

Budowa makro- i mikroskopowa uszka prawego przedsionka u człowieka

Macro- and microscopic morphology of right atrial appendage in human

Rafał Kamiński¹, Dariusz Kozłowski¹, Ewa Nowicka², Adam Kosiński²,
Grzegorz Raczak¹, Marek Grzybiak²

¹Klinika Kardiologii i Elektroterapii Serca, Gdański Uniwersytet Medyczny

²Zakład Anatomii Klinicznej, Gdański Uniwersytet Medyczny

Streszczenie

Wstęp. Migotanie przedsionków, arytmia niezwykle powszechna u osób w podeszłym wieku, bardzo często prowadzi do powikłań zatorowo-zakrzepowych. Jedną z wielu przyczyn odpowiedzialnych za tworzenie się skrzepin jest budowa anatomiczna przedsionków a szczególnie ich uszek. Arytmia pozostawiona i leczona farmakologicznie skupia się głównie na kontroli rytmu komór, jednakże nie prowadzi do znacznego zwiększenia wydolności serca. Alternatywą leczenia jest kardiowersja elektryczna, która niesie ze sobą ryzyko udaru przy błędnej kwalifikacji pacjenta. W związku z powyższym postanowiliśmy zbadać pod względem anatomicznym uszko prawego przedsionka. **Materiał i metody.** Badania zostały przeprowadzone na materiale 40 serc ludzkich w przedziale wiekowym 18-72 lat (25 mężczyzn i 15 kobiet). Do badania kwalifikowano tylko te narządy, w których nie stwierdzono żadnych zmian patologicznych. Stosowano klasyczne metody badań anatomicznych i analizę statystyczną. **Wyniki.** Stwierdziliśmy, że prawe uszka przedsionków mają kształt zbliżony do trójkąta równoramiennego. W obrębie uszka prawego przedsionka znajdują się pęczki włókien mięśniowych budujących jego ścianę oraz pęczki tworzące gęstą sieć wewnątrz jamy uszka. Wyodrębniono jeden główny pęczek łączący grzebień graniczny z wierzchołkiem uszka. W badaniach mikroskopowych stwierdzono podłużne włókna mięśniowe budujące ścianę uszka oraz poprzeczne pęczki łączące ściany uszka. *Geriatrics 2010; 4: 94-100.*

Słowa kluczowe: uszko prawego przedsionka, migotanie przedsionków

Summary

Introduction. Atrial fibrillation (AF) is common and well-known in people in elderly and very often is responsible for stroke or pulmonary embolism because it is associated with an increased risk of atrial thrombus formation. One of the many factors responsible for thrombi is anatomical morphology of atria, especially appendages. The pharmacological treatment of arrhythmia generally is focused on ventricular rate, electrical cardioversion is the preferred treatment method in the majority of clinics but rarely it takes potentially dangerous complication of AF. **Material and methods.** The study was carried out on 40 human hearts from 18-72 (25 M, 15 F) years of age. Only hearts without anomalies were included in the study. Classical anatomical studies and statistic analysis were applied. **Results.** Right atrial appendages (RAA) are triangle-like shaped. Muscle fasciculus builds the wall of RAA and compose a dense net inside chamber. The muscle bundle connecting the apex of RAA and terminal crest was described. In microscopic specimens longitudinal and perpendicular fasciculus were described. *Geriatrics 2010; 4: 94-100.*

