

Parametryzacja danych czynnościowych pochodzących z retrospektywnego obrazowania magnetyczno-rezonansowego serca w opisie mysich modeli schorzeń układu krążenia

Streszczenie

Obrazowanie czynności serca *in vivo* mysich modeli chorób układu krążenia stanowi ważny etap w procesie oceny progresji niewydolności serca występującej u ludzi. Technika obrazowania magnetyczno-rezonansowego szeroko stosowana w tym celu pozwala na uzyskanie obrazów wysokiej jakości, pochodzących z dowolnego przekroju serca, jednak stosowana u myszy stawia akwizycji danych dodatkowe wymagania techniczne, leżące często na granicy jej czasowo-przestrzennej zdolności rozdzielczej. Badanie kolejnych, w tym wczesnych etapów schorzeń serca wiąże się z kolei z koniecznością pogłębionego opisu subtelnych faz składających się na czynność skurczowo-rozkurczową serca. Wymaga to zarówno wysokiej rozdzielczości czasowej serii obrazów jak i odpowiedniej metody ich parametryzacji. Celem niniejszej rozprawy było określenie zarówno optymalnych warunków akwizycji danych uzyskiwanych metodą rekonstrukcji retrospektywnej jak i wieloparametrowa charakterystyka uzyskanych przebiegów krzywych opisujących zmiany powierzchni/objętości lewej komory serca w kolejnych fazach jego pracy (TAC – time-area curve).

W badaniach wykorzystano dane obrazowe pochodzące z pomiarów kinematograficznych synchronizowanych pro- i retrospektywnie przy użyciu dwóch skanerów (odpowiednio 4.7 T oraz 9.4 T). Pomiarów te wykonywane były w warunkach podstawowych jak i w warunkach obciążenia po podaniu dobutaminy na warstwie środkowej lewej komory. Badano dwa mysie modele schorzeń układu sercowo-naczyniowego, odpowiednio: miażdżycowy apoE/LDLR^{-/-} oraz kardiomiopatii rozstrzeniowej Tgαq*44. Przebieg TAC przybliżono przy użyciu modelu liniowej regresji segmentowej lokalnie liniowymi odcinkami, których liczba została określona na podstawie kryterium informacyjnego Akaike. Określono czasy trwania wybranych segmentów oraz tempo wyrzutu i napełniania lewej komory serca.

W pierwszym etapie, dla obrazów o niższej jakości, pochodzących z badań prospektywnych, wykonanych z rozdzielczością czasową bliską maksymalnej dla tej techniki synchronizacji otrzymano 18-29 klatek na cykl pracy serca. Pokazano, że mimo niskiej jakości danych modelowanie wieloliniowe jest w takim przypadku zgodne z oznaczeniami wykonywanymi przez doświadczonego operatora, i co ważne, pomaga rozróżnić grupy myszy ze względu na wczesne zmiany czynności serca (jak relaksacja izowolumetryczna), w badanym modelu.

W kolejnym etapie, dla obrazów uzyskanych metodą synchronizacji retrospektywnej, wyzwalanej wewnętrznym sygnałem MR, wykazano, że czas akwizycji poniżej trzech i pół minuty pozwala na rekonstrukcję 60 ramek na cykl bez generowania artefaktów obrazów oraz bez straty ich potencjału informacyjnego, szacowanej jako złożoność krzywej TAC w modelu regresji segmentowej. Ustalone wartości stanowiły kompromis pomiędzy jakością obrazów a czasem pomiaru, który jest szczególnie istotny w teście z dobutaminą. W konsekwencji protokół pomiarowy rozszerzono także o dokładną ocenę podstawnej warstwy komory, co pozwoliło uzyskać szereg dodatkowych informacji na temat wczesnych zmian w progresji niewydolności serca w badanym modelu. Wyniki potwierdziły występowanie zmian w czynności skurczowej serca w grupie myszy starszych i dodatkowo uwidocznily zmiany rozkurczowe w grupie zwierząt młodszych.

Oryginalne zastosowanie metody liniowej regresji segmentowej do modelowania krzywych TAC połączone z pogłębioną jej parametryzacją pozwoliło na kompleksową ocenę czynności skurczowo-rozkurczowej w badanych modelach. Dzięki szybkiemu pomiarowi i stosunkowo nieskomplikowanej analizie możliwe było oszacowanie parametrów czasowych i tempa odkształcania mięśnia sercowego w sposób powtarzalny, co pozwoliło uzyskać większy wgląd we wczesne etapy rozwoju dysfunkcji, uzupełniając jednocześnie protokół pomiaru.