

# Diabetes Mellitus ve İş Yaşamı: Geleneksel Derleme

## Diabetes Mellitus and Working Life: Traditional Review

<sup>1</sup> Rabia EZBER<sup>a</sup>, <sup>2</sup> CebraİL ŞİMŞEK<sup>b</sup>, <sup>3</sup> Adem KOYUNCU<sup>b</sup>, <sup>4</sup> Merve EROL GÜLSEVEN<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Atatürk Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim Araştırma Hastanesi, Meslek Hastalıkları Kliniği, Ankara, Türkiye

<sup>b</sup>Atatürk Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim Araştırma Hastanesi, Göğüs Hastalıkları Bölümü, Ankara, Türkiye

**ÖZET** Diabetes mellitus; prevalansı gittikçe artan, multifaktöriyel etkilenimi olan bir metabolizma bozukluğudur. Tedavi sürecinin iyi yönetilmesi hâlinde komplikasyonlar gelişir. Hastanın hem sosyal yaşamı hem de iş yaşamı olumsuz etkilenir. Diyabet gelişimini kolaylaştıran düzeltilebilir faktörlerin bilinmesi, hastanın bu konuda eğitilmesi, hastalığın gelişmesinin geciktirilmesi ve önlenmesi için önemlidir. Son yüzyılda üretim, imalat, işleme, inşaat ve hizmet sektörü gibi birçok iş kolunda çalışan nüfus artmıştır. Artan endüstriyel üretim, aynı zamanda iş yaşamında rekabet ortamı, daha yoğun ve stresli çalışma koşulları, çalışanların kaygı düzeylerinde ve iş streslerinde artışı da beraberinde getirmiştir. Çalışanlar, günlerinin büyük bir kısmını iş yerinde geçirmektedir. Çalışma hayatının tümüyle riskten arındırılması çoğu zaman mümkün değildir; önemli olan, ortamdaki risklerin etkili şekilde kontrol altına alınması, çalışanların sağlığının korunmasıdır. Diyabet gelişimi ve seyri çevresel birçok faktörden etkilenmektedir. Bu nedenle iş yerindeki sağlık ve güvenlik tehlikelerinin (fiziksel risk etmenleri, kimyasal risk etmenleri, stres, vardiyalı çalışma vb.) değerlendirilmesi ve kontrol altına alınması son derece önemlidir. Mesleki maruziyetlerin diyabet hastalığı üzerine etkileri olduğu gibi diyabet hastalığının da çalışanın iş yaşamı üzerinde etkileri vardır. Çalışanın iş gücünde azalmalara, presentizm de artışa neden olabilmekte, ayrıca mikrovasküler ve makrovasküler komplikasyonlara bağlı olarak iş kazaları daha sık görülmektedir. Bunun için diyabetli bir çalışanın yapmakta olduğu işe uygunluğunun belirlenmesi, çalışma koşullarının düzeltilebilmesi için iş ortamında yapılabilecek düzenlemeler ve periyodik muayenelerinde dikkat edilecek hususlar önem taşımaktadır.

**ABSTRACT** Diabetes mellitus is a metabolic disorder with a multifactorial effect, the prevalence of which is increasing gradually. If the treatment process is not managed carefully, complications develop. Both the social and working life of the patients are adversely affected. Learning the correctable factors that facilitate the development of diabetes and educating the patient on this issue are important for delaying and preventing the development of the disease. In the last century, the population working in many employment sectors such as production, manufacturing, processing, construction and service sectors has increased. Increasing industrial production has also brought with the competitive environment in working life, more intense and stressful working conditions, increasing in the anxiety levels and work stress of the employees. Employees spend most of their day at work. It isn't often possible to completely eliminate risks from the working life, the important thing is to effectively control the risks in the environment and to protect the health of the employees. The development and follow-up of diabetes is affected by many environmental factors. For this reason, it is extremely important to evaluate and control health and safety hazards (physical risk factors, chemical risk factors, stress, shift work, etc.) in the workplace. As occupational exposures have effects on diabetes, diabetes also has effects on the working life of the employees. It can cause reductions in the workforce and an increase in presentism, and occupational accidents are more common due to microvascular and macrovascular complications. For this, it is important to determine the suitability of employees with diabetes for the job which they are doing, the arrangements that can be made in the work environment in order to improve the working conditions and the points to be considered in the periodic examinations.

**Anahtar Kelimeler:** Diabetes mellitus; mesleki maruziyetler; iş sağlığı

**Keywords:** Diabetes mellitus; occupational exposure; occupational health

Diyabet, insan vücudundaki insülin eksikliği ya da insülin etkisindeki bozulmalar sonucunda karbonhidrat, yağ ve proteinlerden yeterince faydalanılmayan, kronik ve geniş spektrumlu bir metabolizma bozukluğudur.<sup>1</sup>

Diyabet, çok büyük bir küresel sorun hâline gelmektedir. Uluslararası Diyabet Federasyonuna [In-

ternational Diabetes Federation (IDF)] göre 2019 yılı itibarıyla dünya genelinde 20-79 yaş arası 463 milyon erişkinin diyabet hastası olduğu tahmin edilmektedir ve 2045 yılına kadar bu rakamın 700 milyon olması beklenmektedir. Yaşlanan nüfus, kentleşme ve değişen yaşam tarzları, diğer kronik hastalıklarla birlikte diyabet epidemisini de hızla artırmaktadır.

**Correspondence:** Rabia EZBER

Atatürk Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim Araştırma Hastanesi, Meslek Hastalıkları Kliniği, Ankara, Türkiye

**E-mail:** r.altinordu000@gmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Internal Medicine.

**Received:** 25 Nov 2021

**Received in revised form:** 08 Feb 2022

**Accepted:** 10 Feb 2022

**Available online:** 15 Feb 2022

2458-8733 / Copyright © 2022 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

IDF verilerine göre 65 yaş üstü her 5 kişiden 1'inin diyabet hastası olduğu, diyabetli 2 kişiden 1'ine (232 milyon) henüz tanı konulmadığı, 2019 yılında diyabete bağlı 760 milyar dolarlık sağlık harcaması yapıldığı ve hâlen 374 milyon insanın Tip 2 diabetes mellitus (T2DM) geliştirme riski altında olduğu saptanmıştır.<sup>2</sup> Türkiye'de 2010 yılında yapılan Türkiye Diyabet, Hipertansiyon, Obezite ve Endokrinolojik Hastalıklar Prevalans (TURDEP) II çalışması verileri ise diyabet farkındalığının azaldığını göstermiş ve Türk erişkin toplumunda diyabet sıklığı TURDEP I çalışmasında %7,2 iken, TURDEP II çalışmasında %13,7 olarak çıkmıştır. Bu sonuçlar, Türkiye Kronik Böbrek Hastalığı Prevalansı (%12,7) ve Türk Erişkinlerinde Kalp Hastalığı ve Risk Faktörleri (%11) çalışmalarının sonuçları ile de uyumludur.<sup>3</sup>