Keywords: right atrial appendage, atrial fibrillation

Wstęp

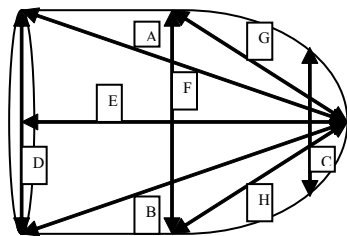
Migotanie przedsionków, arytmia tak powszechnie występująca w populacji ludzkiej, wiąże się z dużym ryzykiem wystąpienia udaru mózgu oraz zatorowości płucnej. Osoby cierpiące na tego typu tachyarytmie są zmuszone przestrzegać zasad leczenia przeciwkrzepliwego, które nie zawsze okazuje się łatwe. Jednym z czynników ryzyka są struktury anatomiczne sprzyjające wykrzepianiu wewnątrzprzedsionkowemu zwane uszkami przedsionków. Postęp wiedzy, który się dokonał w ostatnich latach ukazuje, że tworzenie skrzeplin dotyczy zarówno prawego jak i lewego uszka przedsionka [1]. Przywrócenie rytmu zatokowego metodą kardiowersji elektrycznej w tachyarytmach nadkomorowych wiąże się z ryzykiem powikłań zakrzepowo-zatorowych [2]. Ryzyko to wzrasta wraz z długością czasu trwania arytmii. Przy braku dokumentacji lub niejednoznacznego wywiadu dotyczącego początku arytmii jedną z obiektywnych metod oceny ryzyka powikłań zatorowo-zakrzepowych jest przezprzelykowe badanie echokardiograficzne (TEE) z oceną uszka przedsionka. Na podstawie danych z dostępnej literatury dowiadujemy się, że dość często jednoznaczna ocena „zawartości” uszka lewego przedsionka nie jest możliwa, pomimo stosowanej przewlekłej terapii przeciwkrzepliwej. Okazuje się, że właściwości anatomiczne uszka przedsionka decydują o charakterystycznych „echach” bardzo często rozpoznawanych jako skrzepliny [3]. Na przestrzeni wielu lat anatomowie i kardiologowie starali się wyjaśnić procesy zachodzące w sercu podczas arytmii. Na podstawie badań anatomicznych prawego i lewego przedsionka poznano struktury, będące zarazem barierami, jak i substratami wykorzystywanymi do utrwalenia arytmii [4]. Wraz z rozwojem elektrofizjologii serca oraz technik elektroanatomicznych coraz częściej jesteśmy w stanie określić miejsce aktywacji arytmii przedsionkowej. Jednym z takich miejsc jest uszko prawego przedsionka [5]. Leczenie za pomocą ablacji z takim umiejscowieniem arytmii jest bardzo często nieskuteczne [6-8] co w konsekwencji kończy się zabiegiem kardiochirurgicznym. Dlatego postanowiliśmy ocenić morfologię uszka prawego przedsionka, tak pod względem makro-, jak i mikroskopowym.

Material i metody

Badania zostały przeprowadzone na materiale sekcyjnym 40 serc ludzkich obojga płci (M-25, K-15)

