

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı ile Elektrokardiyogram Sinyali Arasındaki İlişkinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi

Statistical Analysis of The Relationship Between Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Electrocardiogram Signal

Muhammed Kürşad Uçar¹, İnanç Moran², Deniz Turgay Altular², Cahit Bilgin³, Mehmet Recep Bozkurt¹

¹ Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya

² Bilgisayar Mühendisliği, Bilg. ve Bilişim Müh. Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

³ Tıp Fakültesi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya

Yazışma Adresi / Correspondence:

Cahit Bilgin

Tıp Fakültesi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye

T: + 90 533 446 19 26 E-mail: cahitbilgin@sakarya.edu.tr

Öz

- Amaç** Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı solunum zorluğuna sebep olan tehlikeli bir hastalıktır. Hastalık spirometre cihazı ile doktor tarafından teşhis edilebilir. Cihazı teknisyen kullanmalıdır. Teşhis sadece hastanede konulabilir. Teşhis sonrası düzenli spirometre kontrolleri ile hastalığın takip edilmesi gerekir. Bu yüzden taşınabilir spirometreye alternatif ve kullanımı kolay yeni yöntemlere ihtiyaç vardır.
- Metod** Bu çalışmada, spirometreye alternatif teşhis için Elektrokardiyogram sinyali kullanımı önerilmiştir. Çalışmada, Elektrokardiyogram sinyalinden 24 zaman domaini özelliği çıkarılmış ve istatistiksel olarak analiz edilmiştir.
- Sonuçlar:** Analiz sonucunda, 24 özellikten 20 özelliğin kontrol ve hasta grupları için ayırt edici olduğu tespit edildi ($p < 0.05$).
- Bulgular** Sonuçlara göre, Elektrokardiyogram sinyalinin Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı teşhisi için kullanılabilirliği düşünülmektedir.
- Sonuç** Cyclopentolate had similar effects in adult and pediatric age groups in terms of anterior chamber changes. There was an increase in CMT in pediatric group whereas no change in adult group. A decrease was observed in CSCT value. It was seen that effects of study drug on choroidal thickness was more prominent in pediatric age group.

Abstract

- Object** Chronic Obstructive Pulmonary Disease is a dangerous disease that causes difficulty breathing. The diagnosis of the disease made by the physician with the spirometer at the hospital. The device should be used by a technician. After diagnosis, the doctor should follow up with regularly examination using spirometer. Therefore, there is a need new method that portable, spirometer alternative and easy to use.
- Methods** This study has proposed the use of an electrocardiogram signal for alternative diagnosis of the spirometer. In the study, we extracted 24 time domain features and analyzed statistically from the electrocardiogram signal.
- Results** As a result of the analysis, we determined that 20 of 24 features were distinctive for control and patient groups ($p < 0.05$).
- Conclusion** According to the results, we think that a doctor can diagnose Chronic Obstructive Pulmonary Disease using the electrocardiogram signal.



Journal of Human Rhythm
2018;4(3):142-149

UÇAR ve Ark.

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
ile Elektrokardiyogram
Sinyali Arasındaki İlişkinin
İstatistiksel Olarak İncelenmesi

GİRİŞ

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH), zararlı gaz ve partiküller sebebiyle akciğerlerde meydana gelen geri dönüşümlü, ilerleyici hava akımı kısıtlaması ile ortaya çıkan, tedavi edilebilir bir hastalıktır¹⁻³. Tüm dünya ve Türkiye’de en ölümcül 3. hastalıktır. Küresel Hastalık Yükle çalışmasına göre yılda ortalama 2.9 milyon insan KOAH sebebiyle hayatını kaybetmektedir²⁻⁶. Hastalık spirometre cihazı yardımıyla teşhis edilir. Spirometre, teknisyen yardımıyla kullanılabilen, bireyin solunum hacmini ölçmek için kullanılan tıbbi bir cihazdır². İlk saniyede soluk veriş hava hacmi, zorlanmış akciğer hacmi olmak üzere ise bireye KOAH teşhisi konulabilir². Bireyler hastalık hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığından teşhis ve tedavi süresi gecikmektedir. Çoğu zaman teşhis konulan hastaların tedavisi bile sağlıklı bir şekilde ilerleyememektedir².

