet znajdującego się poza pracownią, dlatego taka ochrona nie jest konieczna. Brak ciężkiej osłony osobistej bardzo poprawia komfort pracy operatora, zmniejszając obciążenia ortopedyczne i zmęczenie.

Bardzo istotnym czynnikiem jest również dużo większa precyzja takiego zabiegu. Profesor Dariusz Dudek zaznacza, że z pomocą robota można przeprowadzić większość składowych PCI, które wcześniej wykonywano manualnie – w tym precyzyjne prowadzenie wewnątrz naczyń przewodników, cewników, balonów czy stentów, a następnie umieszczenie ich w tętnicach. Dzięki robotyzacji jest to możliwe z dokładnością do części milimetra, co jak podkreśla ekspert, znacząco zmniejsza ryzyko nieprecyzyjnego oszacowania długości czy przesunięcia się implantu. Zabiegi wykonywane są pod kontrolą angiografu, dzięki czemu na każdym etapie zapewniona jest ocena obrazowa. – Robotyzacja to ogromne nowe możliwości i dla kardiologów, i dla pacjentów. Naszym projektem na najbliższe 2 lata jest przygotowanie protokołów do wykonywania zabiegów na odległość, co pozwoli obsługiwać regiony, w których brakuje doświadczonych operatorów. Przy użyciu tego systemu jest to możliwe – podsumował prof. Dariusz Dudek. ■

Tekst został opracowany na podstawie sesji satelitarnej firmy Siemens Healthineers „Kardiolog w otoczeniu nowych technologii – czy w roku 2021 możemy już mówić o kolejnej rewolucji w diagnostyce i leczeniu choroby wieńcowej?”, która odbyła się podczas Kongresu PTK w dniu 24 września 2021 r.