

Klinik Araştırma

Kömür Madeni Çalışanlarında Kalp Hızı Toparlanma İndekslerinin Değerlendirilmesi

Uzm. Dr. Emine ALTUNTAŞ*, Dr. Öğr. Üyesi Bilal ÇUĞLAN**

Öz

Amaç: Kardiyovasküler mortalitenin bağımsız öngördürücülerinden biri olan kalp hızı toparlanma indeksine kronik kömür tozu maruziyetinin bir etkisi olup olmadığını araştırmak.

Gereç ve Yöntem: Hastane veri sisteminden Nisan 2016-Aralık 2017 arasında göğüs ağrısı ve nefes darlığı ile hastanemize başvuran ve muayene edilen 60 olgunun verilerine ulaşıldı. Çalışma iki gruptan oluşuyordu. Tüm olgular erkekti. 30 olgu aktif kömür madeni çalışanı (grup 1) iken, kalan 30 olgu sağlıklı kontrolleri oluşturmaktaydı (grup 2). Her iki grubun kan testi, egzersiz stres testi ve solunum fonksiyon testi sonuçları ile ekokardiyografik verileri kaydedildi.

Bulgular: Yaş ortalaması grup 2'de $34,84 \pm 11,73$ yıl iken; grup 1'de $38,26 \pm 5,28$ yıl olup, iki grup arası istatistiksel fark yoktu ($p=0,206$). Hastaların dosyalarından egzersiz stres testi sonuçlarına ulaşıldı. İstatistiksel analize göre 1. dinlenme dakikasındaki kalp hızı toparlanma indeksi (KHTİ1), KHTİ3, KHTİ5 açısından gruplar arasında anlamlı fark oluşurken (sırasıyla p değeri 0,017; 0,034; 0,02); KHTİ 2 açısından gruplar arasında fark yoktu. KHTİ1, KHTİ3, KHTİ5 grup 2'de grup 1'e göre daha yüksekti.

Sonuç: Bu çalışmada total ve kardiyovasküler mortaliteyi ön görmede önemli bir prediktör olan kalp hızı toparlanma indeksinin kömür madeni işçilerinde daha düşük olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz stres testi, Kalp hızı toparlanma indeksi, Mesleki maruziyetler, Mortalite

Assessment of the Heart Rate Recovery Indices in Coal Mine Workers

Abstract

Objective: The aim of this study was to investigate whether chronic exposure of coal dust has an influence on heart rate recovery index which is one of the independent predictors of cardiovascular mortality.

Material and Method: The datas of 60 cases who applied to our hospital between April 2016 and December 2017 because of chest pain and/or dyspnea were collected from hospital data system. There were 2 groups in the study. All cases were men. While 30 cases were active coal mine workers (group 1), the rest of the participants were controls (group 2). Blood sample tests, exercise stress test, respiratory test results and echocardiographic datas of both groups were compared.

Results: The average age of controls was 34.84 ± 11.73 years, while the average age of group 1 was 38.26 ± 5.28 years and there was no statistical difference ($p=0.206$). The records of exercise stress tests were found from files. According to statistical analysis a meaningful difference in terms of HRR1, HRR3, HRR5 ($p=0.017$; 0.034; 0.02 respectively) was found whereas was no statistical difference with regard to HRR2. The HRR1, HRR3, HRR5 were higher in group 2 than group 1.

Conclusions: In this study, it was found that the heart rate recovery index which is a significant predictor in terms of forecasting cardiovascular and total mortality was impaired in coal miners.

Keywords: Exercise stress test, Heart rate recovery index, Occupational exposures, Mortality

* Prof. Dr. İlhan Varank Sancaktepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kardiyoloji Bölümü, İstanbul

** Beykent Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

Yazışma Adresi: Bilal Çuğlan, Beykent Üniversitesi Cumhuriyet Mah. Şafak Sk.No:1 34500 Büyükçekmece, İstanbul

e-posta: bilalcuglan@hotmail.com

Geliş Tarihi: 27.08.2020 Revize Tarihi: 17.09.2020 Kabul Tarihi: 21.01.2021

ORCID No: EA: 0000-0001-5887-5422, BÇ: 0000-0003-0581-4946

QR Kod	Bu makaleye online erişim
	Website: http://www.medicalnetwork.com.tr • http://www.mnkardiyoloji.com.tr • e-posta: kardiyoloji@medicalnetwork.com.tr
	Bu çalışmanın kaynak olarak gösterimi: Altuntaş E. ve Çuğlan B. Kömür Madeni Çalışanlarında Kalp Hızı Toparlanma İndekslerinin Değerlendirilmesi. MN Kardiyoloji. 2021;28(2):68-73
	Copyright©: 2021 Altuntaş ve ark. Bu eser, Creative Commons 4.0 Uluslararası lisansı ile lisanslanmıştır.

