

Clinical validation of an artificial intelligence algorithm offering cross-platform detection of atrial fibrillation using smart device electrocardiograms



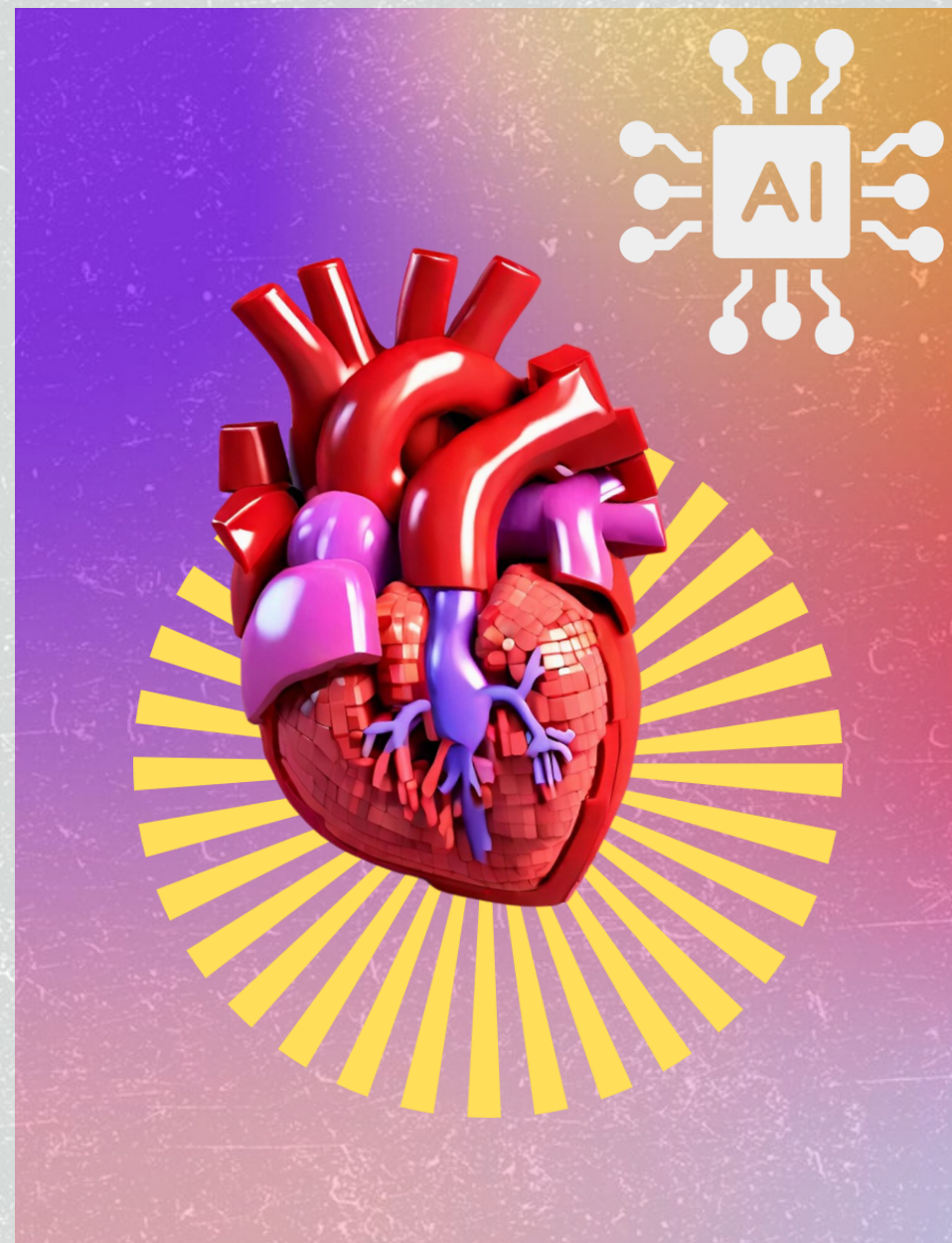
اعتبارسنجی بالینی الگوریتم هوش مصنوعی برای تشخیص
فیبریلاسیون دهلیزی به صورت چندپلتفرمی با استفاده از
الکتروکاردیوگرام دستگاه‌های هوشمند