Ülkemizde yapılan bir çalışmada KOAH tanı ve takibinde spirometrenin yeterince kullanılmadığı ve kullanılan spirometrelerde ise ciddi nitelik sorunu olduğu tespit edilmiştir⁶. Cihazın bu tür sorunları varken, teşhis sırasında yaşlıların ciğerlerini yeteri kadar kullanamaması sebebiyle teşhis süreci zorlaşmaktadır. Hastalığın tedavi maliyeti oldukça fazladır. Avrupa Birliği’nde toplam sağlık bütçesinin %6’sı solunum yolu hastalıklarına, solunum yolu hastalıkları bütçesinin %56’sı (38.6 milyar Euro) ise KOAH’a aittir³. Amerika Birleşik Devletlerinde ise KOAH’ın ülkeye direkt maliyeti 29.5 milyar dolarken, dolaylı maliyeti 20.4 milyar doları bulmaktadır³.

Hastalıkların erken tanı ve tedavisi hastalığın maddi ve manevi etkilerini azaltmak için hayati öneme sahiptir. Bu yüzden teşhis sürecinin ve spirometrenin dezavantajlarına yönelik çalışmalar yapıp, yeni KOAH teşhis süreci geliştirilmelidir.

KOAH teşhis sürecinin daha sağlıklı gerçekleşebilmesi için KOAH teşhis süreci geliştirme projesi yürütülmektedir. Bu süreç yapay zeka algoritmaları tabanlı ve güvenilir biyomedikal sinyal işleme tekniklerini içermektedir. Bu çalışma projenin bir bölümü olup çalışmada elektrokardiyogram (ECG) sinyali önerilecektir. ECG, kalbin kasılması sonucunda meydana gelen elektriksel sinyaldir. ECG sinyali vücuda ait birçok durum hakkında bilgi sağlar.

KOAH teşhisi üzerine yapılan çalışmalar genellikle steteskop, hastalara ait demografik bilgiler ve spirometre ile birlikte yapılmıştır⁷⁻⁹. Solunumsal hastalıklarda Fotoplektizmografi (PPG) sinyalinin kullanılabilmesi rapor edilmiştir¹⁰. PPG sinyali ECG sinyalinin etkisi üzerine oluştuğu için ECG işaretinin de solunumsal olaylarda anlamlı olabileceği düşüncesiyle bu çalışma gerçekleştirilmiştir^{9,10}. Çalışmada Kontrol ve KOAH gruplarının ECG sinyalleri, biyomedikal sinyal işleme teknikleri ve istatistiksel yöntemlerle karşılaştırılmıştır.

Malzeme ve Yöntem

Verilerin Toplanması

Çalışma kapsamında kullanılan tıbbi veriler, Sakarya Hendek Devlet Hastanesi Uyku Laboratuvarında 33 kanal SOMNOscreen Plus Polisomnografi (PSG) cihazı ile kaydedilmiştir. Kayıtlar 12 bireyin ortalama 8 saatlik kaydını içerir. ECG’nin örnekleme frekansı 256 Hz’dir. Çalışmada sadece ECG sinyalleri kullanılmıştır.

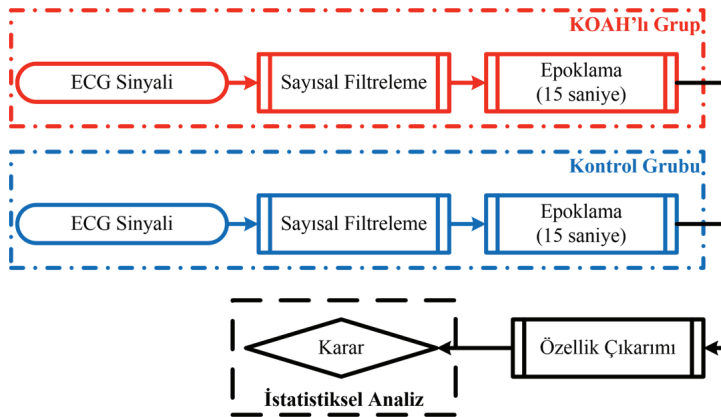
Kayıtlar alındıktan sonra uzman doktor tarafından incelenmiş ve tanı kriterlerine göre KOAH teşhisi konulmuştur¹⁶. Hastalara ait demografik bilgiler Tablo 1’de (Ortalama, Standart Sapma) şeklinde