T2DM, tüm diyabet vakalarının yaklaşık %90'ını oluşturan en yaygın diyabet türüdür. T1DM, toplumun yaklaşık %10'unda görülmektedir. Bunlar dışında gestasyonel diyabet ve çok sayıda spesifik diyabet tipleri bulunmaktadır. Diyabet türleri arasında, fenotipik ve genotipik belli farklılıklar olduğu bilinse de bazı olgular bu ayrıma uymaz, bu yüzden tiplendirilmenin yapılması zaman alabilir.<sup>1</sup> Hastalar poliüri, polidipsi, polifaji veya iştahsızlık, hâlsizlik, çabuk yorulma, noktüri, ağız kuruluğu gibi klasik semptomları ve bulanık görme, açıklanamayan kilo kaybı, inatçı enfeksiyonlar, tekrarlayan mantar enfeksiyonları, kaşıntı gibi daha az görülen semptomlar ile başvurabilirler.<sup>1</sup>

Diyabet tanısı birkaç yöntemle konulmaktadır. Bunlar Tablo 1'de detaylı olarak anlatılmıştır. Bu tabloda, aşikâr diyabet tanısı için 4 kriterden 1'inin olması yeterli iken, prediyabet tanısı için her 2 kriteri de sağlaması gerekmektedir (Tablo 1).<sup>1</sup>

Diyabet tanı veya tedavi sürecinde regülasyon sağlanamaması durumunda diyabetik ketoasidoz, hiperosmolar hiperglisemik durum, hipoglisemi ve laktik asidoz gibi akut komplikasyonlar, mikrovasküler komplikasyonlar (retinopati, nefropati, nöropati) ve makrovasküler komplikasyonlar (kardiyovasküler hastalık, periferik arter hastalığı, karotid ve vertebral arter tutulumu) gibi kronik komplikasyonlar gelişebilmektedir.<sup>1</sup> Tedavi sürecinde regülasyonun sağlanması son derece önemlidir. Hemogloblin A1c'de (HbA1c) %1'lik düşme T1DM'de retinopati gelişme riskini %35, nefropati riskini %24-44, nöropati riskini %30 azaltırken; T2DM'de diyabete bağlı ölüm oranını %25, tüm nedenlere bağlı mortalite oranını %7, miyokard infarktüsü riskini %18, mikrovasküler komplikasyon riskini %35 oranında azaltmaktadır.<sup>1,4</sup> Diyabet tanısının erken konulması, tedavi sürecinin ve regülasyonun sağlanması, komplikasyonların önlenmesi açısından çok önemlidir.

Son yüzyılda üretim, imalat, işleme, inşaat ve hizmet sektörü gibi birçok iş kolunda çalışan nüfus artmıştır. Artan endüstriyel üretim, aynı zamanda iş yaşamında rekabet ortamı, daha yoğun ve stresli çalışma koşulları, çalışanların kaygı düzeylerinde ve iş streslerinde artışı da beraberinde getirmiştir.<sup>5</sup> Ayrıca son yüzyılda toplumda görülen kronik hastalıkların prevalansı ve küresel hastalık yükü de artmıştır.<sup>3</sup> Dolayısıyla çalışan nüfusun kronik hastalıklarının yönetimi, iş yaşamının kronik hastalıklar üzerine etkileri, kronik hastalıkların iş yaşamına etkileri ve getirdiği maliyetler de araştırılması gereken konular olarak gündeme gelmiştir. Araştırmacılar, yıllardır diyabeti başlatan ve kötüleştiren risk faktörlerini araştırmışlardır. Çevresel maruziyetlerin

**TABLO 1:** Diabetes mellitus ve yüksek risk grubu tanı yöntemleri.<sup>1</sup>

|                               | Aşikâr DM                 | İzole BAG     | İzole BGT     | BAG+BGT       | YRG      |
|-------------------------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|----------|
| HbA1c*                        | ≥%6,5                     |               |               |               | %5,7-6,4 |
| Rastgele PG                   | ≥200 mg/dL+DM semptomları |               |               |               |          |
| APG (≥8 saat açlıkta)         | ≥126 mg/dL                | 100-125 mg/dL | <100 mg/dL    | 100-125 mg/dL |          |
| OGTT 2. saat PG (75 g glukoz) | ≥200 mg/dL                | <140 mg/dL    | 140-199 mg/dL | 140-199 mg/dL |          |

TEM Diabetes Mellitus ve Komplikasyonlarının Tanı, Tedavi ve İzlem Kılavuzu 2020'den faydalanılarak hazırlanmıştır. \*HPLC (yüksek performanslı likid kromatografi) yöntemine göre kalibre edilmesi şart koşulmaktadır. DM: Diabetes mellitus; BAG: Bozulmuş açlık glukozu; BGT: Bozulmuş glukoz toleransı; YRG: Yüksek risk grubu; PG: Plazma glukozu; OGTT: Oral glukoz tolerans testi.

birçok hastalıkta olduğu gibi diyabet gelişimi ve seyri üzerine etkileri de hâlen araştırılmaktadır.<sup>6,7</sup>

5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu'nun 14. maddesine göre "Meslek hastalığı, sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal engellilik hâlleridir." şeklinde tanımlanmaktadır.<sup>8</sup> 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda ise "Meslek hastalığı; mesleki risklere maruziyet sonucu ortaya çıkan hastalığı ifade eder."<sup>9</sup> "İş ile ilgili hastalık tanımı ise bilinen ve kabul edilen meslek hastalıkları dışında, ortaya çıkışlarında ve gelişmelerinde; çalışma ortamı, çalışma biçimi ve diğer etkenlerin neden olduğu hastalıklardır." şeklinde tanımlanmaktadır.<sup>10</sup> Bu tanımlar ışığında, diyabetin bir meslek hastalığı olduğunu söylemek mümkün olmamakla birlikte; iş ile ilgili hastalık olabileceği, mevcut çalışma koşullarının diyabetin ortaya çıkmasını kolaylaştırabileceği ya da diyabet tanılı çalışanlarda diyabet regülasyonunu ve kontrolünü güçleştirebileceği söylenebilir.