ثنا محمودی

ژورنال کلاب

۱۴۰۳/۹/۱۲

Archives of Cardiovascular Diseases





Société
Française
de Cardiologie

Name: Archives of Cardiovascular Diseases

Indexing: ISI, Scopus, PubMed, Embase

If: 2.3

Category: Q2



Archives of Cardiovascular Diseases



AF	A trial F ibrillation	فیبریلاسیون دهلیزی
AI	A rtificial I ntelligence	هوش مصنوعی
CI	C onfidence I ntervals	فواصل اطمینان
DNN	D ee P N eural N etwork	شبکه عصبی عمیق
MFRA	M anu F acturer's A lgorithm	الگوریتم سازنده
SR	S inus R hythm	ریتم سینوسی
ECG	E lectro C ardio G ram	الکتروکاردیوگرام
CHF	C ongestive H eart F ailure	نارسایی احتقانی قلب
LA	L eft A trial	دهلیز چپ
AA	A trial A rrhythmia	آریتمی دهلیزی
ITD	I ntention T o D iagnosis analysis	تحلیل قصد تشخیص

فهرست مطالب



فهرست مطالب

مقدمه	هدف مطالعه	روش اجرا	یافته‌ها	بحث و نتیجه
				
(۷-۱۱)	(۱۲)	(۱۲-۱۶)	(۱۶-۳۱)	(۳۱-۳۴)

مقدمه

هدف

روش اجرا

یافته‌ها

بحث و
نتیجه





AF و نحوه تشخیص آن

مقدمه

هدف

روش اجرا

یافته‌ها

بحث و
نتیجه

مقدمه

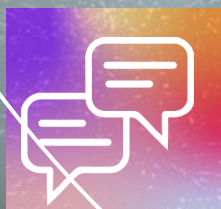
هدف

روش اجرا

یافته‌ها

بحث و
نتیجه

کاربرد و میزان دستگاه‌های پوشیدنی



مشکلات تشخیص دستگاه‌های هوشمند



استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی
ECG (1-LEAD) در cardiologists

فهرست مطالب

مقدمه	هدف مطالعه	روش اجرا	یافته‌ها	بحث و نتیجه
				
(۷-۱۱)	(۱۲)	(۱۲-۱۶)	(۱۶-۳۱)	(۳۱-۳۴)

هدف مطالعه



مقایسه نرخ گزارش‌های غیرقطعی و دقت تشخیصی برای شناسایی فیبریلاسیون دهلیزی (AF) بین الگوریتم‌های تولیدکنندگان دستگاه (MFR) در مقابل یک الگوریتم مبتنی بر شبکه عصبی عمیق (DNN) در پنج دستگاه هوشمند مختلف در سوئیس در سال ۲۰۲۲



مقدمه

هدف

روش اجرا

یافته‌ها

بحث و
نتیجه

فهرست مطالب

مقدمه	هدف مطالعه	روش اجرا	یافته‌ها	بحث و نتیجه
				
(۷-۱۱)	(۱۲)	(۱۲-۱۶)	(۱۶-۳۱)	(۳۱-۳۴)

روش اجرا



مقدمه

هدف

روش
اجرا

یافته‌ها

بحث و
نتیجه



مقدمه

هدف

روش
اجرا

یافته‌ها

بحث و
نتیجه

۱۵ ۳۲

مطالعه تشخیصی آینده‌نگر تک‌مرکزی در سوییس

شامل پنج نوع دستگاه پوشیدنی مختلف طراحی شده
برای ثبت تک‌لید (1-lead) الکتروکاردیوگرام

مقایسه و تأیید نتایج گزارش شده توسط پزشک و ECG استاندارد (۱۲ لید)

ثبت نتایج گزارش شده به صورت فایل PDF

نتایج گزارش شده: ریتم سینوسی، (SR) فیبریلاسیون دهلیز (AF)
یا وضعیت غیرقابل تشخیص



استخراج امواج ECG از PDF و ارسال برای پلتفرم Cardiologs جهت آماده سازی تحلیل هوش مصنوعی

این پلتفرم ابتدا ECGها را پیش پردازش می کند تا نویز را حذف کرده و آنها را نرمالایز کند.

