

ÖZGÜN ARAŞTIRMA

## Karbon Monoksit Zehirlenmesinde Kalp Tipi Yağ Asit Bağlayıcı Protein'in (H-Fabp) Kardiyak Hasarı Erken Tanımadaki Yeri\*

Erhan AHUN<sup>1</sup>, Özlem KÖKSAL<sup>1</sup>, Erol ARMAĞAN<sup>1</sup>, Harun YILDIRIM<sup>1</sup>,  
Fatma ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Şule AYDIN<sup>1</sup>, Ataman KÖSE<sup>1</sup>, Vahide Aslıhan DURAK<sup>1</sup>,  
Deniz SİĞİRLİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Acil Tıp Anabilim Dalı, Bursa.

<sup>2</sup> Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı, Bursa.

### ÖZET

Karbon monoksit (CO) zehirlenmesi yaygın doku hipoksisi oluşturarak kardiyak hasara neden olur. Karbon monoksit zehirlenmesine bağlı oluşan kardiyak hasarda biyokimyasal belirteçler ve elektrokardiyografik değişiklikler bildirilmiştir. Bu çalışmada CO zehirlenmesine bağlı kardiyak hasarın gösterilmesinde erken dönemde insan yağ asit bağlayıcı proteinin (H-FABP) avantaj sağlayıp sağlamadığını göstermeyi amaçladık. Hastanemiz acil servisine başvuran ve CO zehirlenmesi tanısı alan 60 hastanın kan gazında karboksihemoglobin (COHb) düzeyleri, elektrokardiyografi (EKG) değişiklikleri, kreatinin kinaz, kreatinin kinaz miyogloblin, troponin I ve H-FABP düzeyleri incelenmiştir. Hastaların medyan COHb düzeyleri 21.8 (min-maks=7.3-42.7) olarak tespit edildi. 24 hastanın EKG'sinde T negatifliği ve bir hastanın EKG'sinde ST segment elevasyonu tespit edildi. ST segment elevasyonu olan hastanın kardiyak biyokimyasal belirteçleri ve H-FABP düzeyleri pozitif tespit edildi. Bu çalışmada ise CO zehirlenmesine bağlı kardiyak hasarın erken dönemde tespit edilmesinde H-FABP'nin avantaj sağlayıp sağlamadığını gösteren yeterli veriye ulaşılamamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Karbon monoksit zehirlenmesi. H-FABP. Kardiyak hasar.

### The Role of H-FABP at Emergency Department for Early Detection of Cardiac Damage in Carbon Monoxide Poisoning

#### ABSTRACT

Carbon monoxide (CO) poisoning leads to cardiac damage by causing tissue hypoxia. Some electrocardiographic changes and biochemical indicators were reported in cardiac damage occurring due to CO poisoning. In this study, it is aimed to reveal whether or not Human Fatty Acid Binding Protein (H-FABP) provides an advantage for diagnosing cardiac damage depending on CO poisoning in early phase. Carboxy-hemoglobin (COHb) levels, electrocardiographic (ECG) changes, creatinine kinase, creatinine kinase myoglobin, troponin I and H-FABP levels were investigated in blood gas of 60 patients admitted to Emergency Department and diagnosed as having CO poisoning. Median COHb levels of the patients were determined as 21.8 ( min-max=7.3-42.7). Negative T wave in ECG of 24 patients and ST segment elevation in ECG of 1 patient were detected. Cardiac biochemical indicators and H-FABP levels of the patient with ST segment elevation were positive. In this study, sufficient data were not obtained to conclude that whether or not H-FABP provides an advantage in early period for diagnosing cardiac damage resulted from CO poisoning.

**Key Words:** Carbon monoxide poisoning. H-FABP. Cardiac damage.

\* EUSEM 2012 Uluslararası Acil Tıp Kongresinde poster bildirisi olarak sunulmuş ve özet kitabında yayınlanmıştır.