gösterilmiştir. Tabloda “Elektrokardiyogram Kayıt Dağılımları” bölümünde hasta ve kontrol grubuna ait kayıt bilgileri verilmiştir. Uzman doktor tarafından teşhis konulan 6 erkek hastaya karşılık, kontrol grubu için 1 kadın 5 erkek birey kaydı alınmıştır. Her bireyin kaydı 15 saniyelik parçalara (epoklara) bölünmüş ve her parçaya ilgili bireyin etiketi olan hasta ya da kontrol etiketi verilmiştir. Bu işlem sonrası KOAH grubuna ait 11686, kontrol grubuna ait 11718 epok elde edilmiştir.

Tablo 1. Bireylere ait demografik bilgiler ve Kayıtların Dağılımı

	Kadın			Erkek			Tüm Bireyler		
	n ₁ =1			n ₂ =11			n=n ₁ +n ₂ =12		
	ort.	±	std.	ort.	±	std.	ort.	±	std.
Yaş (Yıl)	59.00	±	-	52.00	±	9.08	52.58	±	8.89
Ağırlık (kg)	101.00	±	-	103.69	±	6.63	103.47	±	6.37
Boy (cm)	175.00	±	-	173.42	±	6.83	173.55	±	6.53
Vücut Kitle İndeksi (kg/m ²)	33.00	±	-	33.71	±	3.05	33.65	±	2.91
Elektrokardiyogram Kayıt Dağılımları									
	ort.	±	std.	ort.	±	std.	ort.	±	std.
KOAH Grubu (Toplam 11686)	-	±	-	1947.67	±	152.76	1947.67	±	152.76
Kontrol Grubu (Toplam 11718)	-	±	-	1950.00	±	537.07	1953.00	±	480.43
Her epok 15 saniyelik Elektrokardiyogram sinyali içerir. VKI Vücut Kitle İndeksi, ort Ortalama, std Standart Sapma									

Çalışma Şekil 1’de verilen iş akışına göre planlanmıştır. İlk olarak sayısal filtreler yardımıyla EEG sinyali üzerindeki gürültü temizlenmiştir. Filtreleme üç adımda gerçekleştirilmiştir. İlk adımda, sinyale 0.1 - 100 Hz Chebyshev Type II filtresi uygulanmıştır. İkinci adımda 50 Hz şebeke frekansının bastırılması için çentik filtre uygulanmıştır. Son adım olarak “Moving Average” filtresi uygulanmıştır. Bu aşamadan sonra ECG sinyali 15 saniyelik epoklara ayrılmıştır. Her epoka kişinin “Hasta” yada “Sağlıklı” etiketi verilmiştir. Bu sayede 8 saatlik kaydı bulunan bir hastadan ortalama 15 saniyelik parçalara ayrıldığında, 1920 adet “Hasta” etiketli epok oluşturulmuş olmaktadır. İlk üç adım hasta ve kontrol grupları için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Özellik çıkarma adımında her epoktan 24 adet özellik çıkarılmıştır. Çalışmanın sonunda tüm özellikler istatistiksel olarak incelenmiştir.



Şekil 1. Sinyal işleme akış diyagramı

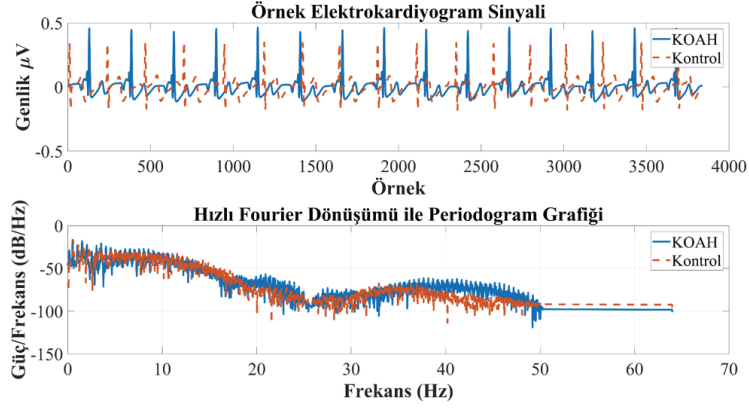


UÇAR ve Ark.