دو شبکه عصبی عمیق (DNN) استفاده می شوند:
یکی برای تشخیص اجزای موج قلب و دیگری برای طبقه بندی ریتم های قلب



دو رویکرد برای ارزیابی عملکرد الگوریتم‌ها:

1- Diagnosis excluding inconclusive

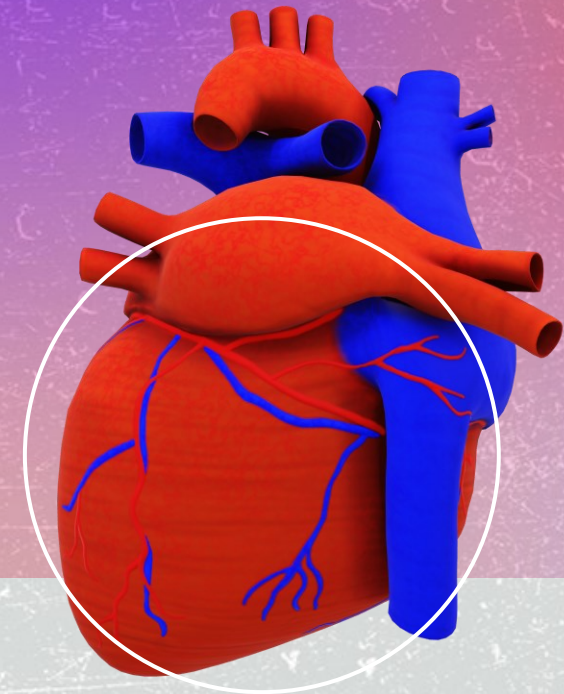
حذف ECG‌ها با تشخیص غیرقطعی و تمرکز بر AF و SR

مقایسه مستقیم (accuracy, sensitivity, specificity and positive predictive value)

2- Intention to diagnosis (ITD) Analysis

تشخیص‌های غیرقطعی به عنوان پیش‌بینی‌های نادرست در نظر گرفته شدند، که آنها را به عنوان مثبت کاذب (false positive) یا منفی کاذب (false negative) در نظر می‌گرفتند

- روش‌های ناپارامتری به دلیل توزیع‌های غیر نرمال
- بررسی نرخ عدم قطعیت



مقدمه

هدف

روش
اجرا

یافته‌ها

بحث و
نتیجه

ملاحظات اخلاقی: تایید توسط کمیته اخلاق محلی و امضای رضایت‌نامه آگاهانه توسط بیماران

معیارهای ورود و خروج مطالعه



معیارهای خروج:

- ۱- بیماران دارای دستگاه ضربان‌ساز قلبی
- ۲- بیماران فاقد ثبتهای کامل الکتروکاردیوگرام تک‌لید
- ۳- بیماران دارای تغییر ریتم قلب بین ثبتهای الکتروکاردیوگرام ۱۲-لید و تک‌لید



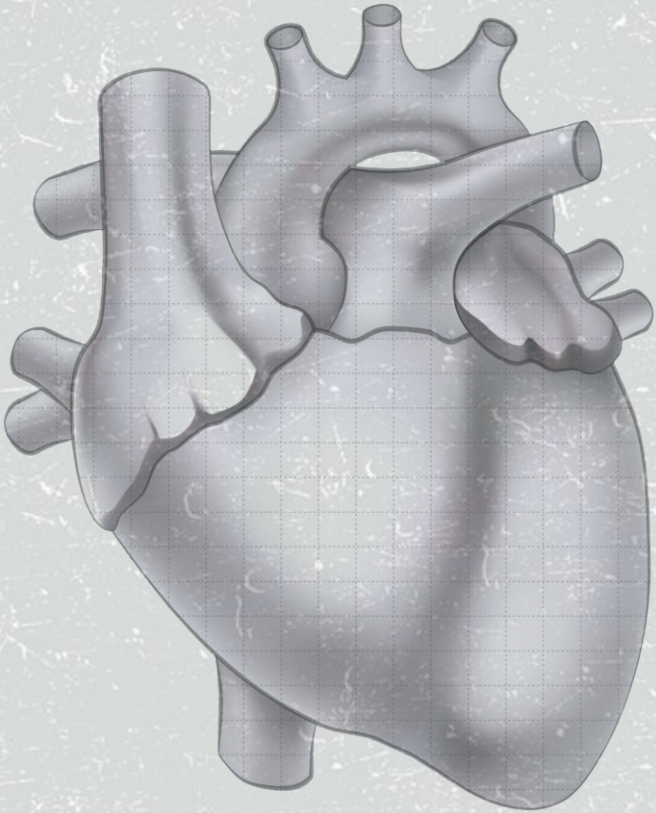
معیارهای ورود:

- ۱- سن بالاتر از ۱۸ سال
- ۲- بیمارانی که برای مدیریت AF جهت اقدامات زیر مراجعه کرده بودند.
catheter ablation procedures
electric cardioversions
pacemaker or implantable cardioverter



فهرست مطالب

مقدمه	هدف مطالعه	روش اجرا	یافته‌ها	بحث و نتیجه
				
(۷-۱۱)	(۱۲)	(۱۲-۱۶)	(۱۶-۳۱)	(۳۱-۳۴)