Giriş

Kömür madeni işçiliği, kronik kömür tozu maruziyeti ve iş kazaları nedeniyle dünyadaki en tehlikeli mesleklerden biri olarak kabul edilmektedir.¹ Kömür madeni işçilerinde en sık ölüm nedenleri; kömür işçisi pnömokonyozu, tüberküloz, akciğer kanseri ve kardiyovasküler hastalıklardır (KVH).² Kömür madeni işçisi pnömokonyozunun solunum sistemi enfeksiyonu, pnömotoraks, pulmoner kalp hastalıkları ve solunum yetersizliği gibi birçok komplikasyonu mevcuttur. Hastaların %25-30'unda kronik pulmoner kalp hastalığı gelişmektedir ve bu durum %30-50 ölümcül olabilmektedir.³ Ağır çalışma koşulları ve stres nedeniyle bu meslek grubunun KVH riski diğer gruplara göre biraz daha yüksektir. Yapılan bir çalışmada kömür madeni işçilerinde dislipideminin daha yaygın olduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada ise yine aynı grupta KV mortalitenin bir öngördürücüsü olan arteriyel sertliğin arttığı saptanmıştır.^{1,4}

Otonom sinir sistemi (OSS) tarafından kontrol edilen kalp hızı (KH); egzersiz, uyku, yemek yeme ve mental aktivitelerden etkilenmektedir. OSS sempatik ve parasempatik sistemden oluşur ve ikisi arasındaki denge KH'yi belirler. Egzersiz periyodunda sempatik sistem baskınken; dinlenme döneminde parasempatik sistem daha baskındır.^{5,6} Bu denge egzersiz stres testi ile hesaplanan KH toparlanma indeksi ve ritim holter ile ölçülebilen KH değişkenliği ile değerlendirilebilir. Kalp hızı toparlanma indeksi (KHTİ) maksimum egzersiz sonunda ulaşılan en yüksek KH'den dinlenme periyodunun 1., 2., 3. ve 5. dakikaları sonundaki KH'ni çıkarılması ile bulunur.^{6,7} Ayakta dururken 1. dakika KHTİ ≥ 12 atım, yüzüstü yatar durumda ≥ 18 atım ve oturur pozisyonda ise ≥ 22 atım olarak normal yanıtta oluşmalıdır.⁶ Kalp hızı toparlanma indeksinde azalma sempatik aktivitede artış ile ilişkilidir. Bazı çalışmalar bu durumun artmış KV mortalite ile ilişkili olabileceğini göstermiştir.^{8,9}

Bu çalışmanın amacı; kronik kömür tozu maruziyetinin KV mortalitenin ön gördürücülerinden biri olan KHTİ üzerine etkisi olup olmadığını araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem

Çalışma Grubu: Çalışma tek merkezli, kesitsel ve retrospektif olup Nisan 2016 - Aralık 2017 tarihleri arasında Kardiyoloji ve Göğüs Hastalıkları Polikliniği'ne dispne ve/veya göğüs ağrısı ile başvuran ve tetkik edilen tamamı erkek olan 60 olgudan oluşmaktaydı. Grup 1 herhangi bir sağlık problemi tespit edilmeyen 30 kömür

madeni işçisi, grup 2 ise benzer demografik özelliklere sahip ve kömür madeninde hiç çalışmamış 30 kontrol olgusundan oluşmaktaydı. Yaş aralığı 18-45 olarak belirlenmişti. Dışlanma kriterleri; KAH, periferik arter hastalığı, kalp kapak hastalığı, kalp yetersizliği, hipertansiyon, diabetes mellitus (DM), hiperlipidemi, serebrovasküler olay öyküsü, akut veya kronik renal-karaciğer yetersizliği, romatizmal hastalık ve endokrinolojik hastalık öyküsüydu. Çalışma Bülent Ecevit Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından (31.08.2018/No: 2018/03) onaylanmıştır.

Kan testi sonuçlarının ve kan basıncı ölçümlerinin değerlendirilmesi: Olguların en az 8 saatlik açlık sonrası bakılan kan şekeri, total kolesterol, düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), trigliserit ve hemogram parametrelerine hastane kayıtlarından ulaşıldı ve kaydedildi. Beş dakikalık dinlenme sonrası ölçülen arteriyel kan basıncı ölçümleri yine hastane kayıt sisteminden bulunarak kaydedildi.