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
ile Elektrokardiyogram
Sinyali Arasındaki İlişkinin
İstatistiksel Olarak İncelenmesi



Hasta ve Kontrol grupları için ECG sinyalinin Hızlı Fourier dönüşümü ile pedigram grafiği Şekil 2'de verilmiştir. Grafiğe bakıldığında sinyalin 40 - 50 Hz frekans bileşenleri için farklılıklar olduğu rahatlıkla görülebilmektedir.



Şekil 2. Elektrokardiyogram sinyaline ait periodogram grafiği

Elektrokardiyogram Sinyali

Kalp, ritmi otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilen vücudun çalışmasında hayati öneme sahip bir organdır. Kalbin her atışında oluşan elektriksel aktivite sonucu ölçülen biyolojik sinyale ECG denir¹². ECG ölçümü için kullanılan laboratuvar yöntemine de Elektrokardiyografi denir. ECG pek çok hastalığın teşhisinde kullanılabilir bir sinyaldir^{12,13}

Elektrokardiyogram Sinyali Özellikleri

Tablo 2'de gösterildiği üzere, zaman domeninde ECG'den 24 adet özellik çıkarılmıştır. İlk sütun özellik numaralarını, ikinci sütun özelliklere ait isimleri, üçüncü sütun ise özelliklerin formüllerini vermektedir.

Tablo 2. ECG özellikleri ve formülleri		
ECG Özellik	Özellik	Formül
1	Basıklık	$x_{kur} = \frac{\sum_{i=1}^n (x(i) - \bar{x})^4}{(n-1)S^4}$
2	Çarpıklık	$x_{ske} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)S^3}$
3	Çeyrekler arası genişlik	$IQR = iqr(x)$
4	Değişim katsayısı	$DK = (S / \bar{x})100$
5	Geometrik ortalama	$G = \sqrt[n]{x_1 + L + x_n}$
6	Harmonik ortalama	$H = n / \left(\frac{1}{x_1} + L + \frac{1}{x_n} \right)$
7	Hjort parametresi - Aktivite	$A = S^2$
8	Hjort parametresi - Hareketlilik	$M = S_1^2 / S^2$

$$IQR = iqr(x)$$

9	Hjort parametresi - Karmaşıklık	$C = \sqrt{(S_2^2 / S_1^2)^2 - (S_1^2 / S^2)^2}$
10	Maksimum	$x_{max} = \max(x_i)$
11	Medyan	$\tilde{x} = \begin{cases} \frac{x_{n+1}}{2} & : x \text{ tek} \\ \frac{1}{2}(x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1}) & : x \text{ çift} \end{cases}$
12	Medyan, Mutlak sapma	$MAD = mad(x)$
13	Minimum	$x_{min} = \min(x_i)$
14	Moment, Merkezi moment	$CM = moment(x, 10)$
15	Ortalama	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{n} (x_1 + L + x_n)$
16	Ortalama eğri uzunluğu	$CL = \frac{1}{n} \sum_{i=2}^n x_i - x_{i-1} $
17	Ortalama enerji	$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2$
18	Ortalama karekök değeri	$X_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i ^2}$
19	Standart hata	$S_{\bar{x}} = S / \sqrt{n}$
20	Standart sapma	$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$
21	Şekil faktörü	$SF = X_{rms} / \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{ x_i } \right)$
22	Tekil değer ayrışımı	$SVD = svd(x)$
23	%25 kırılmış ortalama	$T25 = trimmean(x, 25)$
24	%50 kırılmış ortalama	$T50 = trimmean(x, 50)$

İstatistiksel Analiz

ECG sinyali biyolojik işaret olması dolayısıyla normal dağılıma sahip değildir¹⁴. Bu sebeple, ECG'den çıkarılan özelliklerin gruplar (Hasta - Kontrol) arası anlamlı olup olmadığı Mann-Whitney U Testi ile kontrol edilmiştir. Test sonucu elde edilen değeri ise sonuç anlamsız, ise sonuç anlamlı yani "gruplar arası fark var" olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Mann-Whitney U test sonuçları Tablo 3'te ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. 4, 6, 10 ve 15 numaralı özellikler hariç tüm özellikler için Kontrol ve Hasta grupları için anlamlı ve ayırt edicidir.

