

Pitvarfibrilláció detektálása telemedicinális EKG jelek alapján

Tuboly Gergely¹

Pannon Egyetem, Műszaki Informatikai Kar, Egészségügyi Informatikai Kutató-Fejlesztő Központ, tuboly.gergely@virt.uni-pannon.hu
8200 Veszprém, Egyetem utca 10.

Összefoglaló: A pitvarfibrilláció – mely többek között a stroke kialakulásának egyik rizikótényezője – egy nagyon gyakori szívritmuszavar, tipikusan az idősebb emberek körében. A Pannon Egyetem Egészségügyi Informatikai Kutató-Fejlesztő Központjában fejlesztés alatt áll egy olyan algoritmus, mely EKG méréseket használva, RR távolságok alapján képes a pitvarfibrilláció azonosítására, így jól alkalmazható a telemedicinában. Az algoritmus hatékonyságát mutatja a PhysioNet MIT-BIH pitvarfibrillációs adatbázisban elért 96,71% átlagos szenzitivitás és 97,99% átlagos specificitás.

Bevezetés

A pitvarfibrilláció egy szupraventrikuláris szívritmus-rendellenesség, melyet rendszertelen pitvari aktiváció jellemez, ennek következtében a pitvari terület működése jelentősen romlik. A pitvarfibrilláló páciensekre jellemző a gyakori szédülés és a terhelés közben jelentkező rossz közérzet [1].

Bár a pitvarfibrilláció a kamrafibrillációval ellentétben legtöbbször nem jelent közvetlen életveszélyt, jelentősége messze nem lebecsülendő. Akárcsak a pitvarfibrilláló pácienseknél, akiknél gyakoriak az ektópiás szívverések, a pitvarfibrilláció könnyen elfajulhat a veszélyesebb kamrai tachycardiává [2]. Másrészt, az 1987-ben megjelent Framingham tanulmány tömege között azt is kimutatta, hogy a pitvarfibrilláció a stroke kialakulásának egyik rizikófaktora, jellemzően az idősebb korosztályok körében [3]. Ennek oka, hogy a pitvarfibrilláció jelentősen megnöveli a vérméregzők kialakulásának esélyét, melyek többek között az agyba jutva érelzáródást idézhetnek elő [4].

A pitvarfibrilláció EKG alapú, számítógépes detektálásával kapcsolatban eddig számos tanulmány született. Ezek közül kiemelendők az RR távolságokból kirajzolt Poincaré ábrát elemző módszerek, melyek a telemedicinában jól alkalmazhatók. Kikillus és társai a Poincaré ábra szegmenseinek pontsűrűségét becsülték. Az egymást követő RR távolságok különbségeinek szórásából meghatároztak egy indikátort a

pitvarfibrillációra vonatkozóan [5]. Thuraingham a wavelet módszerrel állította elő a szűrt EKG jelet a bemeneti jelből. Meghatározta az időfüggvény, illetve az egymást követő RR távolságok különbségeinek szórását és a Poincaré ábrát jellemző ellipszist. Ezeket a paramétereket használta fel a pitvarfibrilláció kiszűrésére [6]. Park és társai egy hordozható EKG-monitorozó eszközhöz tervezett algoritmust fejlesztettek ki. A szív ciklusok detektálását wavelet módszerrel végezték, majd az RR távolságokból Poincaré ábrát rajzoltak. Meghatározták az átló körüli diszperziót, majd a pontsokaságot egy klaszterező eljárással csoportokra bontották. A módszerrel 91,4%-os átlagos szenzitivitást és 92,9%-os átlagos specificitást értek el [7].

Célkitűzés

A cél egy olyan algoritmus kifejlesztése volt, mely alapelvét tekintve Park és társai munkájára [7] épít, ám szenzitivitás és specificitás tekintetében annál jóval hatékonyabb, így telemedicinális körülmények között kiválóan alkalmazható.

Módszer

Előfeldolgozás

Az EKG jel betöltését követően az algoritmus egy negyedrendű, 1 Hz vágási frekvenciájú felüláteresztő és egy ötödrendű, 40 Hz vágási frekvenciájú aluláteresztő Butterworth szűrőt alkalmaz az alapvonal-ingadozás, illetve a magasabb frekvenciájú zajok kiküszöbölése érdekében. Ezt követően egy adaptív QRS detektáló algoritmus segítségével történik meg a szív ciklusok lokalizálása [8].

A pitvarfibrilláció detektálása

Az előfeldolgozási lépések után 30 szív ciklusonként az RR távolságokból kirajzolásra kerül a Poincaré ábra, melynek vizsgálatával az algoritmus megkísérli a pitvarfibrilláció detektálását.