شرکت کنندگان:

۱۶۸ نفر ثبت نام

۵۱ نفر خروجی:

- ۱۲ نفر استفاده از دستگاه ضربان ساز
- ۳۹ بیمار مشکلات فنی دستگاه‌ها
(تغییر ریتم دستگاه‌ها، عدم ثبت دقیق داده‌ها)

۱۱۷ نفر تحلیل نهایی



مثالی از آزمایش تشخیص فیبریلاسیون دهلیزی (AF)
با استفاده از دستگاه Fitbit Sense
(الگوریتم سازنده دستگاه)

Reallocation of tracings labeled inconclusive, exemplary for the Fitbit Sense :

1 Test diagnosis	Gold standard	
	+	-
+	True positive 26	False positive 2
-	False negative 1	True negative 68

1 - Contingency table with inconclusive tracings excluded.

2 Test diagnosis	Gold standard	
	+	-
+	True positive 26	False positive 2
Inconclusive	Inconclusive (positive) 8	Inconclusive (negative) 16
-	False negative 1	True negative 68

2 - Inconclusive tracings listed but not relabeled.
Arrows indicate how tracings labeled inconclusive will be reallocated.

مقدمه

هدف

روش
اجرا

یافته‌ها

بحث و
نتیجه

مثالی از آزمایش تشخیص فیبریلاسیون دهلیزی (AF)
با استفاده از دستگاه Fitbit Sense
(الگوریتم سازنده دستگاه)



1 - Contingency table with inconclusive tracings excluded.

2 Test diagnosis	Gold standard	
	+	-
+	True positive 26	False positive 2
Inconclusive	Inconclusive (positive) 8	Inconclusive (negative) 16
-	False negative 1	True negative 68

2 - Inconclusive tracings listed but not relabeled.

Arrows indicate how tracings labeled inconclusive will be reallocated.

3 Test diagnosis	Gold standard	
	+	-
+	True positive 26	False positive + inconclusive (negative) 2 + 16 = 18
	False negative + inconclusive (positive) 8 + 1 = 9	
-		True negative 68

3 - Contingency table with inconclusive tracings reallocated.

Bold number was used for ITD analysis.

مقدمه

هدف

روش
اجرا

یافته‌ها

بحث و
نتیجه

Table 1
Baseline characteristics of the study population.

یافته‌ها

	Not paced & five ECGs (n = 117)	AA (n = 35)	No AA (n = 82)
Male sex	86 (73.5)	26 (74.3)	60 (73.2)
Age (years)	65 (56–74)	72 (63–76)	63 (55–73)
BMI (kg/m ²)	26.8 (24.1–30.1)	26.9 (24.8–30.0)	26.1 (23.9–30.2)
Procedure			
PVI	80 (68.4)	28 (80.0)	52 (63.4)
EPS/RFA SVT	15 (12.8)	3 (8.6)	12 (14.6)
EPS/RFA VT	6 (5.1)	0 (0.0)	6 (7.3)
Pacemaker	3 (2.6)	0 (0.0)	3 (3.7)
EPS/RFA CTI	7 (6.0)	1 (2.9)	6 (7.3)
ICD	4 (3.4)	1 (2.9)	3 (3.7)
Cardioversion	2 (1.7)	2 (5.7)	0 (0.0)
Known AF	97 (82.9)	34 (97.1)	63 (76.8)
Previous MI/PCI	12 (10.3)	5 (14.3)	7 (8.5)
CHA ₂ DS ₂ –VASc	2.1 ± 1.6	3.0 ± 1.8	1.7 ± 1.3
Vascular disease	13 (11.1)	6 (17.1)	7 (8.5)
Diabetes	15 (12.8)	8 (22.9)	7 (8.5)
Hypertension	60 (51.3)	21 (60.0)	39 (47.6)
Stroke	9 (7.7)	6 (17.1)	3 (3.7)
CHF	22 (18.8)	10 (28.6)	12 (14.6)
LVEF (%)	57 (50–61)	52 (46–57)	59 (54–62)
LA diameter (mm)	42 (36–45)	43 (37–46)	42 (35–45)
LAVI (%)	39 (30–46)	43 (39–47)	34 (24–44)
12-lead diagnosis			
AF	29 (24.8)	29 (82.9)	0 (0.0)
AFL/AT	6 (5.1)	6 (17.1)	0 (0.0)
SR	82 (70.1)	0 (0.0)	82 (100.0)