w wieku od 18-72 lat utrwalonym w roztworze wodnym 4% formaliny. Badaniu poddano tylko te narządy, w których makroskopowo nie stwierdzono żadnych zmian patologicznych ani wad rozwojowych. Zastosowano klasyczne metody badań anatomicznych z wykorzystaniem narzędzi standardowej pracowni anatomopatologicznej. Po odpreparowaniu worka osierdziowego oceniano kształt uszka prawego przedsionka dokumentując go przy użyciu cyfrowego aparatu fotograficznego (Canon Power Shot S5IS z rozdzielczością 6.0 megapikseli używając opcji supermarkro). Następnie cięciem od wierzchołka prawej komory wzdłuż brzegu bocznego przecinano płatek tylny zastawki trójdzielnej i kontynuowano cięcie w wolnej ścianie prawego przedsionka aż do ujścia żyły głównej górnej (VCS). W kolejnym etapie odcinano uszko oraz wykonywano dokładne jego pomiary (z dokładnością do 1 mm). Uszko prawe oceniano poprzez wykonanie 8 pomiarów (Rycina 1). Wymiar A (krawędź górna długa) stanowił odległość pomiędzy górnym brzegiem podstawy uszka a jego szczytem; wymiar B (krawędź dolna długa) – odległość od dolnego brzegu podstawy uszka do jego szczytu; wymiar C (krawędź boczna) – wymiar mierzony równolegle do podstawy uszka w odległości 2 mm od jego szczytu; wymiar D (krawędź przyśrodkowa, podstawa) – mierzona na wysokości ujścia uszka; wymiar E (długość środkowa pozioma) – mierzona od środka podstawy uszka do jego szczytu; wymiar F (długość środkowa pionowa) – mierzona w połowie długości środkowej poziomej wymiar E równolegle do podstawy uszka; wymiar G (krawędź górna krótka) – mierzona od połowy górnej krawędzi uszka do jego szczytu; wymiar H (krawędź dolna krótka) – mierzona od połowy dolnej krawędzi uszka do jego szczytu. W celu dokładnego odwzorowania wnętrza uszka przedsionka wykonano modele anatomiczne. W tym celu wypełniano uszko przedsionka dwuskładnikowym silikonem fornierskim o bardzo wysokiej wytrzymałości na rozrywanie (MM 922, katalizator B-5) i pozostawiano na 12 godzin do uzyskania pełnego utwardzenia. Następnie rozcinano uszko i odsłaniano wytworzony model. Badania mikroskopowe przeprowadzono na materiale 20 uszek prawego przedsionka obojga płci (M-10, K-10). Pobraną tkankę utrwalano w roztworze wodnym 4% formaliny i po zatopieniu w ciekłej parafinie skrawano nożem mikrotomowym firmy Leica na warstwy o grubości 10 mikrometrów, następnie barwiono metodą Massona w modyfikacji Goldnera. Preparaty oglądano przy użyciu

mikroskopu stereoskopowego firmy Leica 2000 przy powiększeniu od 10-400 razy.



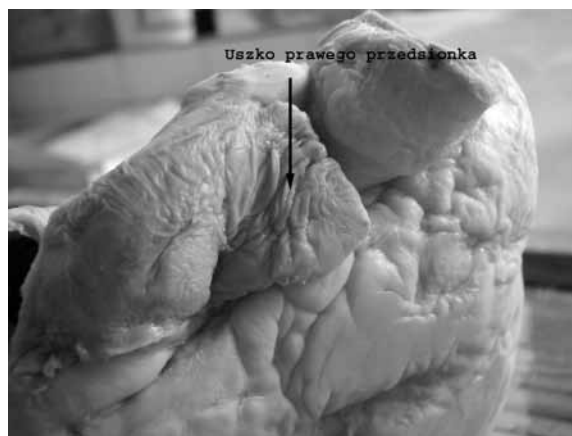
Rycina 1. Schemat przedstawiający pomiary uszka prawego przedsionka

Wyniki

Na podstawie naszych pomiarów uzyskaliśmy następujące wyniki: krawędź górna długa (A) wynosiła od 15 do 32 mm, śr. 23,81 mm; krawędź dolna długa (B) wynosiła od 18 do 38 mm, śr. 25,54 mm; krawędź boczna (C) wynosiła od 6 do 18 mm, śr. 12,04 mm; krawędź przyśrodkowa, podstawa (D) wynosiła od 20 do 36 mm, śr. 27,13 mm; długość środkowa pozioma (E) wynosiła od 16 do 29 mm, śr. 21,72 mm; długość środkowa pionowa (F) wynosiła od 14 do 24 mm, śr. 19,09 mm; krawędź górna krótka (G) wynosiła od 7 do 16 mm, śr. 11,90 mm; krawędź dolna krótka (H) wynosiła od 9 do 19 mm, śr. 13,90 mm.