Geliş Tarihi: 09 Kasım 2012  
Kabul Tarihi: 02 Ocak 2013

Dr. Özlem KÖKSAL  
Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Acil Tıp Anabilim Dalı, Bursa.  
Tel: 0 532 5876137  
e-posta: koksalozlem@gmail.com

Karbon monoksit (CO) bir karbon atomunun oksijen atomuna iki kovalent bağ ile bağlandığı, özellikle demir başta olmak üzere bakır, mineraller ve iyonlar ile bağ oluşturma kapasitesine sahip, berrak, kokusuz ve havaya karışan zehirli bir gazdır. İnhalasyonla maruziyet sonrasında alveolokapiller membrandan hızla kana karışır. Hemoglobine afinitesi oksijenden 230 ile 270 kat fazla olması nedeniyle oksijen hemoglobin disosiasyon eğrisini sola kaydırarak hemoglobinin oksijen taşıma kapasitesini azaltıp yaygın doku hipoksisine neden olur.<sup>1</sup> Santral sinir sistemi ve kardiyovasküler sistemi etkileyerek bilinç değişikliği, kardiyak depresyon, letarji, konfüzyon, koma ve ölüme

yalı açabilmektedir.<sup>2</sup> Bölgeimizde özellikle kış aylarında CO zehirlenmeleri ile sık karşılaşılmaktadır.

Karbonmonoksit zehirlenmelerinin kardiyak iskemii sonucunda kreatin kinaz (CK), kreatin kinaz myoglobin (CK-MB), Troponin I gibi kardiyak biyokimyasal belirteçlerde ve elektrokardiyografide (EKG) değişiklikler oluşturduğu bildirilmektedir.<sup>1-3</sup> Miyokard yaralanması sonrası kalp tipi yağ asidi bağlayıcı protein (heart type fatty acid binding protein, H-FABP) hızla plazmaya yayıldığından kardiyak hasarın erken tanısında son zamanlarda ön plana çıkan biyokimyasal bir belirteçtir.<sup>4-6</sup> Konsantrasyonu ilk 1.5 saatte artar, 5-6 saat içerisinde ise doruk noktaya ulaşır ve 6 saatten sonra azalma eğilimindedir. Miyokard hasarının erken teşhisinde önemli yeri olabileceği düşünülmektedir.<sup>7-9</sup> Yapılan birçok çalışmada kardiyak hasarın erken dönem belirteçleri arasında önemli ve güvenilir bir belirteç olarak görülmektedir.<sup>10-14</sup>

Bu çalışmada CO zehirlenmesi nedeniyle oluşan kardiyak iskemii ve komplikasyonlarının erken tespit edilebilmesi amacıyla karboksihemoglobin düzeyleri, biyokimyasal belirteçler, EKG ve H-FABP birlikte değerlendirilerek kardiyak hasarın erken tespitinde H-FABP'nin avantaj sağlayıp sağlamadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Gereç ve Yöntem

Prospektif olarak yürütülen bu çalışmaya Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Servisine (AS) Eylül 2010-Mart 2012 arasında başvuran ve CO zehirlenmesi tanısı alan hastalar alınmıştır. Araştırma Uludağ Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun onayı ve çalışmaya dahil edilen hastalardan aydınlatılmış onam formu alınarak yapılmıştır. AS'e başvuran ve CO zehirlenmesi tanısı alan hastaların eş zamanlı EKG, kardiyak belirteçleri (CK-MB, Troponin I), kan gazı düzeyleri çalışıldı. Kan gazı çalışılan ve karboksi hemoglobin (COHb) düzeyi yüksek tespit edilen hastaların kan örnekleri H-FABP CardioDetect® med (Rennesens GmbH, Berlin, Germany) kiti ile yatak başı hastadan alınan kandan kit üzerinde çalışılarak 20 dakika sonra okundu ve sonuçları pozitif veya negatif olarak kaydedilmiştir. İlk elektrokardiyografi değerlendirmesi yapıldıktan sonra, hastaların tedavi süresince kontrol EKG'leri 2 saatte bir çekilerek iskemik değişiklikler değerlendirilmiştir. ST-T değişikliği olan hastalardan 6'ncı saat kardiyak belirteçleri tekrar çalışılmıştır. Çalışmaya alınan hastaların yaş, cinsiyet, hastaneye başvuru şekilleri, başvuru şikayetleri, başvuru öncesinde oksijen tedavisi alıp almadıkları, geliş süreleri, ek hastalıkları, sigara kullanım öyküsü, tedavi şekli ve hastaların tedavi devamında yatış ve taburculukları kayıt altına alınarak SPSS 13.0 programı ile analiz edilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenler ortalama  $\pm$  standart sap-

