

## Opracowanie algorytmów komputerowego wspomaganie detekcji zmian zapalnych w spondyloartropatii osiowej.

Osiowe zapalenie stawów kręgosłupa (axSpA) jest stanem zapalnym reumatycznym, obejmującym przede wszystkim szkielet osiowy i stopniowo prowadzącym do unieruchomienia stawu krzyżowo-biodrowego, międzykręgowego i stawu międzywyrostkowego. Obecnie obowiązujące kryteria oceny tzw. Assessment in SpondyloArthritis International Society (ASAS), dotyczące klasyfikacji axSpA pozwalają na rozpoznanie zapalenia kości krzyżowej za pomocą dwóch metod: radiografii i rezonansu magnetycznego (RM). Jednak tylko RM umożliwia diagnozowanie choroby we wczesnym stadium. Zapalenie stawów krzyżowo-biodrowych (zapalenie kości krzyżowej) może mieć różne objawy w obrazowaniu metodą rezonansu magnetycznego (MRI) - ostre, takie jak obrzęk szpiku kostnego, a także przewlekłe, jak nadżerki.

Definicja aktywnego zapalenia kości krzyżowej w RM, spełniająca kryteria ASAS, to obrzęk szpiku kostnego widoczny na sekwencji T2-zależnej lub wzmocnienie sygnału w obrębie szpiku kostnego obecne na sekwencji T1-zależnej po podaniu środków kontrastowych. Zmiana powinna być zlokalizowana okołostawowo w kości podchrzęstnej i musi być widoczna na dwóch kolejnych przekrojach badania RM lub tylko na jednym przekroju, jeśli zauważalne są co najmniej dwie zmiany. Niemniej jednak ocena aktywnego zapalenia kości krzyżowej w RM nie jest łatwym zadaniem, szczególnie gdy zmiany są małe. Zgodność między ocenianymi na temat obecności „pozytywnego RM” według kryteriów ASAS jest znacząca ( $\kappa = 0,73$ ), ale nadal jest niezadowolająca.

Diagnostyka wspomaganie komputerowo (CAD) jest jedną z najszybciej rozwijających się technologii w radiologii, a liczba dostępnych w badaniach klinicznych algorytmów do półautomatycznego i automatycznego wykrywania zmian uwidocznionych w badaniach obrazowych stale rośnie. Techniki CAD wciąż nie zyskały jednak dużej popularności w reumatologii. Obecnie większość istniejących rozwiązań koncentruje się na ocenie niektórych cech takich chorób, jak reumatoidalne zapalenie stawów (RA) i choroba zwyrodnieniowa stawów (OA). Do tej pory opracowano kilka metod automatycznego lub półautomatycznego wykrywania obrzęku szpiku kostnego, a mianowicie: automatyczna ocena RAMRIS (system punktowy reumatoidalnego zapalenia stawów RM), automatyczna ocena ilościowa obrzęku szpiku kostnego w nadgarstkach pacjentów z RA i półautomatyczne wykrywanie zmian szpiku kostnego związanych z chrząstką w grupie z OA. W przypadku axSpA opracowano tylko jedno narzędzie, które umożliwia półautomatyczne oznaczenie ilościowe aktywnego zapalenia kości krzyżowej w badaniu RM. Jednak podstawową wadą tej metody jest to, że wymaga ręcznego wyboru zmian (oprogramowanie wykrywa tylko ich kontury) i nie wykrywa zmian pominiętych przez obserwatora. Ponadto niedawno opracowano oprogramowanie umożliwiające automatyczne wykrywanie zapalenia kości krzyżowej w skanach tomografii komputerowej, ale ta metoda obrazowania wizualizuje tylko późne, nieodwracalne zmiany w stawach krzyżowo-biodrowych i nie jest zalecana przez ASAS do diagnostyki axSpA, szczególnie na wczesnym etapie. Jak dotąd żadne oprogramowanie pozwalające na wykrywanie zmian w postaci obrzęku szpiku kostnego w RM, które nie wymaga ich ręcznej selekcji, nie zostało jeszcze zaprojektowane, mimo że zapotrzebowanie kliniczne na takie oprogramowanie jest duże.

Celem naszych badań jest stworzenie skutecznego narzędzia do automatycznego wykrywania zmian w postaci obrzęku szpiku kostnego u pacjentów z axSpA. W oparciu o kryteria ASAS skuteczny algorytm wykrywania zmian zapalnych w axSpA musi w sposób zautomatyzowany rozwiązać następujące zadania:

1. Segmentacja kości krzyżowej i widocznych części kości biodrowej lewej i prawej na obrazach sekwencji T1 RM.
2. Fuzja obrazów RM T1- i T2-zależnych w celu znalezienia obszarów kości w obrazach T2-zależnych, wykorzystywanych do wykrywania zmian zapalnych.
3. Wykrywanie obszarów zainteresowania (ROI), w których algorytm szuka zmian zapalnych.
4. Wykrywanie zmian zapalnych.

Badanie MR stawów krzyżowo-biodrowych zwykle nie obejmuje więcej niż 20 przekrojów. Skomplikowany kształt kości budujących staw sprawia, że problem segmentacji jest szczególnie trudny. Na szczęście konieczna jest precyzyjna segmentacja wyłącznie części kości rozciągających się nie więcej niż 2 cm od powierzchni stawowych, ponieważ są to regiony, w których poszukuje się zmian zapalnych. Zatem segmentacja powinna rozpocząć się od wykrycia stawu, co jest problemem prostszym niż segmentacja całych kości. Kości są znacznie lepiej wizualizowane na obrazach RM w sekwencji T1-zależnej niż w T2-zależnej, używanej do diagnozowania axSpA. Tak więc segmentacja znaleziona na obrazach T1-zależnych musi być zrzutowana na obrazy T2-zależne przy użyciu technik nakładania/fuzji obrazów. Wreszcie zmiany zapalne są definiowane jako obszary szpiku kostnego charakteryzujące się zwiększonym sygnałem. Metody statystyczne uczenia lub testy statystyczne są narzędziami pierwszego wyboru do rozwiązania problemu detekcji zmian zapalnych.