Ekokardiyografik değerlendirme: Ekokardiyografi cihazı Vivid 5 (GE Medical Systems, Horten, Norway) 2,5 MHZ probu kullanılarak sağ ve sol kalp boşluklarının çapları, kapak patolojileri, Simpson yöntemi kullanılarak ölçülen ejeksiyon fraksiyonu (EF), sistolik pulmoner arter basıncı (sPAB), E/A oranı, triküspit anüler plan eksi-kürsasyonu (TAPSE), sağ ventrikül fraksiyonel alan değişimi (FAC) hastaların ekokardiyografik (EKO) verilerinden edinilerek kaydedildi.

Egzersiz stres testinin değerlendirilmesi: On iki derivasyonlu elektrokardiyografileri (EKG) ve klinik özellikleri değerlendirilen hastalarda kontrendikasyon veya fiziksel bir engel olmadıkça iskemi araştırması için egzersiz stres testi önerilebilir. Test, merkezimizde Kardiosis TM Pro 2.200 cihazı ile Bruce protokolüne göre yapılmaktadır. Bu çalışmada da olgular poliklinikte ilk değerlendirmesi yapıldıktan sonra egzersiz stres testine yönlendirilenler arasından seçildi. Maksimum KH %85 ve üzerine ulaşan ve testi negatif saptanan hastalar çalışmaya dahil edildi. Egzersiz periyodu bitince 1. dinlenme dakikası sonunda EKG kaydı alındı. İkinci, 3. ve 5. dakikalar için aynı kayıtlar alındı. Ardından maksimum egzersiz periyodu sonundaki KH'den 1. dinlenme dakikası sonundaki KH çıkarılarak 1. dakika (KHTİ1) bulundu. Aynı yöntem ile 2., 3. ve 5. dakikalardaki KHTİ'leri hesaplandı. Test sonuçlarından pik egzersiz KH, egzersiz kapasitesi ve egzersiz süresi kaydedildi.

Solunum fonksiyon testi: Merkezimizde solunum

fonksiyon testi (SFT) Amerikan Toraks Topluluğu kriterlerine göre Spirometry (MIR Spirolab III, Roma, Italy) cihazıyla yapılmaktadır.¹⁰ Katılımcılara yapılan SFT sonuçlarından 1. saniye zorlu ekspiratuvar hacim (FEV₁), zorlu vital kapasite (FVC), FEV₁/FVC oranı, pik ekspiratuvar akım (PEF), %25-75 arası zorlu ekspiratuvar akım (FEF 25-75), beden kitle indeksi (BKİ), sigara kullanım öyküsü ve eğer sigara kullanıyorsa kullanım miktarı (paket/yıl) kaydedildi.

İstatistiksel analiz

Statistical Package for Social Sciences (SPSS 20.0 for Windows, USA, Armonk New York) programı kullanılarak istatistiksel analiz yapıldı. Skewness Kurtosis testi ile verilerin normal dağılıp dağılmadığı belirlendikten sonra ortalama hücre hemoglobini (MCH), ortalama hücre hacmi (MCV), nötrofil/lenfosit oranı (N/L) ve HDL gibi normal dağılım göstermeyen parametreler Mann Whitney U testi ile değerlendirildi. Normal dağılan değişkenler ise bağımsız örneklem öğrenci *t* testi ile değerlendirildi. Kategorik değişkenler için ki-kare, Fisher'in kesin testleri kullanıldı. FEV₁, PEF, sağ atriyum çapı (RAD), KHTİ1, KHTİ2, KHTİ3 ve KHTİ5 arasındaki ilişkiyi saptamak için korelasyon analizi yapıldı. Analiz sonuçlarına göre, *p* < 0,05 olduğunda sonuç anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Kontrol grubunun yaş ortalaması 34.84±11.73 yıl iken grup 1'in yaş ortalaması 38.26±5.28 yıldır ve gruplar arasında anlamlı farka neden olmamıştır (*p*=0,206). Maden çalışanlarının ortalama çalışma süresi 11.52 yıldır. Gruplar BKİ, sigara kullanım miktarı, sistolik ve diyastolik tansiyon, KH açısından karşılaştırıldı ve gruplar arasında anlamlı fark olmadığı tespit edildi (*p*>0,05). Grupların genel karakteristik özellikleri tablo 1'de özetlendi. Olgular açlık kan ve hemogram parametreleri açısından kendi aralarında karşılaştırıldı ve yine bu değişkenler açısından gruplar arasında anlamlı fark oluşmadı (*p*>0,05), veriler tablo 2'de özetlendi.