ma, normal dağılım göstermeyenler ise medyan (minimum-maksimum) olarak verildi. Toplam 60 hasta çalışmaya alınmış ve istatistiksel değerlendirme yapılmıştır.

**Tablo I-** Karbon monoksit zehirlenmesi nedeniyle başvuran hastaların karakteristik özellikleri.

Değişkenler (n = 60)	
Yaş (yıl)	34.5 $\pm$ 16.1
Kadın	34,0 $\pm$ 15.6
Erkek	36,0 $\pm$ 16.2
Cinsiyet	
Kadın	37 (%61.7)
Erkek	23 (%38.3)
CO kaynağı	
Soba	50 (% 83.3)
Kombi	6 (% 10.0)
Şofben-baca	4 (% 6.7)
Geliş şekli	
Ambulans	35 (% 58.3)
Kendi imkanları ile	25 (% 41.7)
Hastane öncesi O <sub>2</sub> tedavisi alan	35 (% 58.3)
Sigara kullanımı öyküsü olanlar	41 (%67.3)
Sistolik kan basıncı (mmHg)	120 (90-165)
Diastolik kan basıncı (mmHg)	70 (50-90)
Kalp hızı (vuru/dk)	87.7 $\pm$ 11.9
GKS	15 (13-15)
EKG	
Normal	29 (% 48.3)
ST-T değişikliği	24 (% 40)
Ritm bozukluğu	5 (% 8.4)
AKG	
pH	7.39 $\pm$ 0.45
PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	35.8 $\pm$ 7.3
PaO <sub>2</sub> (mmHg)	102.4 (14.8-339)
COHb (%)	21.8 (7.3-42.7)
HCO <sub>3</sub>	21.6 $\pm$ 2.6
Laboratuvar	
CK (IU/L)	87.5 (24-734)
CK-MB (IU/L)	16 (1-53)
Troponin I (ng/ml)	1 (%1.7)
Anyon açığı	19 $\pm$ 5.4
Laktat (mg/dl)	17.7 (6-50)
Tedavi şekli	
NBO	37 (%61.7)
HBO	23 (%38.3)
Entübasyon	1 (%1.7)
H-FABP (+)	1 (%1.7)

CO; karbonmonoksit, NBO; normobarik oksijen, HBO; hiperbarik oksijen, GKS; glaskow koma skoru, AKG; arter kan gazı. Kategorik değişkenler n(%), normal dağılım gösteren değişkenler ortalama $\pm$ standart sapma, normal dağılım göstermeyenler ise **medyan (minimum-maksimum)** olarak verilmiştir.

## Bulgular

Karbon monoksit zehirlenmesi tanısı alan 60 hastanın ortalama yaşı 34.5 $\pm$ 16.1 idi. Çalışmaya alınan hastaların 37 (%61.7)'si kadın 23 (%38.3)'si erkekti (Tablo I). Hastaların AS'e semptomların başlangıcından sonra başvuru süreleri 21 hastada (%35.0) ilk bir saat, 31 hastada (%51.7) 1-4 saat arasında ve 8 hastada (%13.3) 4-8 saat olarak gerçekleşti. Başvuru öncesi