Data are expressed as number (%), median (interquartile range) or mean ± standard deviation. AA: atrial arrhythmia; AF: atrial fibrillation; AFL: atrial flutter; AT: atrial tachycardia; BMI: body mass index; CHF: congestive heart failure; CTI: cavotricuspid isthmus; ECG: electrocardiogram; EPS: electrophysiology studies; ICD: implantable cardiac device; LA: left atrial; LAVI: left atrial volume index; LVEF: left ventricular ejection fraction; MI: myocardial infarction; PCI: percutaneous coronary intervention; PVI: pulmonary vein isolation; RFA: radiofrequency ablation; SR: sinus rhythm; SVT: supraventricular tachycardia; VT: ventricular tachycardia.

مقدمه

هدف

روش اجرا

یافته‌ها

بحث و نتیجه

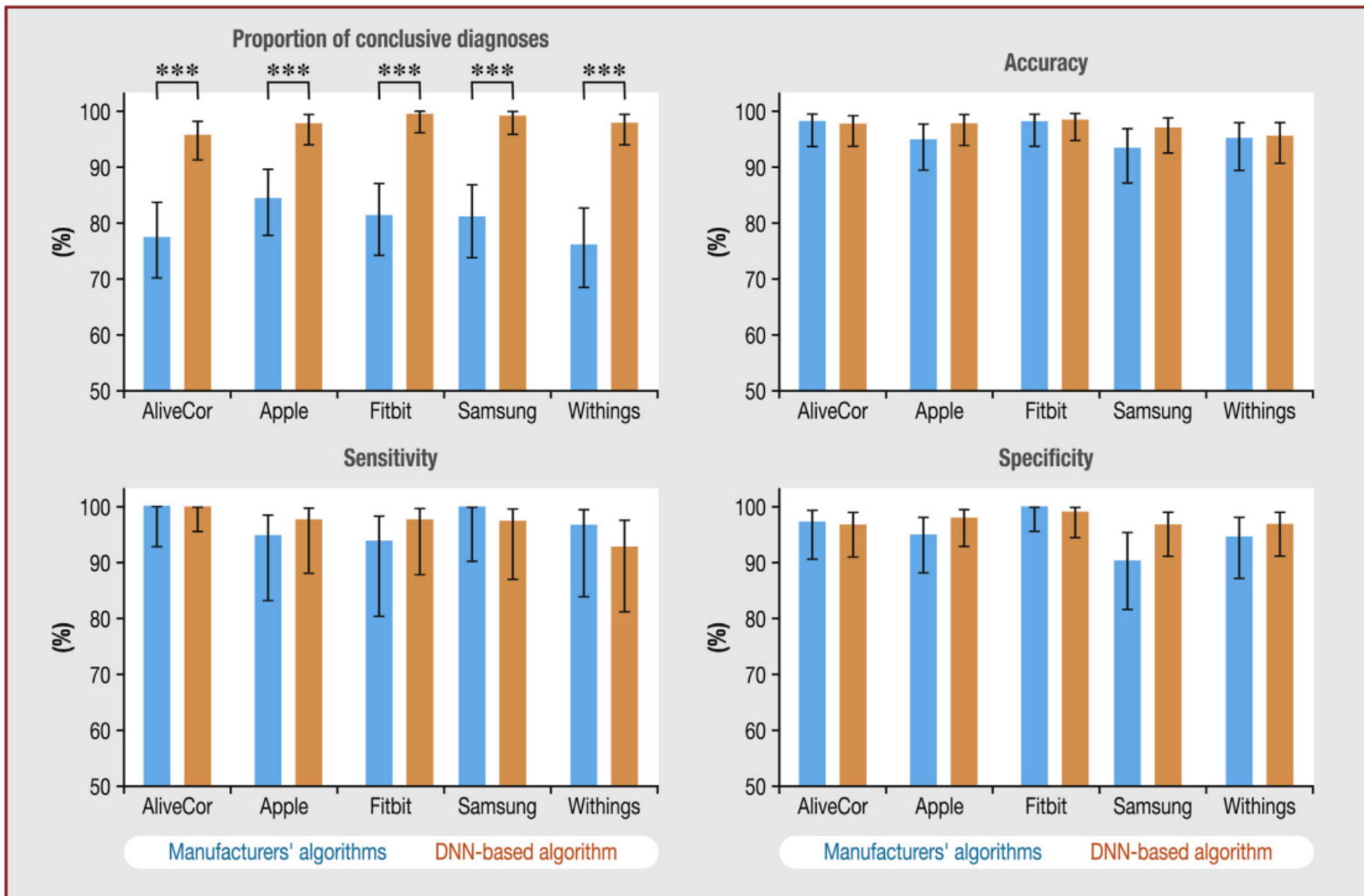


Fig. 2. Performance comparison between deep neural network (DNN)-based algorithm and five manufacturers' algorithms in detecting atrial fibrillation. Top left: comparison of proportion of conclusive tracings of each algorithm. Top right: overview of accuracy between algorithms. Bottom row: sensitivity and specificity of each device. *** $P < 0.001$.