Na podstawie naszych obserwacji stwierdziliśmy znaczną regularność kształtu uszka prawego przedsionka. Zauważyliśmy, że struktura ta przybiera kształt zbliżony do trójkąta równoramiennego o nieznacznie dłuższej krawędzi dolnej (śr. O 1,73 mm) (Rycina 2). We wszystkich przebadanych sercach stwierdzono gładką powierzchnię zewnętrzną uszka, natomiast powierzch-

nia wewnętrzna była bardzo pofałdowana poprzez mięśnie grzebieniaste (Ryciny: 3a i 3b). W badanych uszkach wyodrębniono pęczki mięśniowe wchodzące w skład ściany uszka oraz część pęczków biegnących „tranzytem” łączących jego ściany. Ponadto wyodrębniono jeden główny pęczek mięśniowy odchodzący od grzebienia granicznego i kończący się w okolicy szczytu uszka (Rycina 4). Na podstawie wykonanych odlewów uszek stwierdziliśmy nieregularność i przypadkowość przebiegu włókien mięśniowych (Ryciny: 5a i 5b). W badaniach mikroskopowych stwierdzono biegnący wzdłuż osi długiej uszka podłużny, równoległy przebieg pęczków mięśniowych wchodzących w skład jego ściany (Rycina 6a). Pęczki te składały się z licznych pojedynczych włókien mięśniowych pooddzielanych tkanką łączną (Rycina 6b). Pęczki „tranzytowe” pokryte były tkanką łączną będącą wsierdziem serca.



Rycina 2. Uszko prawego przedsionka w sercu ludzkim

Tabela 1. Wartości poszczególnych wymiarów uszka prawego przedsionka

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Średnia arytmetyczna | 23,81 | 25,54 | 12,04 | 27,13636 | 21,72 | 19,09 | 11,90 | 13,90909 |
| Odchylenie standardowe | 4,085855 | 4,387247 | 2,738236 | 4,191934 | 3,544289 | 2,842999 | 2,274545 | 2,592105 |
| Wartość maksymalna | 32 | 38 | 18 | 36 | 29 | 24 | 16 | 19 |
| Wartość minimalna | 15 | 18 | 6 | 20 | 16 | 14 | 7 | 9 |



Rycina 3a. Wewnętrzna powierzchnia uszka prawego przedsionka przedstawiająca mięśnie grzebieniaste



Rycina 3b. Wnętrze uszka prawego przedsionka



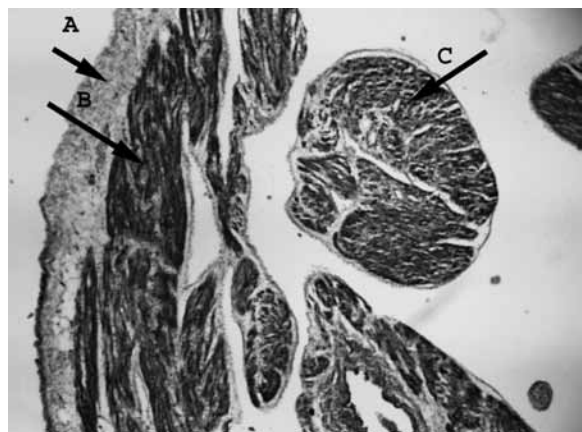
Rycina 4. Przesionek prawy; A - grzebień graniczny; B - główny pęczek biegnący do szczytu uszka



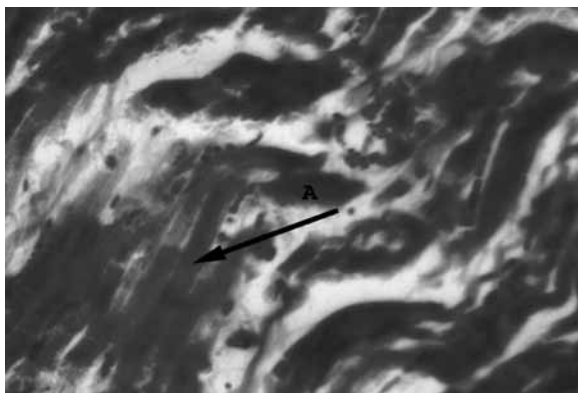
Rycina 5a. Uszko prawego przedsionka - model silikonowy