Ekokardiyografik veriler açısından gruplar karşılaştırıldı. Sol ventrikül diyastol ve sistol sonu çapı (LVDSÇ, LVSSÇ), sol atriyum çapı (LAD), EF ve sPAB, sağ atriyum ve ventrikül çapı, FAC, TAPSE açısından gruplar arasında anlamlı fark oluşmazken (*p*>0,05) sadece sağ atriyum çapı (RAD) bakımından *p* değeri anlamlı tespit edildi (*p*=0,002). Sağ atriyum kömür madeni çalışanlarında daha geniştir. Ekokardiyografik veriler tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 1: Her iki grubun genel karakteristik özellikleri

	Grup 1	Grup 2 (Kontrol grubu)	<i>p</i>
Yaş (yıl)	38,26±5,28	34,84±11,73	0,206
Kalp hızı (atım/dk)	85,17±12,6	81,4±10,83	0,271
Diyastolik kan basıncı (mmHg)	72,13±8,95	70,32±10,6	0,528
Sistolik kan basıncı (mmHg)	120,17±17,11	118,64±14,89	0,741
Sigara öyküsü	14(46,6%)	16 (53,3%)	
Sigara (paket/yıl)	9,26±8,28	6,04±8,75	0,198
Çalışma süresi (yıl)	11,52±7,8	-	-
Beden kitle indeksi (kg/m ²)	27,58±4,64	25,93±3,91	0,193

p: Bağımsız örneklem öğrenci testi, *p**: Fisher'in kesin testi, dk: Dakika, kg: Kilogram, mmHg: Milimetre cıva, m²: Metrekare

Tablo 2: Kan testi sonuçları

	Grup 1	Grup 2 (Kontrol grubu)	<i>p</i>
Total kolesterol (mg/dL)	186,82±44,53	181,24±33,42	0.624
LDL (mg/dL)	115,73±35,36	111,32±31,88	0.651
HDL (mg/dL)	43,91±12,52 (36,25-48,5)	39,08±9,31 (31,25-46)	0.211*
Trigliserit (mg/dL)	136,04±85,06	153,52±73,01	0.448
Açlık kan glukozu (mg/dL)	95,30±9,1	91,76±9,07	0.184
Hemoglobin (g/dL)	15,06±1,17	15,1±0,97	0.922
Platelet(10 ⁹ /L)	259,21±42,74 29,30±1,88 (28,67-30,22)	237,96±32,4 29,7±2,36 (28,5-30,6)	0.057 0.186*
MCH (pg)	32,85±1,17	33,25±1,41	0.289
MCHC (g/dL)	9,7±1,06	9,91±1,3	0.553
MPV (fL)	89,09±5,88 (85,75-92,8)	88,57±6,09 (86-90)	0.901*
MCV (fL)	2,05±1,03 (1,30-2,38)	2,19±1,44 (1,39-2,13)	0.718*
N/L			

p: Bağımsız örneklem *t* testi, *p**: Mann Whitney U normal dağılmayan değişkenlerin %25 ve %75 persantil değerleri yazıldı. cm: Santimetre, dL: Desilitre, fL: Femtolitre, HDL: Yüksek yoğunluklu lipoprotein, L: Litre, LDL: Düşük yoğunluklu lipoprotein, MCH: Ortalama hücre hemoglobini, MCHC: Ortalama hücre hemoglobini konsantrasyonu, MCV: Ortalama hücre hacmi, mg: Miligram, mmHg: Milimetre cıva, MPV: Ortalama platelet hacmi, N/L: Nötrofil/lenfosit oranı, pg: Pikogram

Tablo 3: Bazal ekokardiyografik bulguların karşılaştırması

	Grup 1	Grup 2 (Kontrol grubu)	<i>p</i>
LVDD (cm)	4,62±0,38	4,62±0,36	0,954
LVSD (cm)	3,71±0,36	3,70±0,41	0,965
LAD (cm)	3,44±0,34	3,43±0,20	0,847
EF (%)	59,6±5,4	59,1±5,8	0,862
RVD (cm)	2,35±0,19	2,27±0,19	0,140
RAD (cm)	3,23±0,24	2,99±0,26	0,002
FAC (%)	55,82±7,98	60±7,85	0,074
TAPSE (cm)	2,12±0,39	2,18±0,25	0,519
sPAB (mmHg)	25,1±4,4	24,82±4,1	0,12
E/A ratio	1,12±0,27	1,21±0,28	0,242

p: Bağımsız örneklem *t* testi, cm: Santimetre, EF: Ejeksiyon fraksiyonu, FAC: Fraksiyonel alan değişimi, LAD: Sol atriyum çapı, LVDD: Sol ventrikül diyastolik çapı, LVSD: Sol ventrikül sistolik çapı, RAD: Sağ atriyum çapı, RVD: Sağ ventrikül çapı, sPAB: Sistolik pulmoner arter basıncı, TAPSE: Triküspit anular plan sistolik eksürsyonu