Çoğu özelliğin minimum ve maksimum değerleri incelendiğinde Kontrol ve Hasta grupları için farklı olduğu görülebilir. İnceleme yapıldığında biri diğerinin alt kümesi olan iki farklı küme izlenimi oluşturmaktadır. Örneğin, 3 numaralı özellik için kontrol grubu minimum maksimum aralığı [0.0000 3.9130] iken bu değerler hasta grubu için [0.0003 0.5624] şeklindedir. Gruplar 0.0003 3.9130 arasında keşimi olan iki farklı kümeyi temsil etmektedir.



Journal of Human Rhythm
2018;4(3):142-149

UÇAR ve Ark.

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
ile Elektrokardiyogram
Sinyali Arasındaki İlişkinin
İstatistiksel Olarak İncelenmesi



UÇAR ve Ark.
Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
ile Elektrokardiyogram
Sinyali Arasındaki İlişkinin
İstatistiksel Olarak İncelenmesi

Tablo 3. Mann-Whitney U Test Sonuçları

Grup	Grup											R ² (Ela-kore)	p		
	Min	Maks	Ort	Std	95% CI		Min	Maks	Ort	Std	95% CI			R ² (Ela-kore)	
					LB	UB					LB				UB
1	-135.117	121.663	-0.002	9.517	-0.169	0.165	-440.267	287.541	0.000	15.988	-0.256	0.257	0.000	0.991	
2	9.734	3464.694	408.274	281.552	403.334	413.213	0.001	20887.282	562.524	572.384	553.351	571.697	0.164	0.000	
3	94.747	12004104.853	245952.514	411964.856	238735.257	253179.771	0.000	436278550.787	644034.078	6064795.677	546841.386	741226.770	0.044	0.000	
4	94.747	12004104.853	245952.514	411964.856	238735.257	253179.771	0.000	436278550.787	644034.078	6064795.677	546841.386	741226.770	0.044	0.000	
5	13.911	27695.670	1259.265	1439.027	1234.020	1284.510	0.001	84639.928	1970.730	3279.455	1918.174	2023.285	0.135	0.000	
6	-37746.656	-14.009	-908.661	1513.620	-935.215	-882.107	-83014.200	-0.001	-1541.988	3511.617	-1598.264	-1485.712	0.112	0.000	
7	-476.000	375039	-98.931	97.736	-100.646	-97.217	-578.569	1476.521	-97.983	84.876	-95.343	-96.622	0.005	0.390	
8	6.854	1511.886	230.037	156.573	227.291	232.784	0.000	7195.702	284.925	211.063	281.543	288.307	0.144	0.000	
9	-8690820.855	1350279.246	-811.041	80852.073	-2229.459	602378	-645976.865	1213643.836	-27.541	18082.330	-312.323	262.241	0.007	0.250	
10	9.733	3464.694	408.300	281.560	403.361	413.240	0.001	20885.646	562.587	572.398	553.414	571.760	0.164	0.000	
11	-3.593	13.232	0.657	0.455	0.649	0.665	-7.716	7.861	0.602	0.535	0.593	0.610	0.055	0.000	
12	1.48840	213.40447	3.64795	6.42197	3.53528	3.76061	1.48598	138.85353	4.31225	7.93748	4.18504	4.43945	0.045	0.000	
13	603.107	214699.224	25301.446	17447.656	24995.355	25607.537	0.033	1294236.163	34862.245	35470.217	34293.809	35430.680	0.164	0.000	
14	-336.710	179.230	-41.584	35.591	-42.208	-40.960	-424.601	1961.630	-50.841	50.101	-51.644	-50.038	0.104	0.000	
15	-384.870	253.365	-76.174	69.165	-77.387	-74.961	-488.472	1762.656	-85.174	75.507	-86.384	-83.564	0.062	0.000	
16	0.007249423	0.290601006	0.051795483	0.02524637	0.051525276	0.05223839	0.004089915	39.61036476	0.236972072	1.969876961	0.205403384	0.26854076	0.063	0.000	
17	94.7233909	12004103.38	245999.031	412068.4763	238749.9563	253208.1057	2.75134E-07	43627020.4	644121.9557	6064186.002	546939.0281	741304.8832	0.044	0.000	
18	2.40981E-05	0.075525864	0.003380234	0.004472907	0.00310764	0.003458703	2.39278E-05	0.084812866	0.004308979	0.006620765	0.004203877	0.004415082	0.080	0.000	
19	0.000233697	140.2428005	3.444963083	6.332761147	3.233865034	3.45606131	0	810.9011604	6.876319883	20.31852463	6.550700983	7.201938783	0.112	0.000	
20	19.45621364	3593.666007	557.4395278	381.4263987	550.7480188	564.1310369	0.001049198	16601.63494	685.337673	500.3397768	673.3134639	693.3500707	0.140	0.000	
21	8.7587582	2462.845971	328.0169447	217.4849912	324.2015224	331.832367	0.000472304	12521.04574	431.857456	370.9991843	425.9062181	437.7972721	0.164	0.000	
22	60536141206	8.23843E+42	1.6366E+39	1.0578E+41	-2.19162E+38	3.49235E+39	1.2408E+32	1.11347E+47	1.60132E+43	1.067E+45	-1.0862E+42	3.3127E+43	0.010	0.094	
23	0.043055734	176.7749286	13.41216853	11.22842338	13.21518401	13.60915305	2.31757E-06	1595.069869	20.9501251	34.0276086	20.40527342	21.4957516	0.142	0.000	
24	-15098769871	1.0253E+11	-63655889.47	1613435852	91961011.14	-3530767.81	-7.43235E-11	6.27239E+12	399862851.7	5456263344	-474542400.8	1274268104	0.006	0.343	
25	-7506474.352	1570034.52	3361.481003	302135.2172	-1938.79256	8662.154566	-31929095.8	8313338749	-12799.85362	2808544.491	-57808.7893	32209.08206	0.004	0.522	
26	0.157079753	55.91125863	6.588488535	4.543523545	6.508779765	6.668197304	8.46509E-06	3370670644	9.076889	9.236800049	8.929662568	9.225715232	0.164	0.000	