Rycina 5b. Uszko prawego przedsionka - model silikonowy



Rycina 6a. Przekrój podłużny uszka prawego przedsionka; A - tkanka łączna, B - włókna mięśniowe podłużne, C - włókna mięśniowe poprzeczne



Rycina 6b. Włókna mięśniowe poprzecznie prążkowane

Dyskusja

W dostępnej literaturze znaleźliśmy bardzo niewiele informacji dotyczących morfologii uszka prawego. Jediną praktycznie publikacją w tym zakresie jest analiza morfologii uszka prawego w aspekcie wykrzepiania podczas incydentów migotania przedsionków, która ukazała się na łamach *American Journal of Cardiology* w 1999 roku [1]. Badania oceniające morfologię uszka były oparte głównie o obraz echokardiograficzny i dotyczyły pacjentów z przewlekłym migotaniem przedsionków. W badaniu tym, obejmującym 102 pacjentów, u 90 chorych na podstawie echokardiografii można było dokładnie prześledzić morfologię uszka prawego przedsionka. Okazało się, że pacjenci z migotaniem przedsionków mieli niższy punkt przyczepu zastawki trójdzielnej i znacznie zwiększoną powierzchnię prawego przedsionka w porównaniu z pacjentami z rytmem zatokowym. Dodatkowo powierzchnia uszka prawego przedsionka była większa a frakcja wyrzutowa prawego przedsionka mniejsza u pacjentów z migotaniem przedsionków. Taka nieprawidłowa morfologia prawdopodobnie była odpowiedzialna za obecność skrzepliny w uszku prawego przedsionka w 6 przypadkach w porównaniu do 11 incydentów takich skrzeplin w uszku lewego przedsionka. Okazało się także, że z powodu budowy morfologicznej przedsionka pacjenci z migotaniem przedsionków i skrzeplinami w uszku prawym mieli większą powierzchnię tego przedsionka i znacznie mniejszą jego frakcję wyrzutową. Dzięki badaniom echa przezprętykowego udało się ustalić, że maksymalna powierzchnia uszka prawego przedsionka wynosiła u pacjentów z rytmem zatokowym

$4,7 \pm 1,6 \text{ cm}^2$ a pacjentów z migotaniem przedsionków była większa i wynosiła $5,6 \pm 1,9 \text{ cm}^2$. Na podstawie naszych badań trudno nam określić powierzchnię uszka przedsionka prawego bo dokonywaliśmy jedynie pomiarów poszczególnych krawędzi. Wyniki pomiarów odpowiednich krawędzi oznaczonych od A do H wynosiły średnio od 11,9 do 27,1 mm. Podobnie jednak, jak w cytowanym badaniu, stwierdziliśmy regularność kształtu uszka prawego, który odpowiednio przybierał kształt zbliżony do trójkąta równoramiennego o nieznacznie dłuższej krawędzi dolnej. To oznacza, że byłaby możliwość dokonania odpowiednich przeliczeń arytmetycznych na pole trójkąta i odniesienie jej do wspomnianej wyżej pracy. Jednakże tego nie uczyniliśmy, bowiem w naszych badaniach uszko prawego przedsionka było strukturą, utrwaloną w formalinie, natomiast w cytowanym badaniu byli to pacjenci z przyżyciowym badaniem uszka. Kolejne badania, niestety obejmują porównanie jedynie z uszkiem lewego przedsionka [9-12]. W tym zakresie bardzo dokładne badanie porównujące echokardiografię z morfologią przedsionka pojawiło się w *Circulation* w 1997 roku [9]. Autorzy, podobnie jak my, dokonali pomiaru lewego uszka przedsionka, oceniając jednakże znacznie mniej wymiarów. Oceniano tzw. ujście anatomiczne oraz echokardiograficzne uszka przedsionkowego. Dodatkowo wyznaczono szerokość oraz długość uszka. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wielkość uszka przedsionka lewego wynosi średnio 0.8-1.16 cm, długość 2.29-2.53 cm, szerokość 1.38-1.83 cm. Odnosząc to do naszych badań dotyczących prawego uszka wymiary te były porównywalne (odpowiednio 0.9-1.9 cm, 2.0-3.6 cm, 1.5-3.2 cm). Dodatkowo stwierdzono, że wielkość ujścia, długość i szerokość uszka zwiększa się o 0,024 cm, 0,041 cm i 0,030 cm/rok wraz z wiekiem pacjentów w przedziale do 20 roku życia. Natomiast wzrost ten był mniejszy u pacjentów powyżej 20 roku życia (odpowiednio 0,0016, 0,0040 i 0,0019 cm) i osób płci żeńskiej. W naszych badaniach nie uwzględniliśmy odpowiednich różnic w poszczególnych grupach wiekowych, bowiem były przeprowadzone na zbyt szerokiej grupie chorych od 18-72 lat. Kolejne badanie opublikowane w 2003 roku porównywało morfologię uszka lewego w badaniu pośmiertnym i w echokardiografii przezprętykowej [11]. Przebadano 12 pacjentów morfologicznie (autopsje) i wcześniej transezofoagalnie (echo przezprętykowe). Stwierdzono, że w badaniu echokardiograficznym oraz w badaniu morfologicznym istnieje istotna