Bruce protokolüne göre yapılan egzersiz stres testi sonuçları açısından gruplar karşılaştırıldı. KHTİ1-3-5 değerleri kontrol grubunda daha yüksek olup istatistiksel anlamlı farklılık mevcuttu ($p<0,05$). Fakat KHTİ2, pik egzersiz KH, egzersiz kapasitesi ve egzersiz süresi açısından her iki grupta benzer değerlere ulaşmıştı (sırasıyla $p=0,078$; $0,733$; $0,153$; $0,20$). Sonuçlar tablo 4'de özetlenmiştir.

İki grubun SFT sonuçları karşılaştırıldı. FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, PEF, FEF 25-75 sonuçları her iki grup için de benzerdi ve istatistiksel açıdan anlamlı farka neden olmadı (sırasıyla $p=0,551$, $0,697$, $0,568$, $0,358$, $0,745$). Sonuçlar tablo 5'de özetlenmiştir.

Sağ atriyum çapı, FEV₁, PEF, KHTİ1-2-3 ve KHTİ5 arasında korelasyon analizi yapıldı. RAD, FEV₁, PEF ile KHTİ1-2-3 ve KHTİ5 arasında herhangi bir korelasyon saptanmadı. Sonuçlar tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 4: Grupların efor testi sonuçlarının karşılaştırması

	Grup 1	Grup 2 (Kontrol grubu)	p
Pik egzersiz kalp hızı (atım/dk)	164±5,94	161,4±35,6	0,733
Egzersiz kapasitesi (METs)	13,3±2,24	12,51±1,58	0,153
Egzersiz süresi (saniye)	637±123,62	595,08±107,37	0,21
KHTİ 1, atım/dk	29,95±9,59	33,88±9,76	0,017
KHTİ2, atım/dk	43,73±13,41	50,12±11,03	0,078
KHTİ3, atım/dk	51,17±13,16	59,16±10,09	0,034
KHTİ5, atım/dk	56,78±11,91	65,28±12,55	0,020

dk: Dakika, KHTİ: Kalp hızı toparlanma indeksi, METs: Metabolik ekivalan ünitesi, p: Bağımsız örneklem t testi

Tablo 5: Grupların solunum fonksiyon testi sonuçlarının karşılaştırması

	Grup 1	Grup 2 (Kontrol Grubu)	p
FVC (L)	4,14±0,69	4,27±0,78	0,551
FEV ₁ (L)	3,49±0,50	3,56±0,61	0,697
FEV ₁ /FVC	85,3±6,43	83,96±9,32	0,568
PEF (L/s)	6,72±1,59	6,79±1,96	0,358
FEF 25-75 (L/s)	4,03±0,91	3,90±1,62	0,745

FEV₁ : 1 saniye zorlu ekspiratuvar hacim, FVC: Zorlu vital kapasite, PEF: Pik ekspiratuvar akım, FEF 25-75: %25-75 arası zorlu ekspiratuvar akım, L:Litre, S: Saniye, p: Bağımsız örneklem t testi

Tablo 6: RAD, FEV₁, PEF ve KHTİ 1-2-3-5 arasındaki korelasyon analizi

	RAD		FEV ₁		PEF	
	R	p	R	P	R	P
KHTİ1, atım/dk	-.155	0.292	-.121	.411	-.131	.375
KHTİ2, atım/dk	-.243	.096	-.131	.375	-.095	.519
KHTİ3, atım/dk	-.205	.163	-.217	.138	-.074	.617
KHTİ4, atım/dk	-.018	.905	-.066	.656	-.141	.341

dk: Dakika, FEV₁: 1. saniyedeki zorlu ekspiratuvar hacim, KHTİ: Kalp hızı toparlanma indeksi, PEF: Pik ekspiratuvar akım, RAD: Sağ atriyum çapı, p: Pearson korelasyon analizi

Tartışma

Kömür madeni işçiliği dünyadaki en riskli meslek grupları arasında gösterilmektedir. İş kazaları hariç tutulduğunda çalışma ortamındaki tozun, nemin, titreşimin ve sıcaklığın çalışan sağlığı üzerine negatif etkileri mevcuttur. Kömür madeni işçisi pnömokonyozu veya ilişkili komplikasyonları, tüberküloz, akciğer kanseri ve KVH bu meslek grubu çalışanlarında en sık görülen hastalıklardır.² Bu çalışmada kronik kömür tozu maruziyetinin KHTİ üzerine etkisi olup olmadığı araştırıldı. Kömür madeni çalışanlarında KHTİ'nin daha düşük olduğu saptandı.