مقدمه

هدف

روش
اجرا

یافته‌ها

بحث و
نتیجه

مقایسه عملکرد الگوریتم‌های تشخیص فیبریلاسیون دهلیزی

Table 2
Performance evaluation of atrial fibrillation diagnosis by device and algorithm used for analysis.

Device	Algorithm	Number of samples	Inconclusives	CR (%)	True positives	False negatives	False positives	True negatives	Accuracy (%)	Sensitivity (%)	PPV (%)	Specificity (%)
Apple	MFR	117	19	84	32	0	2	64	98	100	94	97
Fitbit	MFR	117	22	81	26	1	0	68	99	96	100	100
AliveCor	MFR	117	27	77	30	0	1	59	99	100	97	98
Samsung	MFR	117	18	85	31	0	5	63	95	100	86	93
Withings	MFR	117	30	74	23	1	3	60	95	96	88	95
Apple	DNN	117	2	98	35	0	2	78	98	100	95	98
Fitbit	DNN	117	1	99	35	0	1	80	99	100	97	99
AliveCor	DNN	117	5	96	35	0	2	75	98	100	95	97
Samsung	DNN	117	1	99	34	1	2	79	97	97	94	98
Withings	DNN	117	3	97	31	3	2	78	96	91	94	98

CR: conclusive rate; DNN: deep neural network; MFR: manufacturer; PPV: positive predictive value.