korelacja pomiędzy odpowiednimi wymiarami uszka lewego przedsionka. W badaniu przeżyciowym (TEE) stwierdzono, że wejście do uszka miało wielkość od 11 do 26 mm, natomiast odległość od ujścia do wierzchołka uszka zawierała się w granicach 27-41 mm. W naszych badaniach, obejmujących uszko prawego przedsionka, wymiar ten również zawierał się w granicach 20-36 mm ze średnią 27,13 mm, co jest porównywalne z wynikami wspomnianego badania. Natomiast jeśli chodzi o wymiar ujścia, w naszych badaniach jest to wymiar E, tzw. długość środkowa pozioma, to wynosił on od 16-29 mm, średnio 21,72 mm. Kształtował się więc podobnie, jak we wspomnianym badaniu. Jednym z najnowszych badań opublikowanych w 2008 roku jest analiza *in vivo* morfologii uszka lewego przedsionka, u pacjentów z migotaniem przedsionków przy użyciu zaawansowanej tomografii komputerowej [12]. Również tutaj mierzono oś podłużną oraz oś krótką a także głębokość i szerokość uszka lewego przedsionka. Przedstawione wyniki potwierdziły, że tomografia komputerowa bardzo dobrze koreluje z echokardiografią przezprzełykową, bowiem oś długa w tym ostatnim zawierała się średnio w przedziale 26,2±4,1 mm, natomiast w tomografii komputerowej 3D wynosiła ona 20,0±3,7 mm. Dodatkowe wymiary: szerokość uszka lewego przedsionka to 23,5 ±4,2 mm a głębokość 25,1±6,3 mm. Jeśli odnieść to do naszych badań to kształtowały się one następująco: tzw. oś długa jest odpowiednikiem pomiaru długości środkowej poziomej i wynosiła 21,72±3,5 mm, co było porównywalne z powyższymi wynikami. Jeśli chodzi o oś krótką to w naszych badaniach odpowiada się wymiarowi F, czyli długości środkowej pionowej i była ona nieco krótsza i wynosiła 19,09±2,8 mm. Jeśli chodzi o maksymalną szerokość uszka w badaniu tomografii komputerowej

to w przybliżeniu odpowiadało to również naszemu pomiarowi F. Natomiast, jeśli chodzi o głębokość, to w TK była to najdłuższa możliwa podłużna linia w obrębie lewego przedsionka. Odpowiadała ona pomiarowi albo A, albo B w naszych badaniach. W naszych obserwacjach zawierały się one odpowiednio 23,81±4,0 mm do 25,54±4,3 mm i były one porównywalne z wynikami autorów cytowanego badania.