## Karbon Monoksit Zehirlenmesi

oksijen tedavisi alan 35 (%58.3) hasta olduğu tespit edildi. AS'e başvurularda en sık gözlenen şikayet 15 hastada (%25) baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı/kusma şeklinde oldu. Karbon monoksit kaynağı 50 hastada (% 83.3) soba idi ve tüm başvurulardaki medyan COHb düzeyleri 21.8 (min-maks=7.3-42.7) olarak tespit edildi. 23 (%38.3) hasta hiperbarik oksijen (HBO) tedavisi alırken, 37 (%61.7) hasta normobarik oksijen (NBO) ile tedavi edildi. Hastaların AS' e başvuru anındaki Glaskow Koma Skorları (GKS) değerlendirildi ve sadece 1 hastanın GKS' u 13 iken, diğer hastaların GKS' u 15 olarak tespit edildi. GKS=13 olarak AS'e başvuran hastanın yapılan tetkiklerinde; EKG' sinde ST elevasyonlu miyokard enfarktüsü bulgusu, H-FABP (+), CK-MB, Troponin I düzeyleri yüksek olarak bulundu. Hasta entübe edilerek yoğun bakım ünitesine yatırıldı. İki hastanın amnezi, baş ağrısı ve bulanık görme şikayetlerinin devam etmesi üzerine çekilen kranial bilgisayarlı tomografileri normal olarak değerlendirildi. Tedavinin klinik gözlem altında olmasına karar verilerek hastanemiz bünyesinde yer olmaması nedeniyle sevk edildi.

## Tartışma ve Sonuç

Karbon monoksit zehirlenmesi günümüzde kış aylarında özellikle ısınma amaçlı soba, şofben, kombi kullanılması veya egzoz gazı, baca veya yangınlarda duman maruziyeti nedeniyle azımsanmayacak ölçüde karşılaşılan, akut veya kronik süreçte bir çok komplikasyonla seyreden acil durumlardan birisi olarak gıncelliğini korumaktadır. Bu nedenle bu çalışmada CO zehirlenmesi tanısı alıp tedavisi yapılan hastaların kardiyak hasarının erken tespitinde H-FABP'nin avantaj sağlayıp-sağlamadığının araştırılması amaçlanmıştır.

Karbon monoksit zehirlenmesi belirtileri non-spesifiktir. Bulantı kusma, baş ağrısı, baş dönmesi, kalp ileti bozuklukları, kardiyak hasar sonucu kardiyak depresyon ve perfüzyon bozukluğu, senkop, letarji, stupor, koma ve ölüme kadar değişken semptomlara neden olabilir.<sup>2</sup> CO etkileri nedeniyle bozulmuş doku perfüzyonu sonucu oluşan kardiyak hasar nedeniyle kalp pompa fonksiyonundaki bozulma da doku perfüzyonunu kötüleştirmekte ve klinik kötüleşmeyi artırmaktadır. Geçmişte CO zehirlenmesinde nörolojik sistem etkilenme düzeyi prognoz için önem taşıırken, günümüzde kardiyak sistem etkilerinin daha önemli olduğu düşünülmektedir.<sup>5,6,16,17</sup>

Karbon monoksit zehirlenmesi sonrası oluşabilecek kardiyak hasarı belirlemek amacıyla EKG, CK, CK-MB, Troponin I önerilen tetkiklerdendir. Kardiyak iskemi bulguları olanlarda ise ekokardiyografi (EKO) ve koroner anjiyografinin yararlı olacağı düşünülmektedir.<sup>5,6,16</sup> Ancak kardiyak hasarı belirlemek ve tedavi planı oluşturmak için daha hızlı sonuç veren tetkiklere ihtiyaç duyulmaktadır. H-FABP erken dönemde kada