Kömür madeni çalışanları arasında KVH'nin neden olduğu ölüm sıklığı artmaktadır. Bu nedenle erken teşhis önem taşımaktadır. Bu amaçla, Zheng ve ark.⁴ pnömokonyozlu kömür madeni çalışanları ile kontrol grubunun ayak bileği/brakiyal nabız dalga velositesini karşılaştırmış ve pnömokonyozlu grupta daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bir başka çalışmada kömür madeni çalışanlarında dislipideminin oldukça yaygın olduğu görülmüştür.¹

Koroner arter hastalığı (KAH) dünyadaki ölüm nedenleri arasında ön sıralarda yer alır¹¹ ve tespiti için kullanılan bir çok test vardır. Bunlardan biri de egzersiz stres testidir. Egzersiz stres testi sadece ST-T değişiminin değerlendirilmesini sağlamaz ayrıca fonksiyonel aerobik kapasite, kronotropik yanıt ve KH toparlanması hakkında bilgi verir. Egzersiz stres testi ile elde edilen KHTİ; KV-KV olmayan ve total mortalite hakkında prognostik bilgi edinmeyi sağlar.¹² Bozulmuş KHTİ; uyku apne sendromunda, sessiz miyokardiyal iskemi, korunmuş EF'li kalp yetersizliği ve tip 2 DM'de tespit edilmiştir.¹³⁻¹⁷ Son zamanlarda yapılan bir çalışmada KHTİ'nin primer korumada prognostik bir faktör olduğu ortaya çıkmıştır. Aynı çalışmada KHTİ'nin cinsiyet veya KH düşürücü ilaçlardan etkilenmediği belirlenmiştir.¹² Çalışmamızda KHTİ1, KHTİ3 ve KHTİ5'in kömür madeni işçilerinde daha düşük olduğunu saptadık. Dinlenme fazının

geç periyodunda sempatik sistem aktif olurken erken fazında parasempatik sistem aktiftir. İstirahatten sonraki 30. saniye ve 2. dakikada KH'de görülen azalma atropin ve dual blokaj ile zayıflatılmaktadır. Fakat 2. dk'de dual blokaj ile atropinin tek başına sağladığı zayıflamadan daha fazla zayıflama sağlanmıştır yani KH daha yüksek seyretmiştir. Bu da KH'deki düzelmede geç dönemde sempatik aktivitenin modülasyonunun daha önemli bir rol oynadığını göstermektedir.¹⁸ Bu durum KHTİ2 açısından bu çalışmadaki grupların benzerliğini açıklamaktadır. Parasempatik aktivitenin 1. dk'de daha dominant olması nedeni ile KH'de önemli bir düşüş olduğu, 2. dk.'de bu etkinliğin kısmen zayıflaması nedeniyle düşüşün azaldığı düşünülmüştür. Benzer şekilde, Kannankeril ve ark.¹⁹ tarafından yapılan bir çalışmada, parasempatik aktivitenin egzersiz boyunca yüksek olduğu ve yüksekliğin dinlenme periyodunun erken fazında da devam ettiği tespit edilmiştir.

Literatürde metal maruziyeti ile KHTİ arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmalarda arsenik ve bakır maruziyeti olanlarda KHTİ'nin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bakıra maruz kalan grubun 24 saatlik idrar bakır düzeyi ile KHTİ1-2-3 arasında negatif yönlü korelasyon saptanmıştır. Ayrıca uzun süre bakır maruziyetinin vagal aktiviteyi azalttığı görülmüştür.^{20,21} Her iki çalışmanın sonuçları göz önünde alındığında KHTİ'deki bu negatif etkilenmenin OSS'nin çevresel faktörlerden olumsuz etkilenmesi ile ilişkili olabileceği düşünülebilir. Bir diğer etkenin hipoksi olduğu düşünülebilir.²² Hipoksi oksidatif stresi tetikleyerek süperoksit anyonu, hidrojen peroksit veya hidroksil radikalleri gibi reaktif oksijen radikallerinin açığa çıkmasına neden olabilir. Antioksidan sisteminin iyi çalışmaması sonucunda reaktif oksijen radikalleri protein, DNA ve lipitlere zarar vererek OSS'yi etkileyebilir.²³