## MESLEKİ MARUZİYETLERİNİN DİYABET HASTALIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Diyabet hastalığı, hem etiyojisinde hem de hastalığın kontrolü ve komplikasyonların önlenmesi aşamalarında çevresel pek çok faktörden etkilenmektedir. Çalışanların günlerinin önemli bir kısmını geçirdikleri iş yaşamında maruz kaldıkları kimyasal ve fiziksel etkenler; stres, vardiyalı çalışma, gürültü, hava kirliliği gibi etkenlerin de diyabet hastalığı üzerine etkileri olmaktadır.

### KİMYASAL ETKENLER

**Bisfenol A:** Yaklaşık 50 yıldır çeşitli endüstri alanlarında yaygın olarak kullanılan bisfenol A [bisphenol A (BPA)], ilk kez 1891 yılında sentezlenmiştir.<sup>11</sup> Plastik maddelere dayanıklılık ve sağlamlık kazandırdığının anlaşılmasıyla birlikte polivinil karbonat, diş dolgu malzemesi olarak metal konserve kutularının iç yüzeyinde, bebek biberonlarında, termal kâğıtlarda ve bazı oyuncaklarda oldukça sık kullanılmaktadır.<sup>12-14</sup> BPA, pankreasta adacık hücrelerine bağlanarak bozulmuş insülin veya glukagon salınımına neden olabilir ve bu da insüline dirençli bir du-

ruma yol açabilir. Yapılan hayvan çalışmalarında, düşük doz BPA'ya maruz bırakılan erişkin farelerde, pankreas beta hücre disfonksiyonu ile ilişkili olarak hem hiperinsülinemi hem de insülin direnci görülmüştür.<sup>6</sup> Hwang ve ark. tarafından yazılan bir metaanalizde, BPA'ya maruz kalmanın artan T2DM riski ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca hem idrar hem de serum BPA seviyeleri, T2DM riski ile pozitif korelasyonlu bulunmuştur.<sup>7</sup>

**Arsenik:** Maden çalışanlarında, cevher eritme işi yapanlarda, tarım ürünleri ve ahşap koruyucuların üretimi ve kullanımı aşamalarında, hayvan yemi katkı maddelerinin kullanımı sırasında, elektronik yarı iletkenlerin üretimi ve cam ve pigment fabrikaları dâhil olmak üzere çeşitli mesleklerde arsenik maruziyeti bildirilmiştir.<sup>15-17</sup> Kirkley ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, 8 hafta boyunca içme suyunda sub-toksik seviyelerde inorganik arseniğe maruz kalan farelerde, kontrol grubuna kıyasla glukoz intoleransı gözlenmiş ve periferik insülin direncine rastlanılmamıştır. Bu çalışmada, arsenik maruziyetinin periferik insülin direncini artırmaktan ziyade β-hücrelerinden insülin sekresyonundaki fonksiyonel bozulmalar yoluyla glukoz toleransını bozduğu gösterilmiştir.<sup>18</sup>

**Cıva:** Cıva madenlerinde çalışanlar, altın ve gümüş işleme işinde çalışanlar, termometre, barometre, manometre yapımında çalışanlar ve dişçilikte amalgam kullananlar cıvanın zararlarına maruz kalabilirler. Cıva, pankreas β hücreleri üzerinde oksidatif strese yol açarak, glukoz metabolizmasında bozulma neden olabilir. He ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, 288 diyabet vakasında ayak tırnağındaki cıva seviyeleri arasındaki bağ ortaya konulmuştur. Çalışmada cinsiyet, ırk, sigara ve alkol tüketimi, fiziksel aktivite ve ailenin diyabet öyküsü gibi diğer risk faktörlerinin de göz önünde bulundurulduğu belirtilmiştir.<sup>19</sup>

**Kadmiyum:** Kadmiyum veya kadmiyum alaşımlarının işlenmesi, kadmiyum kaplı objeleri kesme ve kaynak yapımı esnasında, nikel kadmiyum akümülatörlerinin üretimi sırasında, çözünebilir kadmiyum bileşikleriyle yapılan işlerde, kadmiyum pigmentleri ve kadmiyum içeren stabilizatörlerin kullanımı sırasında, kadmiyum içeren çöp ve hurdaların yakılması sırasında, kadmiyum içeren kaplamaların

çıkarılması ve kaynak kullanılarak kadmiyum içeren metal parçalarının kesilmesi esnasında, kadmiyumun elektrolitik üretim sürecinde, kadmiyum ve kadmiyum bileşiklerinin üretimindeki yıkım işlerinde, plastik ve boyalara renk vermek için kadmiyum içeren pigmentlerin kullanımında, kadmiyum içeren emaye, seramik boya ve cila üretimi ve işlenmesinde, çözünebilir kadmiyum bileşiklerinin film, cam, kauçuk ve kuyumculukta kullanımı sırasında, kadmiyum içeren materyalin mekanik olarak işlenmesi sırasında maruziyet görülmektedir. *In vitro* çalışmalar, insülin üreten  $\beta$ -hücrelerinde sadece doza değil, aynı zamanda zamana bağlı bir kadmiyum birikimini de göstermiştir, kadmiyum birikimi  $\beta$ -hücrelerinde oksidatif strese yol açarak insülin salınımını bozmaktadır.<sup>20</sup> Guo ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, idrar örneklerinde 1  $\mu$ g kadmiyum başına diyabet riskinin %16 oranında arttığına dikkat çekilmiş ve sonuç olarak, diyabetin yaygın olarak görülmesiyle kadmiyum maruziyeti arasındaki ilişki gösterilmiştir. Ancak bu bulguların teyit edilmesi için çalışmaların sürdürülmesi gerektiği de vurgulanmıştır.<sup>21</sup> Xiao ve ark. tarafından yapılan başka bir çalışmada ise genel popülasyondaki erişkinler için nispeten yüksek kronik kadmiyum maruziyetinin anlamlı şekilde açlık kan şekerini yükselttiği gösterilmiş, T2DM gelişiminde de bir artış olduğu gösterilmiş, ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.<sup>22</sup>