tespit edilebilen ve yapılan birçok çalışmada kardiyak hasarın tespitinde faydalı bir belirteç olarak bildirilmiştir.<sup>4-6,10-15</sup> Ancak CO zehirlenmelerinde H-FABP ile kardiyak hasar tespiti açısından kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yordan ve ark.'nın<sup>18</sup>, yaptıkları deneysel bir çalışmada Grup A: 3000 ppm, Grup B: 5000 ppm CO'e maruz bırakılmış ve Grup C kontrol grubu olarak çalışmaya dahil edilmiş ve deneklerden maruziyet öncesi, sonrası ve 6 saat sonrası H-FABP, Troponin I düzeyleri bakılarak, 7 günlük mortalite kaydedilmiştir. Grup A ve B'de H-FABP maruziyetten hemen sonra yüksek bulunurken, Troponin I'nın ancak 6 saat sonra arttığı gözlenmiştir. Grup B'de H-FABP yüksekliği ve mortalite daha fazla gözlenmiştir. Açıklan ve ark.'nın<sup>4</sup> 24 hastayı dahil ettikleri klinik bir çalışmada; CK-MB düzeylerinin 11, H-FABP düzeylerinin 3, Troponin I düzeylerinin 2 hastada yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Troponin I negatif, H-FABP pozitif olan hastanın Troponin I düzeyinin takipler esnasında kısa sürede pozitif olduğu tespit edilmiş ve H-FABP'yi kardiyak hasarın erken tanısında kullanmayı önermişlerdir. Çalışmamızda, sadece bir hastanın H-FABP ve kardiyak belirteçlerinde yükselme tespit edilmiş ve EKG'sinde ST-T değişikliği olan hastaların gönderilen kontrol kardiyak belirteçlerinde ise yükselme tespit edilememiştir.

Köylü ve ark.'nın<sup>15</sup> yaptığı klinik bir çalışmada; CO zehirlenmesiyle AS'e başvuran hastalara başvuru anında EKG ve ekokardiyografi çekilmiş ve COHb, CK-MB, Troponin I, H-FABP düzeyleri çalışılmıştır. Hastalar duvar hareketleri ve EKG bulguları normal ve anormal olarak 2 gruba ayrılmış ve 6 ve 24 saat sonra tetkikler tekrarlanmıştır. Başvuruda; troponin I 29 (%36.3), H-FABP 56 (%70), başlangıca göre 6 saatteki yükselme; Troponin I 23 (%28.8), H-FABP 4 (%5) olarak bulunmuştur. 6 ve 24 saatte H-FABP ve COHb düzeyleri azalma eğilimindeyken, Troponin I 6 saatte artış, 24 saatte azalma eğiliminde bulunmuştur. H-FABP'deki bu azalma normal ekokardiyografi ve EKG bulguları olanlarda daha hızlı bulunmuştur. İlerleyen saatlerde azalma seyrinde olmasına rağmen 6 ve 24 saatteki H-FABP düzeyleri normal ekokardiyografi ve EKG bulguları olanlara göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Çalışmamızdaki EKG değişikliği olan hastalar 6 saat sonra kontrol kardiyak belirteçler ve çekilen kontrol EKG ile tekrar değerlendirilmiş, ancak ekokardiyografik değerlendirme yapılmamıştır. Köylü ark.'nın çalışmasında H-FABP düzeyi laboratuvarında, bizim çalışmamızda ise hasta başı kiti ile yapılmıştır. Onlar H-FABP değerlerini sayısal olarak belirtirken, çalışmamızda pozitif ve negatif olarak değerlendirilmiştir. Bizim çalışmamızda hasta grubunun analizinde 27 (%45) hastada ek hastalık bulunmazken, 22 (% 35) hastanın koroner arter hastalığı (KAH) ve hipertansiyon (HT) öyküsü vardı. CO maruziyet şekli, hasta yaş grupları ve ko-morbidite açısından diğer çalışmalarla anlamlı bir farklılık görülmemiştir. EKG değerlendirmesi sonucu ST elevasyonu ve kan gazında CO %19.7 olan hastanın karşılan