Min minimum, Maks maksimum, Ort Ortalama, Std Standart sapma, CI 95% ortalama kenar 95% güven aralığı, LB alt güven aralığı, UB üst güven aralığı, R Ela-kore

Grupların farklı bir sınır değerini temsil eden ve dağılımdaki verilerin %95'ini kapsayan minimum maksimum değerleri de kullanılabilir. 1 numaralı özellik için %95 güven aralığında minimum maksimum değerleri kontrol grubu için [12.6609 12.8665] iken hasta grubu için [11.1167 11.3288]'dir. Bu değerler incelendiğinde grupların birbirinden tamamen bağımsız değerlere sahip olduğu çok açık görülebilmektedir.

Ortalama, grup merkezini, standart sapma ise merkez etrafındaki dağılımı gösterebilen istatistiksel bir parametredir. 22 numaralı özelliğin dağılımları şeklinde incelendiğinde kontrol grubu [] ve hasta grubu [] olarak görülebilir. Değerler incelendiğinde hasta grubu kontrol grubunun alt kümesi olduğu düşünülebilir. Başka bir deyişle merkezleri farklı iki kümeden biri diğerinin alt kümesi denilebilir. Tüm özellikler için bu incelemeler genişletilip uygulanabilir.

Biyomedikal sinyal işleme çalışmaları genellikle sınıflandırma temelli çalışmalardır¹⁵⁻¹⁷. Ancak bu çalışmanın farkı sinyallerin dağılımlarının incelendiği istatistiksel bir analiz çalışması olarak değerlendirilebilir.

Çalışma sonucunda ECG sinyalinin KOAH hastalığı için ayırt edici olarak kullanılabilceği kanısına varılmıştır. ECG, her sağlık kuruluşunda kolaylıkla kaydedilebilecek bir sinyaldir. Erişimi kolay olan sinyaller üzerinden yeni teşhis yöntemleri geliştirmek her hastalıkta olduğu gibi KOAH teşhis sürecinin de hızlı ve güvenilir bir şekilde yapılmasına yardımcı olacaktır. ECG sinyalinden çıkarılan özellikler genel istatistiksel özellik olması bakımından çıkarımı kolay adımları içerir. İşlem adımlarının kolay gerçekleştirilebilir olması dolayısıyla gerçek zamanlı çalışabilen sistemlere uyarlanması oldukça kolay olacaktır. Çalışmanın tüm bu avantajları sayesinde yeni çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Bilgilendirme

Çalışma için etik kurulu raporu Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığından sayılı yazı ile alınmıştır. Ayrıca veri kullanım izni T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumu Sakarya İli Kamu Hastaneleri Birliği Genel Sekreterliğinden sayılı yazı ile alınmıştır.