Ekokardiyografik verilere bakıldığında RAD'nin maden çalışanlarında daha yüksek olduğu görüldü. Abacıoğlu ve ark.²⁴ sağlıklı kontroller ile maden çalışanlarının EKO verilerini karşılaştırmış, E dalgası, A dalgası ve E açısından gruplar arasında anlamlı fark oluştuğu saptamıştır. Bununla birlikte, izovolumetrik kontraksiyon sırasındaki miyokardiyal akselerasyon, FAC ve TAPSE'nin kontrollerde daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Bu bulguların subklinik sağ ventrikül fonksiyon bozukluğunu saptamada kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bain ve ark.²⁵ pnömokonyozlu maden çalışanlarının sağ kalp yapılarını çalışmalarında değeri-

dirmiş ve bu yapıların pnömokonyoz gelişen maden çalışanlarında negatif etkilendiğini saptamışlardır. sPAB, RAD, RV çapının pnömokonyozlu maden çalışanlarında arttığını tespit etmişlerdir. Çalışmamızda saptadığımız RAD'deki artışın pulmoner vasküler yatak direncinin artışı gösteren erken bir belirteç olabileceği düşünülmüştür. RAD'deki genişlemenin aksine RV çapı, TAPSE ve FAC sonuçları her iki grupta benzer olarak tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak RA ile RV'nin yapısal farklılıkları düşünülebilir.

Solunum fonksiyon testi akciğer kapasitesi ve fonksiyonları hakkında bilgi verir. Bu çalışmada SFT parametreleri olan FVC, FEV₁, FEV₁/FVC, PEF, FEF 25-75 sonuçları bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır. Abacıoğlu ve ark.²⁴ tarafından yapılan bir çalışmada da maden işçileri ile sağlıklı kontrollerin SFT sonuçları benzer bulunmuştur ($p>0,05$). Bu çalışmada maden işçilerinin ortalama çalışma süresi 9.67 ± 5.288 yıl iken; çalışmamızda 11.52 ± 7.8 yıldır. Aynı araştırmada çalışmamıza benzer şekilde sigara kullanımı açısından gruplar homojen dağılmıştır. Bain ve ark.²⁵ çalışmasında sağlıklı kontroller ile maruz kalanların bu parametreleri yine benzer çıkmıştır. Fakat pnömokonyoz gelişenler ile sağlıklı kontroller ve maruz kalanlar arasında anlamlı farklar oluşmuştur. Pnömokonyoz gelişenler tüm çalışma hayatını yeraltında geçirmiştir. Yine Bain ve ark.²⁵ kömür tozuna maruziyet dozunu yüksek kilovoltlu akciğer filmi ile ölçmüş ve pnömokonyoz evresini belirlemiştir. Fakat bu çalışmada böyle bir ayırımı gidilememiştir. Bu nedenlerle gerek SFT parametreleri gerekse RV çapı ve fonksiyonları açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmamış olabilir.

Çalışmanın kısıtlılıkları

Çalışmanın en önemli kısıtlaması küçük örneklem hacmi idi. Diğer kısıtlamalar ise kümülatif kömür tozu maruziyetinin ölçülememesi ve yeraltı-yerüstü çalışanların aynı grupta yer almasıydı.

Sonuç

Sonuç olarak; kömür madeni çalışanlarının efor testi sonrası KHTİ1, KHTİ3 ve KHTİ5 parametrelerinde azalma saptandı. Bu veriler ışığında kronik kömür tozu maruziyetinin OSS'yi negatif etkileyebileceği ve bunun sonucunda KHTİ'deki azalmaya sebep olabileceği düşünülmektedir. Çalışmadaki sonuçların daha geniş katılımlı, prospektif klinik çalışmalar ile desteklenmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

Yazarlar arasında çıkar çatışması olmadığı ve çalışma için finansal destek alınmadığı beyan edilmiştir.

Yazarların çalışmaya katkıları: EA: Fikir ve kavram, tasarı,

denetleme, danışmanlık, veri toplama ve işleme, analiz ve yorum, makalenin yazımı. BÇ: Kaynak taraması, eleştirel inceleme.