H-FABP sonucu pozitif olarak değerlendirilmiştir. Çalışmaya alınan hasta grubunda COHb düzeyi % 42.7 gibi yüksek değerlerde olmasına rağmen takiplerinde kardiyak hasar tespit edilememiştir. COHb değeri %19.7 olan bu vakada kardiyak hasar oluşması hastanın özgeçmişinde bulunan koroner arter hastalığı, hipertansiyon, serebrovasküler hastalık, hiperlipidemi nedeniyle hipoksiye olan toleransındaki kısıtlılığa bağlı olduğunu düşündürmektedir. Yapılan bu çalışmalarda amaç kardiyak hasarın erken tespitinde H-FABP'nin iyi bir belirteç olup-olmadığını göstermektir. Bizim çalışmamızın diğer çalışmalardan farklı olarak sadece bir hastada kardiyak belirteçler ve H-FABP pozitifliği gözlenmesi ve EKG değişikliği olan hastaların takiplerinde pozitifleşen kardiyak belirteçlerin olmaması nedeniyle karşılaştırma yapmaya imkan tanınamamasıdır.

Çalışma kapsamına alınan hasta sayısının azlığı, çalışma kapsamında elde edilen verilerden ve klinik muayenesinde kardiyak depresyon/iskemi tespit edilen ve CK, CK-MB, Troponin I değerleri ile h-FABP birbirleri ile korele olarak pozitif saptanan hasta sayısının sadece bir olması nedeniyle karşılaştırma yapılmasına olanak sağlamaması bu çalışmanın en önemli kısıtlılığıdır.

Sonuç olarak; CO zehirlenmesi ile AS'e başvuran hastalarda belki de en önemli olan hastanın takip gerektirip gerektirmediğine karar verebilmektir. Bu çalışmada H-FABP'nin CO zehirlenmesine bağlı oluşan kardiyak hasarı tespit etmek, erken dönemde tanı ve tedavi planı oluşturmaya yardımcı bir belirteç olup olmadığını gözlemlenmek amaçlanmıştır. Bununla birlikte H-FABP nin sadece bir hastada pozitif olması ve bu hastada kardiyak hasarın gösterilmesi H-FABP nin kardiyak hasarı göstermesi açısından anlamlı olmakla beraber istatistiki değerlendirmeye izin veremeyen sayıda pozitif ve negatif değerler elde edilememesi nedeniyle sensitivite ve spesifitesi hakkında yorum yapılamamıştır. Ancak takiplerinde Troponin I düzeyleri yükselmeyen ve çalışılan H-FABP değerleri negatif olan diğer hastalar göz önüne alınırsa karşılaştırılan tabloda H-FABP nin negatif tanısız değer taşıyacağı da göz önünde bulundurulmalıdır. Biz bu çalışmanın sonuçlarıyla H-FABP nin kardiyak hasarın erken tespit edilmesinde daha fazla veriye gereksinim olduğunu, sensitivite ve spesifitesi hakkında bilgi edinilmesi açısından daha geniş kapsamlı ve çok sayıda olgu serileri ile yapılacak çalışılmaların gerektiğini düşünüyoruz.