Journal of Human Rhythm
2018;4(3):142-149

UÇAR ve Ark.

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
ile Elektrokardiyogram
Sinyali Arasındaki İlişkinin
İstatistiksel Olarak İncelenmesi



Journal of Human Rhythm
2018;4(3):142-149

UÇAR ve Ark.

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
ile Elektrokardiyogram
Sinyali Arasındaki İlişkinin
İstatistiksel Olarak İncelenmesi

1. S. Umut, "Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığında Atak," İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, no. 61, pp. 117-128, 2008.
2. A. Kocabaş et al., "Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOA) Koruma, Tanı ve Tedavi Raporu 2014," 2014.
3. B. Kurulu, "Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığının Tanısı, Tedavisi ve Önlenmesi için Küresel Strateji 2011 Güncellemesi," 2011.
4. R. Lozano, M. Naghavi, K. Foreman, and E. All, "Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010," *Lancet*, vol. 380, no. 9859, pp. 2095-2128, Dec. 2012.
5. M. S. Ünüvar N Yardım N., "Turkey Burden of Disease Study (TBDS) 2004," 2007.
6. B. Ünal and G. Ergör, *Türkiye Kronik Hastalıklar ve Risk Faktörleri Sıklığı Çalışması*. 2013.
7. U. Isik, A. Guven, and H. Buyukoglan, "Chronic Obstructive Pulmonary Disease classification with Artificial Neural Networks," in 2015 Medical Technologies National Conference (TIPEKNO), 2015, pp. 1-4.
8. N. H. Johari, J. Balaiyah, and Z. Ahmad, "Effect of chronic obstructive pulmonary disease on airflow motion using computational fluid dynamics analysis," in 2014 International Conference on Computer, Communications, and Control Technology (I4CT), 2014, pp. 249-254.
9. M. Pinto and P. Marques, "OneCare Spiro: Mobile application for monitoring and pre-diagnosis of Chronic Obstructive Pulmonary Disease," in 2017 IEEE 5th Portuguese Meeting on Bioengineering (ENBENG), 2017, pp. 1-4.
10. M. K. Ucar, S. Orenc, M. R. Bozkurt, and C. Bilgin, "Evaluation of the relationship between Chronic Obstructive Pulmonary Disease and photoplethysmography signal," in 2017 Medical Technologies National Congress (TIPEKNO), 2017, pp. 1-4.
11. T. T. D. K. Ç. Grubu, "Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı Tanı ve Tedavi Uzlaş Raporu," Ankara, 2010.
12. N. O. Olcay, "Acil Serviste Sağlık Çalışanlarının Elektrokardiyogram Bilgi Düzeyinin Değerlendirilmesi," T.C. Sağlık Bakanlığı, 2017.
13. W. J. Brady, A. Perron, and E. Ullman, "Errors in emergency physician interpretation of ST-segment elevation in emergency department chest pain patients," *Acad. Emerg. Med.*, vol. 7, no. 11, pp. 1256-60, Nov. 2000.
14. M. K. Uçar, "Obstrüktif Uyku Apne Teşhisi için Makine Öğrenmesi Tabanlı Yeni Bir Yöntem Geliştirilmesi," Sakarya Üniversitesi, 2017.
15. Jeen-Shing Wang, Guan-Rong Shih, and Wei-Chun Chiang, "Sleep stage classification of sleep apnea patients using decision-tree-based support vector machines based on ECG parameters," in Proceedings of 2012 IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics, 2012, pp. 285-288.
16. S. Yu, X. Chen, B. Wang, and X. Wang, "Automatic sleep stage classification based on ECG and EEG features for day time short nap evaluation," in Proceedings of the 10th World Congress on Intelligent Control and Automation, 2012, pp. 4974-4977.
17. W. Hayet and Y. Slim, "Sleep-wake stages classification based on heart rate variability," in 2012 5th International Conference on BioMedical Engineering and Informatics, 2012, pp. 996-999.