Wnioski

1. Uszko prawego przedsionka ma budowę zbliżoną do trójkąta równoramiennego.
2. Powierzchnia wewnętrzna składa się z licznych pęczków mięśniowych
3. Obecność pęczka mięśniowego łączącego grzebień graniczny i szczyt uszka może odpowiadać za szerzenie się arytmii przedsionkowej z ogniska zlokalizowanego w uszku przedsionka.
4. Obecność licznych mięśni grzebieniastych w obrębie uszka może być odpowiedzialne za niepowodzenia ablacji ogniska arytmogennego zlokalizowanego w uszku przedsionka.

Adres do korespondencji:

Dariusz Kozłowski
 Klinika Kardiologii i Elektroterapii Serca
 II Katedra Kardiologii
 Gdański Uniwersytet Medyczny
 ul. Dębinki 7; 80-211 Gdańsk
 Tel.: (+48 58) 349 39 10
 E-mail: dkozl@gumed.edu.pl

Piśmiennictwo

1. De Divitis M, Omran H, Rabahieh R, Rang B, Illien S, Schimpf R, et al. Right atrial appendage thrombosis in atrial fibrillation: Its frequency and its clinical predictors. *Am J Cardiol* 1999;84:1023-8.
2. Al-Saady NM, Obel OA, Camm AJ. Left atrial appendage: structure, function and role in thromboembolism. *Heart* 1999;82:547-54.
3. Mizuguchi KA, Burch TM, Bulwer BE, Fox AA, Rizzo RJ, Shernan SK. Thrombus or bilobar left atrial appendage? Diagnosis by real-time three-dimensional transesophageal echocardiography. *Anesth Analg* 2009;108:70-2.
4. Kozłowska M. Kliniczne aspekty morfologii przedsionków serca ludzkiego. Rozprawa doktorska; Gdańsk 2006.
5. Zhang T, Li XB, Wang YL, Yin JX, Zhang P, Zhang HC, et al. Focal atrial tachycardia arising from the right atrial appendage: electrophysiologic and electrocardiographic characteristics and catheter ablation. *Int J Clin Pract* 2009;63:417-24.
6. Jastrzebski M, Bacior B, Pitak M, Załuska-Pitak B, Rudziński A, Czarnecka D. Częstoskurcz ogniskowy z uszka prawego przedsionka. *Kardiologia Polska* 2009;67:1412-4.
7. Chun KJ, Ouyang F, Schmidt B, Kuck KH. Focal atrial tachycardia originating from the right atrial appendage: first successful cryoballoon isolation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2009;20:338-41.
8. Furushima H, Chinushi M, Hosaka Y, Aizawa Y. Focal atrial tachycardia refractory to radiofrequency catheter ablation originating from right atrial appendage. *Europace: European Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Electrophysiology: Journal of The Working Groups on Cardiac Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Cellular Electrophysiology of The European Society of Cardiology [Europace]* 2009;11:521-2.
9. Veinot JP, Harrity PJ, Gentile F, Khandheria BK, Bailey KR, Eickholt JT, et al. Anatomy of the Normal Left Atrial Appendage. *Circulation* 1997;96:3112-5.
10. Budge LP, Shaffer KM, Moorman JR, Lake DE, Ferguson JD, Mangrum JM. Analysis of in vivo left atrial appendage morphology in patients with atrial fibrillation: a direct comparison of transesophageal echocardiography, planar cardiac CT, and segmented three-dimensional cardiac CT. *J Interv Card Electrophysiol* 2008;23:87-93.
11. Stöllberger C, Ernst G, Bonner E, Finsterer J, Slany J. Left atrial appendage morphology: comparison of transesophageal images and post-mortem casts. *Z Kardiologia* 2003;92:303-8.
12. Hara H, Virmani R, Holmes DR, Buchbinder M, Lesser JR, Van Tassel RA, et al. Is the Left Atrial Appendage More Than a Simple Appendage? catheterization and cardiovascular Intervention 2009;74:234-42.