الگوریتم سازندگان دستگاه‌ها

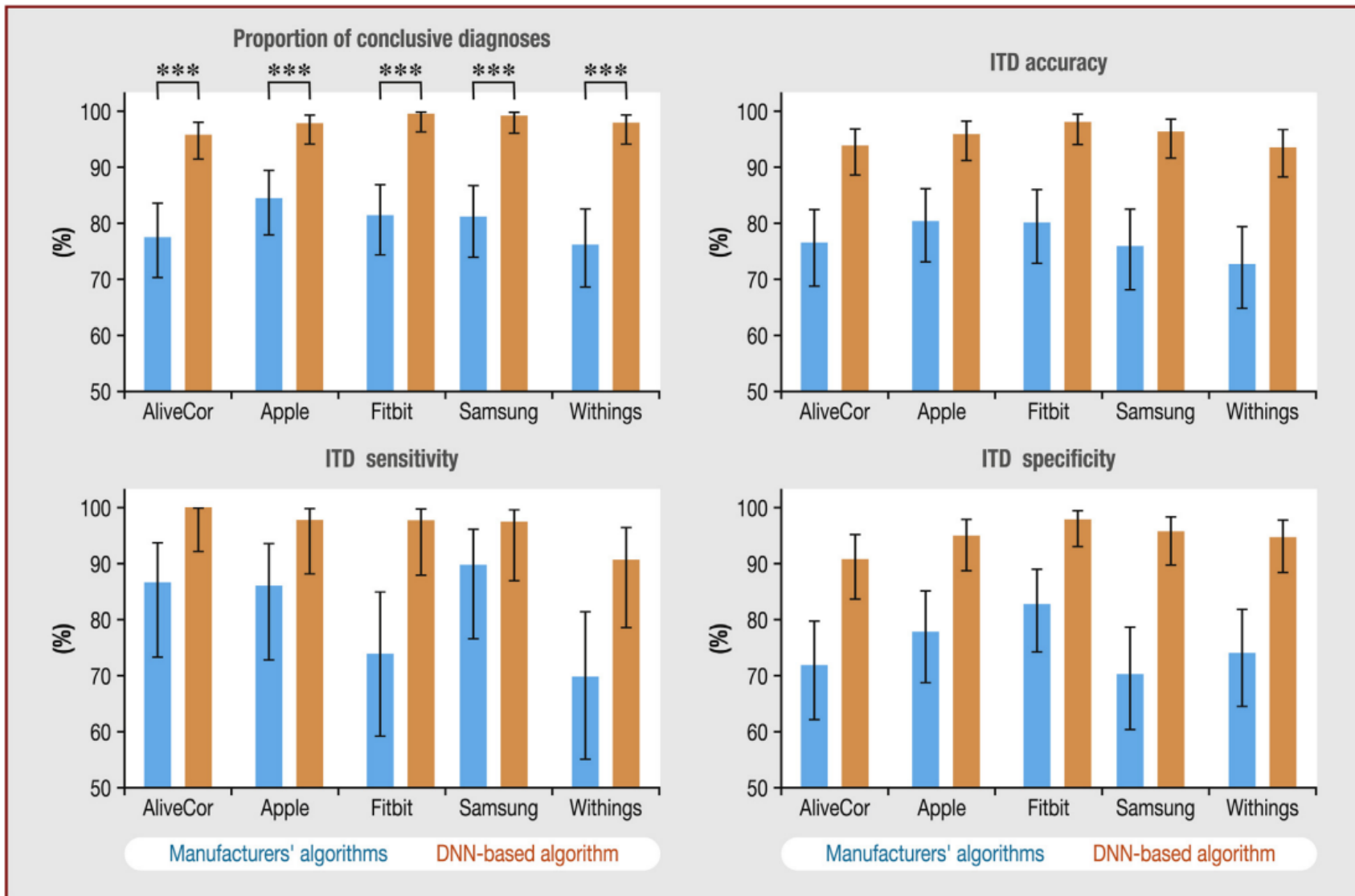
الگوریتم مبتنی بر هوش مصنوعی

Inconclusive نرخ عدم قطعیت

Conclusive Rate نرخ قطعیت

به صورت "فیبریلاسیون دهلیزی" یا "ریتم سینوسی"

مقایسه عملکرد الگوریتم‌های تشخیص فیبریلاسیون دهلیزی بر اساس ITD



مقدمه

هدف

روش
اجرا

یافته‌ها

بحث و
نتیجه

فهرست مطالب

مقدمه	هدف مطالعه	روش اجرا	یافته‌ها	بحث و نتیجه
				
(۷-۱۱)	(۱۲)	(۱۲-۱۶)	(۱۶-۳۱)	(۳۱-۳۴)

بحث و نتیجه



مرور و جمع بندی نهایی

۱- **دلیل مطالعه:** نیاز به تشخیص سریع و دقیق (AF) کاهش نتایج غیر قطعی دستگاهها

۲- **موارد بررسی:** مقایسه عملکرد الگوریتم هوش مصنوعی (DNN) و الگوریتمهای دستگاههای هوشمند برای شناسایی AF از طریق ECG تک لید و ۱۲-لید

۳- **نتایج:** الگوریتم DNN نرخ نتایج غیرقطعی را کاهش داده دقت بالایی در تشخیص AF نشان داده است و میتواند بهبود اعتمادپذیری تشخیص کمک کند.