**Nikel:** Çevrede yaygın olarak dağılır ve kömür, akaryakıt ve atık yakılırken veya kanalizasyon boşaltılırken ortam havasına ve toprağa salınabilir.<sup>23-25</sup> Nikel maruziyeti; tütün, dişçilik veya ortopedik implantlar, paslanmaz çelik mutfak gereçleri, imitasyon takılar ve nikel ihtiva eden madeni paraların kullanımından kaynaklanabilir.<sup>23,25-27</sup> Hayvan çalışmaları, nikel maruziyetinin hepatik glikolizi ve pankreatik glukagon salınımını artırma ve periferik glukoz kullanımını azaltması sonucunda hiperglisemiye indükleyebileceğini göstermiştir.<sup>28-32</sup> Liu ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, artmış idrar nikel konsantrasyonuna sahip katılımcılarda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek glukoz, HbA1c, insülin ve İnsülin Direncinin Homeostatik Modeli Değerlendirmesi ile idrar albumin ve kreatinin seviyeleri tespit edilmiştir.<sup>33</sup>

## FİZİKSEL ETKENLER

**Gürültü:** Hipotalamo-hipofizer-adrenal [hipotalamus-pituitary-adrenal (HPA)], aks aktivasyonuna yol açan çevresel bir stres etkeni olarak hareket eder, kortizol seviyelerini artırır ve böylece  $\beta$ -hücrelerinin insülin salgılamasını ve periferik insülin duyarlılığını bozabilir. Ek olarak; uyku bozukluğu, normal uyku düzeninin bozulması ve kronik uyku yoksunluğu, artan açlık glukozu, iştah bozulması ve metabolik ve endokrin fonksiyonların düzensizliği yoluyla diyabeti indükleyebilir.<sup>34-36</sup> Diğer yandan, Kacem ve ark. tarafından 2021 yılında yapılan bir çalışmada, 2 çalışan grubu değerlendirilmeye alınmış; 1 grup elektrik santral merkezinde gündüz vardiyasında çalışan 151 işçi, diğer grup ise üniversite hastanesinin iş yeri hekimliği departmanında periyodik olarak işe uygunluk muayeneleri sırasında rastgele seçilen 151 çalışana içermektedir. Ortalama eş değer sürekli ses seviyesi, elektrik santralinde çalışan işçiler için 89 dB ve diğerleri için 44,6 dB olarak ölçülmüştür. Elektrik santralinde çalışan 24 (%15,9) işçiye ve diğer gruptan 14 (%9,3) işçiye diyabet tanısı konulmuş, istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu çalışmada, gürültünün diyabetle ilişkili olduğu gösterilememiştir.<sup>37</sup>

**Elektromanyetik alan:** Meo ve ark.nın yaptığı bir çalışmada, radyo frekansı elektromanyetik alanının T2DM gelişimi yönünden değerlendirilmesi yapılmış ve yüksek elektromanyetik alana maruz kalan öğrencilerin yüksek HbA1c ve T2DM geliştirme riski taşıdığı sonucuna varılmıştır.<sup>38</sup>

**Isı stresi:** Diyabet öyküsü olan çalışanlar, sıcak ortamda çalışırken çeşitli organlara ekstra yük getireceğinden yüksek risk altındadır. Isı stresi riski altındaki işçiler arasında tarım, tuğla endüstrisi, inşaat gibi açık hava çalışanları ve itfaiyeciler, fırın işçileri, madenciler, kazan dairesi çalışanları, fabrika işçileri gibi kapalı alanlarda çalışanlar yer almaktadır.<sup>39</sup>

## DİĞER ETKENLER

**Stres:** Björntop, stresli deneyimler ile diyabetin başlangıcı arasındaki fizyolojik bağlantıları şöyle açıklamıştır. Stres faktörlerine verilen psikolojik tepki, HPA aksın aktivasyonuna neden olur ve bunun sonucunda yüksek kortizol ve düşük seks steroid seviyeleri gibi çeşitli endokrin anormalliklere yol açar,

aynı zamanda insülin direncine katkıda bulunarak diyabette önemli rol oynayan viseral yağlanmada artış görülür.<sup>40,41</sup>

Stresin glisemi üzerindeki fizyolojik etkisine ek olarak, diyabet yönetimi becerisine de etkisi mevcuttur. Stresli zamanlarda sık kan şekeri izlemi yapmak, diyetle uymak, kullandığı ilaçları zamanında ve düzenli almak zordur. Diğer yandan, diyabetin yönetiminin kendisi bir stres kaynağı hâline gelebilir.<sup>42</sup>

**Vardiyalı çalışma:** Sirkadiyen ritm, uyku ve beslenme düzenlerinde, vücut ısısı, beyin dalgası aktivitesi, hormon üretimi ve diğer biyolojik aktivitelerde etkilidir. Çalışmalar, vardiyalı çalışmanın uyku düzenini ve fizyolojik sirkadiyen ritmi bozabileceğini göstermiştir. Bu nedenle vardiyalı çalışma birçok hastalık için risk faktörü olarak kabul edilmektedir.<sup>43-45</sup>

İnsan fizyolojisi sirkadiyen ritm sayesinde gündüz saatlerinde uyanık, gece saatlerinde ise uyku ve dinlenme hâlinindedir. Vücudumuzun bu sirkadiyen ritminin sağlanmasında en önemli faktör, kortizol salınımının diurnal varyasyonudur. Sabah 06.00-08.00 saatleri arasında pik yapan kortizol hormon seviyesi, gece yarısı en düşük seviyelerine inerken, melatonin hormonu ise gece yarısı saatlerinde en yüksek seviyeye ulaşır. Melatonin salınması, uykunun başlangıcından 3-5 saat sonra hava karanlıkken zirve yapar ve gün ışığında neredeyse hiç üretim olmaz. Melatonin reseptörleri, pankreas adacık hücreleri de dâhil olmak üzere vücutta birçok dokuda bulunmaktadır. Melatoninin enerji metabolizması ve vücut ağırlığının düzenlenmesi gibi fizyolojik fonksiyonlar üzerinde yaygın etkileri vardır.<sup>46-49</sup> Vardiyalı çalışma, hem sirkadiyen ritmin bozulması hem de melatonin salgılanmasındaki azalmalar ile diyabet gelişimini kolaylaştırabilir. Morikawa ve ark.nın yaptığı bir çalışmada, Japonya'da bir fermuar fabrikasında çalışan 2.860 erkek işçi 8 yıl boyunca diyabet gelişimi yönünden incelenmiş, yeni diyabet tanısı alanlar kaydedilmiştir. Sonuçta 87 yeni diyabet tanısı konulmuştur. Yaşa göre düzeltilmiş insidans 2 vardiyalı çalışanlar için en yüksek, ofis çalışanları için en düşük bulunmuştur. Ofis çalışanları referans grup olarak kullanıldığında, 2 vardiyalı çalışanlar için DM riskinde anlamlı bir artış bulunmuştur.<sup>50</sup>