A Poincaré ábra átló körüli diszperziójának meghatározását [7] követően a program k-means alapú klaszteranalízist végez az ábrán látható pontsokaság csoportjainak becslése érdekében. A diszperzió és a klaszterelemzéssel meghatározott csoportok száma alapján történik meg annak eldöntése, hogy az adott szakaszon van-e pitvarfibrilláció. Az algoritmus pitvarfibrillációt detektál, amennyiben teljesül a következő döntési kritérium: a meghatározott csoportszám 1, és a diszperzió a 0,06-os küszöbértéket meghaladja; vagy pedig a csoportok száma 9-nél nagyobb.

Eredmények

Az algoritmus előzetes validálásának négy ammó eredményét az 1. Tábl. foglalja össze.

Regisztrátum	Pfib	Ne pfib
08405	138	95
07879	131	11
08215	116	92
04746	118	95

A regisztrátumok 2-tesztelésüket, valamint az eredmények szimulációját, valamint a pontosságát.

A vizsgálatban csak a teljes egészében szívritmus-reprezentáló kitévések során mért specificitással való jeleket.

Regis
08405
07879
08215
04746
Átl.

Következtetések

Az eredmények a kitévésokra, melyek pontossággal végezhetők.

Eredmények

Az algoritmus előzetes tesztelése a PhysioNet pitvarfibrillációs adatbázisának négy annotált EKG felvételén [9] történt, a tesztek eredményét az 1. Tábl. foglalja össze.

1. sz. táblázat

Regisztrátum	Pfib	Nem pfib	IgazPoz	HamisNeg	IgazNeg	HamisPoz
08405	138	95	136	2	93	2
07879	131	115	119	12	113	2
08215	116	92	116	0	92	0
04746	118	95	115	3	91	4

A regisztrátumok 2-es elvezetésszámukat, 250 Hz-es mintavételi frekvenciájukat, valamint kifogásolható jel-zaj viszonyukat tekintve emulált szimuláltak a telemedicinális környezetben produkálható pontosságot.

A vizsgálatban csak olyan – 30 szív ciklusból álló – szakaszok vettek részt, melyek teljes egészében vagy pitvarfibrillációs, vagy attól mentes szívritmust reprezentáltak, az átmeneteket tartalmazó részek az eredmények kiértékelése során mellőzésre kerültek. A végeredmény szenzitivitással és specifikitással való jellemzését a 2. Tábl. mutatja.

2. sz. táblázat

Regisztrátum	Szenzitivitás	Specifikitás
08405	98,55%	97,89%
07879	90,84%	98,26%
08215	100,00%	100,00%
04746	97,46%	95,79%
Átlag	96,71%	97,99%

Következtetések

Az eredmények alapján elmondható, hogy egy olyan módszer került kidolgozásra, melynek segítségével az előzetes tesztek alapján nagy pontossággal végezhető el a pitvarfibrilláció telemedicinális környezetben

való detektálása. Ennek ellenére a megbízhatóság ellenőrzése céljából további tesztelések indokoltak.

Köszönetnyilvánítás

Jelen kutatási eredmények megjelenését a „Telemedicina fókuszú kutatások Orvosi, Matematikai és Informatikai tudományterületeken” című, TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0073 számú projekt támogatja.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

- [1] V. Fuster et al. “ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for the Management of Patients with Atrial Fibrillation: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 2001 Guidelines for the Management of Patients With Atrial Fibrillation): developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association and the Heart Rhythm Society,” *Circulation*, vol. 114, pp. 257–354, 2006.
- [2] N. Al-Rawahi, and M. Green. “Diagnosis of Supraventricular Tachycardia,” *Journal of The Association of Physicians of India*, vol. 55, pp. 21-24, 2007
- [3] P. A. Wolf, R. D. Abbott, and W. B. Kannel. “Atrial Fibrillation: A Major Contributor to Stroke in the Elderly: The Framingham Study,” *Arch Intern Med*, vol. 147, pp. 1561-1564, 1987
- [4] A. Bollmann, and F. Lombardi. “Electrocardiology of Atrial Fibrillation. Current Knowledge and Future Challenges,” *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, vol. 25, pp. 15-23, 2006.
- [5] N. Kikillus, G. Hammer, S. Wieland, and A. Bolz. “Algorithm for Identifying Patients with Paroxysmal Atrial Fibrillation without Appearance on the ECG,” *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, vol. 2007, pp. 275-278, 2007
- [6] R. Thuringham. “An electrocardiogram marker to detect paroxysmal atrial fibrillation,” *Journal of Electrocardiology*, vol. 40, pp. 344-347, 2007
- [7] L. Park, S. Lee, and M. Jeon. “Atrial fibrillation detection by heart rate variability in Poincare plot,” *BioMedical Engineering OnLine*, vol. 8, pp. 38, 2009
- [8] I. I. Christov. “Real time electrocardiogram QRS detection using combined adaptive threshold,” *BioMedical Engineering OnLine*, vol. 3, pp. 28, 2004
- [9] A. L. Goldberger et al. “PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals,” *Circulation* vol. 101 pp. e215-e220, 2000