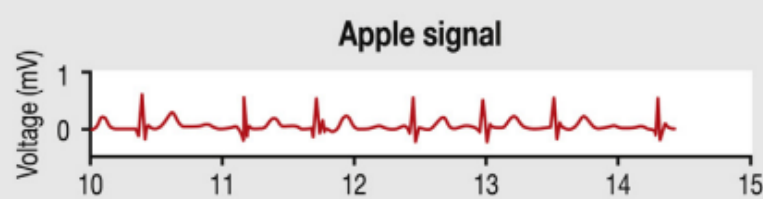
مقدمه

هدف

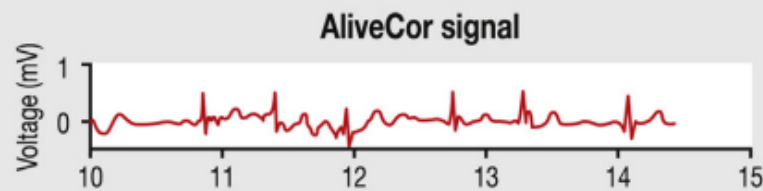
روش
اجرا

یافته‌ها

بحث و
نتیجه



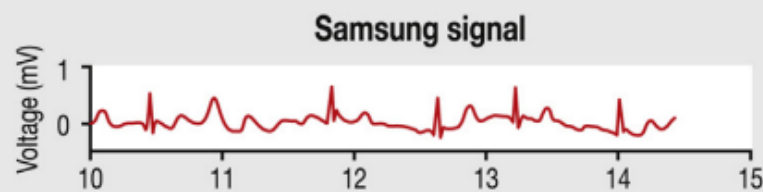
DNN algorithm
 Manufacturer's algorithm



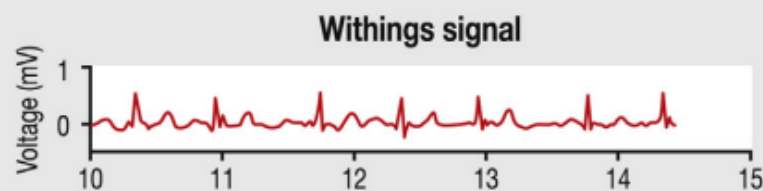
DNN algorithm
 Manufacturer's algorithm



DNN algorithm
 Manufacturer's algorithm

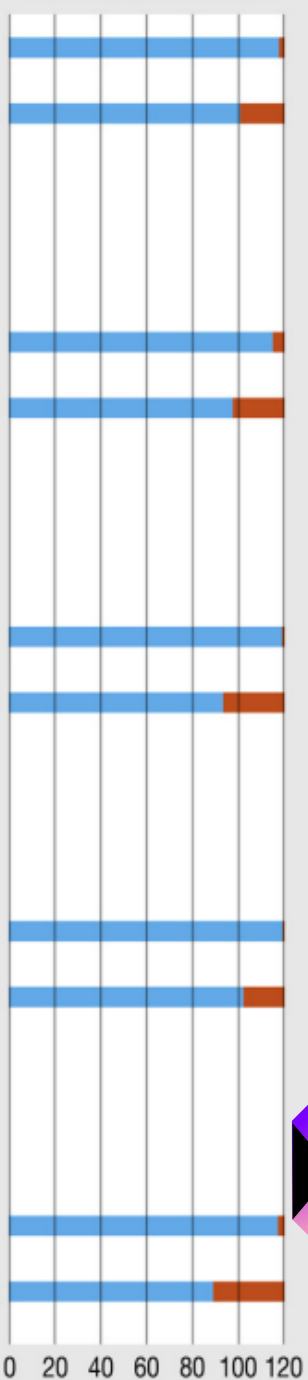


DNN algorithm
 Manufacturer's algorithm



DNN algorithm
 Manufacturer's algorithm

Conclusive Inconclusive



نرخ عدم قطعیت

نرخ قطعیت

الگوریتم (DNN)

الگوریتم (MFR)

مقدمه

هدف

روش اجرا

یافته‌ها

بحث و نتیجه

نقاط قوت و ضعف مطالعه

نقاط ضعف:

- تک مرکزی بودن مطالعه و فقط بر روی افرادی که برای مدیریت AF مراجعه کردند.
- تأثیر آموزش محدود بر بیماران

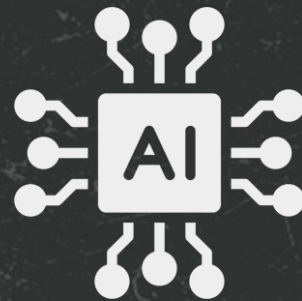
نقاط قوت

- مقایسه‌ی چند دستگاه مختلف
- استفاده از استاندارد مرجع



بحث و نتیجه

پیشنهادهای من:



- نیاز به مطالعات چندمرکزی
- بررسی اثرات بلندمدت استفاده از الگوریتم

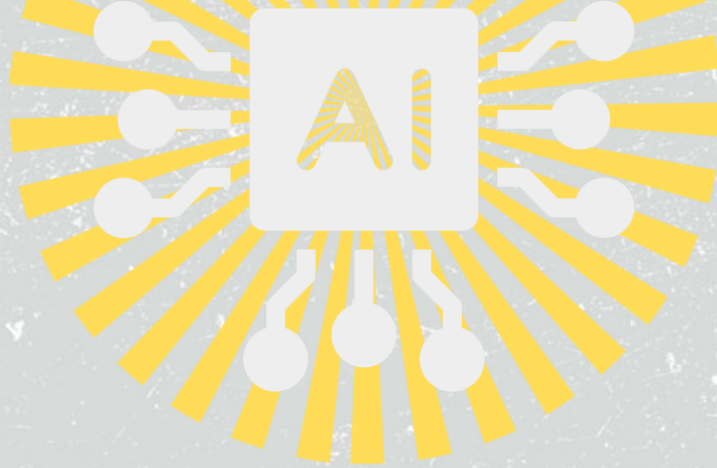
مقدمه

هدف

روش
اجرا

یافته‌ها

بحث و
نتیجه



Thank you

ممنون از توجه شما