**Hava kirliliği:** Hava kirleticileri düşük dereceli inflamasyona ve oksidatif strese, pankreas bozukluklarına, azalmış insülin sinyalizasyonuna, glukoz metabolizması bozukluğuna, insülin direncine ve T2DM gelişimine katkıda bulunabilir.<sup>51-54</sup> Meo ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, ahşap, kaynak, motor mekanik ve petrol rafinerisi endüstrilerinde çalışanlar arasında prediyabet ve T2DM prevalansının çalışma süresi ile artış gösterdiği tespit edilmiştir.<sup>55</sup> Yine Meo ve ark.nın yaptığı diğer bir çalışmada ise bir çimento fabrikasında çalışan ve dâhil edilme kriterlerini sağlayan 186 işçi çalışmaya alınmıştır. Çimento fabrikası çalışanları arasında prediyabet ve T2DM prevalansı, çimento endüstrisindeki istihdam süresi ile ilişkilendirilmiştir. Meslekle ilişkili kirleticilerin oksidatif stres yoluyla düşük dereceli inflamasyon, insülin direnci, glukoz metabolizması bozukluğu ve T2DM gelişimine neden olabileceği belirtilmiştir.<sup>56</sup> Ganesan ve ark. tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise madenlerde kömür madeni tozuna maruz kalmanın plazma glukozu (PG) ve serum antioksidan seviyeleri üzerine etkisi araştırılmıştır. 10 ve 20 yıl boyunca kömür madeni tozuna maruz kalan madencilerin açlık PG, tokluk PG, süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksit, tiyobarbitürik asit reaktif madde düzeyleri, maden tozuna maruz kalmayanlarla karşılaştırılmıştır. Madencilerin 10 yıllık maruz kalma süresi boyunca etkilenmediği ve glisemik durumlarının kontrol altında olduğu ortaya konulmuştur. Ancak 20 yıl boyunca kömür madeni tozuna maruz kalan madencilerde, tokluk PG ve tiyobarbitürik asit reaktif madde düzeylerinin yüksek olduğu ve süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksit seviyelerinin düşük olduğu saptanmıştır. Diyabete bu yatkınlığın altında yatan nedenin oksidatif stres olabileceği gösterilmiştir.<sup>57</sup>

## ■ DİYABET HASTALIĞININ İŞ YAŞAMI ÜZERİNE ETKİLERİ

Diyabet, hem sağlık hizmeti kullanımını artışına hem de düşük iş gücü katılımına bağlı olarak ekonomik bir kayıp oluşturacaktır.<sup>58</sup> Tabano ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, diyabetli çalışanlarda, diyabeti olmayanlara göre üretken zaman kaybı ve presentizmde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca diyabetli çalışanlara ödenen aylık toplam sağlık hizmeti maliyetinin de diyabetik olmayan çalışanlar için ödenen

miktarın yaklaşık 2 katı olduğu görülmüştür.<sup>59</sup> Gazel kohort çalışmasının verilerine göre ise istihdam oranının diyabetli çalışanlarda diyabetik olmayan çalışanlara göre daha hızlı düştüğü görülmüştür. Diyabetli çalışanlarda, diyabetik olmayanlara göre istihdamdan engelliliğe geçiş, emeklilik ve ölüm riskleri önemli ölçüde artmıştır. Otuz beş-60 yaş arası diyabetli her çalışanın, diyabetik olmayan bir çalışana kıyasla iş gücünde tahmini ortalama 1,1 yıllık zaman kaybettiği belirtilmiştir.<sup>60</sup> Birleşik Krallık'ta rastgele bir diyabetli çalışan örnekleme ve 17-65 yaşları arasındaki bir kontrol grubunun istihdam sorunlarına yönelik bir anket çalışmasında; diyabetli çalışanların %13'ü ve kontrol grubunun %2'sinin hastalık nedeniyle iş bulmada zorluk yaşadığı bildirilmiştir. Diyabetli çalışanların %9'u ve kontrol grubunun %2'si hastalıkları nedeniyle işlerini değiştirmek zorunda kaldıklarını ve diyabetlilerin %7'si ve diyabeti olmayanların %2'si hastalıkları nedeniyle işlerini kaybettiklerini bildirmişlerdir. Diyabetli vardiyalı çalışanlar, diyabeti olmayan vardiyalı çalışanlara göre 2 kat daha fazla sorun yaşadıklarını belirtmişlerdir. Son 12 ayda herhangi bir hastalık, devamsızlık raporları, diyabetli ve diyabeti olmayan kişiler için anlamlı olarak farklı bulunmamıştır.<sup>61</sup> Çalışmalarda da bahsedildiği gibi diyabet, çalışanın iş yaşamını çok büyük ölçüde değiştirmektedir. Bunun için diyabetli bir çalışanın yapmakta olduğu işe uygunluğunun belirlenmesi, çalışma koşullarının düzeltilmesi için iş ortamında yapılabilecek düzenlemeler ve periyodik muayenelerinde dikkat edilecek hususlar önem taşımaktadır.

## DİYABETLİ ÇALIŞANIN İŞE UYGUNLUK DEĞERLENDİRMESİ

Geçmişte, çalışan bireyin yeteneklerine veya işin çalışma koşullarına bakılmaksızın, diyabet teşhisi olan çalışanların belirli işlerden yoksun bırakılması gibi bir yaklaşım olmakla birlikte, günümüzde hem tedavi seçenekleri artmış hem de kan şekeri takibi için kullanılan cihazlar daha da gelişmiştir. Dolayısıyla böyle bir yaklaşım günümüzde çok sığ kalacaktır. Diyabetli her çalışan, işe uygunluğu açısından bireysel olarak değerlendirilmelidir. Bu değerlendirmeyi işveren kendi kurum doktorundan talep etse de diyabet alanında uzmanlığı olan bir sağlık profesyonelinde veya çalışanın diyabet tedavisini yöneten hekimden

görüş alması ve dikkatle değerlendirmesi önerilir. Hastanın hipoglisemi geçmişi, kullanmakta olduğu ilaçları, kendi kan şekeri ölçümleri, yapılacak işin şekli ve iş ortamı dikkatle incelenmelidir. Çalışanın istihdam kararını verirken, asla tek bir HbA1c veya açlık kan şekeri değeri ile karar verilmemelidir.<sup>62</sup>