## Kaynaklar

- Giuseppe Lippi , Gianni Rastelli , Tiziana Meschi , Loris Borghi , Gianfranco Cervellin: Pathophysiology, clinics, diagnosis and treatment of heart involvement in carbon monoxide poisoning. *j.clinbiochem*.2012.06.004
- C. Reboul, J. Thireau, G. Meyer, A. Lucas, P. Obert, O. Cazorla, S. Richard: Carbon monoxide exposure in the urban environment: An insidious foe for the heart?. *j.resp*.2012.06.010
- Kye Taek Ahn, Jae-Hyeong Park , Min Su Kim, Yun Seon Park, Yeon Ju Kim, In Suk Lee, Jun Hyung Kim, Jae-Hwan Lee, Si Wan Choi, Jin-Ok Jeong, In-Whan Seong: Prevalence and clinical outcomes of left ventricular systolic dysfunction after carbon monoxide exposure. *j.ijcard*.2011.09.021
- Ayça Açıkalin, Salim Satar, Ahmet Sebe, Ataman Köse and Onur Akpınar: H-FABP in cases of carbon monoxide intoxication admitted to the emergency room. *Hum Exp Toxicol* 2011 30: 443
- Satran D, Henry CR, Adkinson C, Nicholson CI, Bracha Y, Henry TD. Cardiovascular manifestations of moderate to severe carbon monoxide poisoning. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45(9):1513-1516.
- Kalay N, Ozdogru I, Cetinkaya Y, Eryol NK, Dogan A, Gul I, Inanc T, et al. Cardiovascular effects of carbon monoxide poisoning. *Am J Cardiol*. 2007;99(3):322-324.
- Nakata T, Hashimoto A, Hase M, Tsuchihashi K, Shimamoto K. Human heart-type fatty acid-binding protein as an early diagnostic and prognostic marker in acute coronary syndrome. *Cardiology*. 2003;99(2):96-104.
- Ishii J, Ozaki Y, Lu J, Kitagawa F, Kuno T, Nakano T, Nakamura Y, et al. Prognostic value of serum concentration of heart-type fatty acid-binding protein relative to cardiac troponin T on admission in the early hours of acute coronary syndrome. *Clin Chem*. 2005;51(8):1397-1404.
- Alhadi HA, Fox KA. Do we need additional markers of myocyte necrosis: the potential value of heart fatty-acid binding protein. *QJM*. 2004;97(4):187-198.
- Christopher Carroll, Mohamad Al Khalaf, John W Stevens, Joanna Leaviss, Steve Goodacre, Paul O Collinson, Jenny Wang : Heart-type fatty acid binding protein as an early marker for myocardial infarction: systematic review and meta-analysis. May 16, 2012 as 10.1136/emmermed-2012-201174
- Georg Haltern, Sigune Peiniger, Alexander Bufe, Gebhard Reiss, Hartmut Gülker and Thomas Scheffold: Comparison of Usefulness of Heart-Type Fatty Acid Binding Protein Versus Cardiac Troponin T for Diagnosis of Acute Myocardial Infarction. *Am J Cardiol* 2010;105:1-9
- Richard Bodya, Garry McDowell, Simon Carley, Christopher Wibberley, Jamie Ferguson, Kevin Mackway-Jones: A FABP-ulous 'rule out' strategy? Heart fatty acid binding protein and troponin for rapid exclusion of acute myocardial infarction. *j.resuscitation*.2011.03.015
- Yonathan Freund, Camille Chenevier-Gobeaux, François Leumani, Yann-Erick Claessens , Jean-Christophe Allo, Benoit Doumenc, Claudine Cosson, Pascale Bonnet, Bruno Riou, Patrick Ray: Heart-type fatty acid binding protein and the diagnosis of acute coronary syndrome in the ED. *j.ajem*.2011.10.001
- Kyung Su Kim, Hui Jai Lee, Kyuseok Kim, You Hwan Jo, Tae Yun Kim, Jin Hee Lee, Joong Eui Rhee, Gil Joon Suh, Mi Ran Kim, Christopher C. Lee and Adam J. Singer: Heart-type Fatty Acid Binding Protein as an Adjunct to Cardiac Troponin-I for the Diagnosis of Myocardial Infarction. *J Korean Med Sci* 2011; 26: 47-52
- Ramazan Koçlu, Basar Cander, Zerrin Defne Dundar, Ozgur Koçlu, Nazire Belgin Akilli, Korhan Ivelik: The Importance of H-FABP in Determining the Severity of Carbon Monoxide Poisoning. *J Clin Med Res* • 2011;3(6):296-302
- Yelken B, Tanriverdi B, Cetinbas F, Memis D, Sut N. The assessment of QT intervals in acute carbon monoxide poisoning. *Anadolu Kardiyol Derg*. 2009;9(5):397-400.
- Davutoglu V, Gunay N, Kocoglu H, Gunay NE, Yildirim C, Cavdar M, Tarakcioglu M. Serum levels of NTProBNP as an early cardiac marker of carbon monoxide poisoning. *Inhal Toxicol*. 2006;18(2):155-158.
- Yardan T, Meric M, Bozkurt A, Bilge S, Bas DB, Bedir A, Ozdemir T, et al. The role of heart-type fatty acidbinding protein in the evaluation of carbon monoxide poisoning in rats. *Hum Exp Toxicol*. 2011;30(2):124-128.