Kaynaklar

1. Fan Y. Huang JJ. Sun CM. et al. Prevalence of dyslipidaemia and risk factors in Chinese coal miners: a cross-sectional survey study. *Lipids Health Dis.* 2017;16:161.
2. Han L. Gao Q. Yang J. et al. Survival Analysis of Coal Workers' Pneumoconiosis (CWP) Patients in a State-Owned Mine in the East of China from 1963 to 2014. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;14(5):489.
3. Bian LQ. Zhang Y. Jiang R. Mao L. Impairment of pulmonary function and changes in the right cardiac structure of pneumoconiotic coal workers in China. *Int J Occup Med Environ Health.* 2015;28(1):62-70.
4. Zheng Y. Liang L. Qin T. et al. Cross-section analysis of coal workers' pneumoconiosis and higher brachial-ankle pulse wave velocity within Kailuan study. *BMC Public Health.* 2017;17(1):148.
5. Okutucu S. Karakulak UN. Aytemir K. Oto A. Heart rate recovery: a practical clinical indicator of abnormal cardiac autonomic function. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2011;9(11):1417-30.
6. Javorka M. Zila I. Balharek T. Javorka K. Heart rate recovery after exercise: relations to heart rate variability and complexity. *Braz J Med Biol Res.* 2002;35(8):991-1000.
7. Morshedi-Meibodi A. Larson MG. Levy D. O'Donnell CJ. Vasan RS. Heart rate recovery after treadmill exercise testing and risk of cardiovascular disease events (The Framingham Heart Study). *Am J Cardiol.* 2002;90(8):848-52.
8. Higgins JP. Higgins JA. Electrocardiographic exercise stress testing: An up date beyond the ST segment. *Int J Cardiol.* 2007;116(3):285-99.
9. Palatini P. Heart rate as an independent risk factor for cardiovascular disease: current evidence and basic mechanisms. *Drugs.* 2007;67 Suppl 2:3-13.
10. Miller MR. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J.* 2005;26(2):319-38.
11. Lauer M. Froelicher ES. Williams M. Kligfield P. Exercise testing in asymptomatic adults: a statement for professionals from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation and Prevention. *Circulation.* 2005;112(5):771-6.
12. Sydo N. Sydo T. Carta KAG. et al. Prognostic performance of heart rate recovery on an exercise test in a primary prevention population. *J Am Heart Assoc.* 2018;7(7):e008143.
13. Cole CR. Foody JM. Blackstone EH. Lauer MS. Heart rate recovery after submaximal exercise testing as a predictor of mortality in a cardiovascularly healthy cohort. *Ann Intern Med.* 2000;132(7):552-5.
14. Aijaz B. Squires RW. Thomas RJ. Johnson BD. Allison TG. Predictive value of heart rate recovery and peak oxygen consumption for long-term mortality in patients with coronary heart disease. *Am J Cardiol.* 2009;103(12):1641-46.
15. Maeder MT. Munzer T. Rickli H. et al. Association between heart rate recovery and severity of obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep Med.* 2008;9(7):753-61.
16. Yamada T. Yoshitama T. Makino K. Lee T. Saeki F. Heart rate recovery after exercise is a predictor of silent myocardial ischemia in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2011;34(3):724-6.
17. Phan TT. Shivu GN. Abozguia K. et al. Impaired heart rate recovery and chronotropic incompetence in patients with heart failure with preserved ejection fraction. *Circ Heart Fail.* 2010;3(1):29-34.
18. Oren H. Aytemir K. Heart rate recovery: clinical application and methods. *Turk J Arrhythm Pacing Electrophysiol.* 2008;6(3):141-15.
19. Kannankeril P. Le FK. Kadish AH. et al. Parasympathetic Effects on Heart Rate Recovery after Exercise. *J Investig Med.* 2004;52(6):394-401.
20. Karakulak UN. Gunduzoz M. Ayturk M. Tek Ozturk M. Tutkun E. Yilmaz OH. Assessment of heart rate response to exercise and recovery during treadmill testing in arsenic-exposed workers. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2017;22(5):e12437.
21. Böckelmann I. Pfister EA. McGauran N. Robra BP. Assessing the suitability of cross-sectional and longitudinal cardiac rhythm tests with regard to identifying effects of occupational chronic lead exposure. *J Occup Environ Med.* 2002;44(1):59-65.
22. Costa DC. Alva N. Duran M. Carbonell T. Rama R. Oxidative stress and apoptosis after acute respiratory hypoxia and reoxygenation in rat brain. *Redox Biol.* 2017;12:216-25.
23. Poprac P. Jomova K. Simunkova M. Kollar V. Rhodes CJ. Valko M. Targeting free radicals in oxidative stress-related human diseases. *Trends Pharmacol Sci.* 2017;38(7):592-607.
24. Abacioglu O. Kaplan M. Abacioglu S. Quisi A. Assessment of subclinical right ventricular systolic dysfunction in coal miners using myocardial isovolumic acceleration. *Echocardiography.* 2017;34(9):1299-304.
25. Bian LO. Zhang Y. Jiang R. Mao L. Impairment of pulmonary function and changes in the right cardiac structure of pneumoconiotic coal worker's in China. *Int J Occup Med Health.* 2015;28(1):62-70.