Değerlendirmenin ilk adımı, çalışanın yapacağı işin çalışanı veya halkı riske atıp atmayacağını belirlemesidir. Diyabeti iyi kontrol edilmiş, ciddi komplikasyonları bulunmayan, hipoglisemi atakları yaşamayan diyabetli kişiler her türlü işi yapabilirler. Ancak tekrarlayan ciddi hipoglisemileri, komplikasyonları olan kişilerin özel dikkat gerektiren silahlı kuvvetler, itfaiye, acil servis ve ambulans hizmetleri, cezaevi, hava yolu pilotları ve hava yolu kabin ekibi, hava trafik kontrolü, yüksek irtifada çalışma ve ağır iş makineleri kullanımı gibi işlerde çalıştırılmaları riskli olabilir. İş yeri hekimi, diyabetli bireyin diyabet tedavisini düzenleyen ve takiplerini yapan hekim ile iş birliği içinde olmalıdır.<sup>1</sup> Tek bir hipoglisemi, çalışanı işinden men etmemelidir. Bunun yerine hipogliseminin sebebinin, izole bir olay olup olmadığının, insülin rejimi veya sekretagog kullanılıyorsa tedavi rejimindeki değişikliklerden fayda görüp görmeyeceğinin ve tekrarlama ihtimalinin değerlendirilmesi önerilir. Yine hiperglisemi yaşayan hastalarda zamanla komplikasyonlar gelişebilmekte ve bu komplikasyonlar iş gücünde azalmaya neden olabilmektedir. Çalışanlar, işe uygunluk açısından değerlendirilirken, gelecekte olabilecekler için olumsuz kararlar verilmemelidir.<sup>62</sup>

## DİYABETLİ ÇALIŞANIN İŞ ORTAMI TASARIMI

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu madde 5'e göre işin kişilere uygun hâle getirilmesi için iş yerlerinin tasarımı ile iş ekipmanı, çalışma şekli ve üretim metotlarının seçiminde özen göstermek; teknoloji, iş organizasyonu, çalışma şartları, sosyal ilişkiler ve çalışma ortamı ile ilgili faktörlerin etkilerini kapsayan tutarlı ve genel bir önleme politikası geliştirmek, riskleri analiz etmek ve kaynağında kontrol, çalışanlara uygun talimatlar ve eğitim vermek işverenin yükümlülüğündedir.<sup>9</sup> Bu nedenle iş yerlerinde diyabetli çalışanlar için kan şekeri ölçümü için yeterli zaman ve yer temin edilmeli, hipoglisemi durumunda kan şekeri düzeline kadar dinlenebileceği alan sağ-

lanmalı, iş yerlerinde bir ara öğün sağlanmalıdır. Böylece hem kahvaltı yapmadan gelen çalışanın yaşayacağı olumsuzlukları engelleyecek hem de ara öğün ana öğüne olan yüklenmeyi azaltacaktır. Tedavisi için yeterli mola verilmeli, vardiyalı çalışma yerine düzenli çalışma saatleri sağlanmalı, diyabetin komplikasyonlarına bağlı yakınmaları varsa diyabetik nöropatisi olanlar için uygun bir sandalye, his kaybı derecesine göre uygun işler, görme sorunu olan diyabetliler için geniş ekran monitör veya yardımcı cihazlar gibi düzenlemeler yapılmalıdır. Hepatit B, grip ve pnömokok aşılı yapılmalıdır.<sup>1</sup>

### DİYABETLİ ÇALIŞANIN PERİYODİK MUAYENESİ

Muayene sıklığı, hastanın klinik durumuna göre planlanmalıdır. Komplikasyon gelişmeyen çalışanlar yıllık kontrol edilebilir. Üç ayda bir HbA1c kontrolü bakılması, yıllık olarak da açlık lipid profili, spot idrar mikroalbumin/kreatinin, serum kreatinin, tiroid uyarıcı hormon ve elektrokardiyografi takibi yaptırılması önerilir.<sup>1</sup>

## SONUÇ

İş yaşamı, diyabetin kötüleşmesine neden olabiliyor, diyet de çalışanın iş yaşamı üzerine olumsuz etkiler yapmaktadır. Diyabetli çalışanlarda hastalığın yönetimi, diyet eğitimi alması, hem çalışan sağlığı hem de iş yerinde verimliliği artırmak ve sağlık hiz-

meti maliyetlerini azaltmak için önemlidir. Diğer yandan, çalışan sağlığını korumak için iş ortamının iyileştirilmesi, koruyucu önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu önlemlerin çoğaltılması için bu alanda yapılmış daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

### Finansal Kaynak

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.*

### Çıkar Çatışması

*Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.*

### Yazar Katkıları

**Fikir/Kavram:** Rabia Ezber; **Tasarım:** Rabia Ezber; **Denetleme/Danışmanlık:** Cebrail Şimşek, Adem Koyuncu; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Rabia Ezber, Merve Erol Gülseven, Adem Koyuncu; **Analiz ve/veya Yorum:** Rabia Ezber, Cebrail Şimşek, Merve Erol Gülseven, Adem Koyuncu; **Kaynak Taraması:** Rabia Ezber, Cebrail Şimşek, Merve Erol Gülseven, Adem Koyuncu; **Makalenin Yazımı:** Rabia Ezber, Cebrail Şimşek, Merve Erol Gülseven, Adem Koyuncu; **Eleştirel İnceleme:** Cebrail Şimşek, Adem Koyuncu.

## KAYNAKLAR

1. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği (TEMED). Diabetes Mellitus ve Komplikasyonlarının Tanı, Tedavi ve İzlem Kılavuzu. 14. Baskı. Ankara: TEMD; 2020. Erişim tarihi: 24 Kasım 2021. Erişim linki: [\[Link\]](#)
2. International Diabetes Federation [Internet]. © 2022 International Diabetes Federation [Cited: November 4, 2021]. About diabetes-Diabetes facts and figures. Available from: [\[Link\]](#)
3. Satman I, Omer B, Tutuncu Y, Kalaca S, Gedik S, Dincceg N, et al. Twelve-year trends in the prevalence and risk factors of diabetes and prediabetes in Turkish adults. Eur J Epidemiol. 2013;28(2):169-80. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
4. UK Prospective Diabetes Study Group. Tight blood pressure control and risk of macrovascular and microvascular complications in type 2 diabetes: UKPDS 38. UK Prospective Diabetes Study Group. BMJ. 1998;317(7160):703-13. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
5. Bilir N. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Genel İlkeler. İş sağlığı ve Güvenliği. 2. Baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2019.
6. Ariemma F, D'Esposito V, Liguoro D, Oriente F, Cabaro S, Liotti A, et al. Low-dose bisphenol-A impairs adipogenesis and generates dysfunctional 3T3-L1 adipocytes. PLoS One. 2016;11(3):e0150762. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
7. Hwang S, Lim JE, Choi Y, Jee SH. Bisphenol A exposure and type 2 diabetes mellitus risk: a meta-analysis. BMC Endocr Disord. 2018;18(1):81. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
8. Resmî Gazete (31.5.2016, 26200) 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu. Erişim tarihi: 24 Kasım 2021. Erişim linki: [\[Link\]](#)
9. Resmî Gazete (20.6.2012, 28339) 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. Erişim tarihi: 24 Kasım 2021. Erişim linki: [\[Link\]](#)
10. Şimşek C. Giriş. Meslek Hastalıkları ve İş ile İlgili Hastalıklar Tanı Rehberi. Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı; 2012. p.9-10. Erişim tarihi: 24 Kasım 2021. Erişim linki: [\[Link\]](#)
11. Careghini A, Mastorgio AF, Saponaro S, Sezenna E. Bisphenol A, nonylphenols, benzophenones, and benzotriazoles in soils, groundwater, surface water, sediments, and food: a review. Environ Sci Pollut Res Int. 2015;22(8):5711-41. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)

12. Akyüz S, Yarat A, Egil E. Bisfenol-A içeren dental materyallere güncel yaklaşım [Dental materials containing bisphenol-A: current approach]. *Clinical and Experimental Health Sciences*. 2011;1(3):190-5. [[Link](#)]
13. Quitmeyer A, Roberts R. Babies, bottles, and bisphenol A: the story of a scientist-mother. *PLoS Biol*. 2007;5(7):e200. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
14. Rosenfeld CS. Bisphenol A and phthalate endocrine disruption of parental and social behaviors. *Front Neurosci*. 2015;9:57. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
15. United States Environmental Protection Agency. Arsenic, inorganic (CASRN 7440-38-2): Carcinogenicity assessment for life time exposure. Washington, DC: Integrated Risk Information System (IRIS), U.S. Environmental Protection Agency; 1998. Cited: November 24, 2021. Available from: [[Link](#)]
16. ATSDR. Toxicological profile for arsenic. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2007. [[Link](#)]
17. Gomez-Camirero A, Howe P, Hughes M, Kenyon E, Lewis DR, Moore M. et al. Arsenic and arsenic compounds. Geneva: World Health Organization; 2001. Cited: November 24, 2021. Available from: [[Link](#)]
18. Kirkley AG, Carmean CM, Ruiz D, Ye H, Regnier SM, Poudel A, et al. Arsenic exposure induces glucose intolerance and alters global energy metabolism. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2018;314(2):R294-303. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
19. He K, Xun P, Liu K, Morris S, Reis J, Guallar E. Mercury exposure in young adulthood and incidence of diabetes later in life: the CARDIA Trace Element Study. *Diabetes Care*. 2013;36(6):1584-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
20. Buha A, Đukić-Čosić D, Čurčić M, Bulat Z, Antonijević B, Moulis JM, et al. Emerging links between cadmium exposure and insulin resistance: human, animal, and cell study data. *Toxics*. 2020;8(3):63. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
21. Guo FF, Hu ZY, Li BY, Qin LQ, Fu C, Yu H, et al. Evaluation of the association between urinary cadmium levels below threshold limits and the risk of diabetes mellitus: a dose-response meta-analysis. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2019;26(19):19272-81. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
22. Xiao L, Li W, Zhu C, Yang S, Zhou M, Wang B, et al. Cadmium exposure, fasting blood glucose changes, and type 2 diabetes mellitus: a longitudinal prospective study in China. *Environ Res*. 2021;192:110259. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
23. Cempel M, Nikel G. Nickel: a review of its sources and environmental toxicology. *Polish J Environ Stud*. 2006;15(3):375-82. [[Link](#)]
24. Haber LT, Erdreich L, Diamond GL, Maier AM, Ratney R, Zhao Q, et al. Hazard identification and dose response of inhaled nickel-soluble salts. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2000;31(2 Pt 1):210-30. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Sarkar B. *Heavy Metals in the Environment*. 1st ed. New York: CRC Press; 2002. [[Crossref](#)]
26. Li G, Hu Y, Pan X. Prevalence and incidence of NIDDM in Daqing City. *Chin Med J (Engl)*. 1996;109(8):599-602. [[PubMed](#)]
27. Gu D, Reynolds K, Duan X, Xin X, Chen J, Wu X, et al. Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in the Chinese adult population: International Collaborative Study of Cardiovascular Disease in Asia (InterASIA). *Diabetologia*. 2003;46(9):1190-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Chen YW, Yang CY, Huang CF, Hung DZ, Leung YM, Liu SH. Heavy metals, islet function and diabetes development. *Islets*. 2009;1(3):169-76. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Kubrak OI, Rovenko BM, Husak VV, Storey JM, Storey KB, Lushchak VI. Nickel induces hyperglycemia and glycogenolysis and affects the antioxidant system in liver and white muscle of goldfish *Carassius auratus* L. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2012;80:231-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. Kadota I, Kurita M. Hyperglycemia and islet cell damage caused by nickelous chloride. *Metabolism*. 1955;4(4):337-42. [[PubMed](#)]
31. Carta-à J, Arola L. Nickel-induced hyperglycaemia: the role of insulin and glucagon. *Toxicology*. 1992;71(1-2):181-92. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Tikare SN, Das Gupta A, Dhundasi SA, Das KK. Effect of antioxidants L-ascorbic acid and alpha-tocopherol supplementation in nickel exposed hyperglycemic rats. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2008;19(2):89-101. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
33. Liu G, Sun L, Pan A, Zhu M, Li Z, Zhen zhen Wang Z, et al. Nickel exposure is associated with the prevalence of type 2 diabetes in Chinese adults. *Int J Epidemiol*. 2015;44(1):240-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
34. Dzhambov AM. Long-term noise exposure and the risk for type 2 diabetes: a meta-analysis. *Noise Health*. 2015;17(74):23-33. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
35. Sørensen M, Andersen ZJ, Nordsborg RB, Becker T, Tjønneland A, Overvad K, et al. Long-term exposure to road traffic noise and incident diabetes: a cohort study. *Environ Health Perspect*. 2013;121(2):217-22. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
36. Eriksson C, Hilding A, Pyko A, Bluhm G, Pershagen G, Östenson CG. Long-term aircraft noise exposure and body mass index, waist circumference, and type 2 diabetes: a prospective study. *Environ Health Perspect*. 2014;122(7):687-94. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
37. Kacem I, Kahloul M, Maoua M, Hafsia M, Brahem A, Limam M, et al. Occupational noise exposure and diabetes risk. *J Environ Public Health*. 2021;2021:1804616. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
38. Meo SA, Alsubaie Y, Almubarak Z, Almutawa H, AlQasem Y, Hasanato RM. Association of exposure to radio-frequency electromagnetic field radiation (RF-EMFR) generated by mobile phone base stations with glycated hemoglobin (HbA1c) and risk of type 2 diabetes mellitus. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;12(11):14519-28. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
39. Sirinivasan K, Mohan S, Raj T JB. Occupational heat stress: a technical scan. *Occupational Health*. 5th ed. IntechOpen; 2020. [[Crossref](#)]
40. Björntorp P. Body fat distribution, insulin resistance, and metabolic diseases. *Nutrition*. 1997;13(9):795-803. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
41. Björntorp P. Visceral fat accumulation: the missing link between psychosocial factors and cardiovascular disease? *J Intern Med*. 1991;230(3):195-201. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
42. Smith LCJ, Weinger K. Stress and diabetes: a review of the links. *Diabetes Spectrum*. 2005;18(2):121-7. [[Crossref](#)]
43. Antunes LC, Levandovski R, Dantas G, Caumo W, Hidalgo MP. Obesity and shift work: chronobiological aspects. *Nutr Res Rev*. 2010;23(1):155-68. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
44. McCubbin JA, Pilcher JJ, Moore DD. Blood pressure increases during a simulated night shift in persons at risk for hypertension. *Int J Behav Med*. 2010;17(4):314-20. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
45. Gangwisch JE, Feskanich D, Malaspina D, Shen S, Forman JP. Sleep duration and risk for hypertension in women: results from the nurses' health study. *Am J Hypertens*. 2013;26(7):903-11. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
46. Waldhauser F, Dietzel M. Daily and annual rhythms in human melatonin secretion: role in puberty control. *Ann N Y Acad Sci*. 1985;453:205-14. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
47. Claustrat B, Brun J, Chazot G. The basic physiology and pathophysiology of melatonin. *Sleep Med Rev*. 2005;9(1):11-24. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
48. Picinato MC, Hirata AE, Cipolla-Neto J, Curi R, Carvalho CR, Anhê GF, et al. Activation of insulin and IGF-1 signaling pathways by melatonin through MT1 receptor in isolated rat pancreatic islets. *J Pineal Res*. 2008;44(1):88-94. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]



49. Bonnefond A, Clément N, Fawcett K, Yengo L, Vaillant E, Guillaume JL, et al; Meta-Analysis of Glucose and Insulin-Related Traits Consortium (MAGIC). Rare MTNR1B variants impairing melatonin receptor 1B function contribute to type 2 diabetes. *Nat Genet.* 2012;44(3):297-301. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
50. Morikawa Y, Nakagawa H, Miura K, Soyama Y, Ishizaki M, Kido T, et al. Shift work and the risk of diabetes mellitus among Japanese male factory workers. *Scand J Work Environ Health.* 2005;31(3):179-83. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
51. Rajagopalan S, Brook RD. Air pollution and type 2 diabetes: mechanistic insights. *Diabetes.* 2012;61(12):3037-45. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
52. Krämer U, Herder C, Sugiri D, Strassburger K, Schikowski T, Ranft U, et al. Traffic-related air pollution and incident type 2 diabetes: results from the SALIA cohort study. *Environ Health Perspect.* 2010;118(9):1273-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
53. Pearson JF, Bachireddy C, Shyamprasad S, Goldfine AB, Brownstein JS. Association between fine particulate matter and diabetes prevalence in the U.S. *Diabetes Care.* 2010;33(10):2196-201. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
54. Fabricio G, Malta A, Chango A, De Freitas Mathias PC. Environmental contaminants and pancreatic beta-cells. *J Clin Res Pediatr Endocrinol.* 2016;8(3):257-63. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
55. Meo SA, Al-Khlaiwi T, Abukhalaf AA, Alomar AA, Alessa OM, Almutairi FJ, et al. The nexus between workplace exposure for wood, welding, motor mechanic, and oil refinery workers and the prevalence of prediabetes and type 2 diabetes mellitus. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(11):3992. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
56. Meo SA, Muneif YAB, BenOmran NA, AlSadhan MA, Hashem RF, Alobaisi AS. Prevalence of pre diabetes and type 2 diabetes mellitus among cement industry workers. *Pak J Med Sci.* 2020;36(2):32-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
57. Ganesan S, Sangeetha R, Arivazhagan R, Swaminathan S. Exposure to coal mine dust predisposes mine workers to oxidative stress and diabetes mellitus. *Research Journal of Pharmacy and Technology.* 2009;12(9):4107-10. [[Crossref](#)]
58. American Diabetes Association. Economic costs of diabetes in the U.S. in 2017. *Diabetes Care.* 2018;41(5):917-28. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
59. Tabano DC, Anderson ML, Ritzwoller DP, Beck A, Carroll N, Fishman PA, et al. Estimating the impact of diabetes mellitus on worker productivity using self-report, electronic health record and human resource data. *J Occup Environ Med.* 2018;60(11):e569-74. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
60. Herquelot E, Guéguen A, Bonenfant S, Dray-Spira R. Impact of diabetes on work cessation: data from the GAZEL cohort study. *Diabetes Care.* 2011;34(6):1344-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
61. Robinson N, Yateman NA, Protopapa LE, Bush L. Employment problems and diabetes. *Diabet Med.* 1990;7(1):16-22. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
62. Anderson JE, Greene MA, Griffin JW Jr, Kohrman DB, Lorber D, et al; American Diabetes Association. Diabetes and employment. *Diabetes Care.* 2014;37 Suppl 1:S112-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]